

# Papierspaltung

Geschichte und Technik [1]

*Im 19. Jahrhundert wurde die Papierspaltung zur Trennung von recto und verso doppelseitiger Drucke oder Zeichnungen benutzt. Heute jedoch setzt man sie zur Stabilisierung brüchigen Papiers ein. Vor allem zwei deutsche Restaurierungszentren haben sich um die Entwicklung des Spaltens bemüht. Günter Müller von der Thüringischen Universitäts- und Landesbibliothek Jena hat über 30 Jahre hinweg das manuelle Papierspaltverfahren entwickelt. Während derselben Zeit arbeitete Wolfgang Wächter, mittlerweile im Zentrum für Bucherhaltung in Leipzig tätig, ebenfalls mit dem manuellen Spaltverfahren und stellte die Papierspaltmaschine fertig. Wir beschreiben die Geschichte des Papierspaltverfahrens und anhand von Gesprächen mit den Restauratoren in Leipzig und Jena die heute gängigen Techniken, fassen technische Gutachten zusammen und besprechen einige Merkmale der Papierspaltung sowie Möglichkeiten zum Nachweis der früher meist undokumentiert durchgeführten Spaltungen. Eine erweiterte Bibliographie ist unter „web-accessible projects“ auf <http://www.buffalostate.edu/~artcon/> verfügbar.*

*In the nineteenth century, paper splitting was used by restorers to separate recto and verso of double-sided prints or drawings. Today, the treatment is employed for the strengthening of weakened paper. Two German conservation centers are chiefly responsible for the development of the process to its current level of sophistication: over the course of more than 30 years, Günter Müller at the Thuringian University and State Library at Jena developed manual paper splitting; over the same time period, Wolfgang Wächter, now at the Zentrum für Bucherhaltung in Leipzig, as well worked with manual paper splitting and completed the paper splitting machine. We outline the history of paper splitting and describe the contemporary processes from first-hand observations and interviews with the conservators at Jena and Leipzig. Technical evaluations of contemporary paper splitting are summarized and observations are made on the results of the process. A short guide to the identification of papers that may have historically undergone splitting is provided. A bibliography can be found under „web-accessible projects“ at <http://www.buffalostate.edu/~artcon/>.*

„Worüber wir hier sprechen, könnte als die ‚opera magna‘ der Restaurierung bezeichnet werden [...] Papierspalten [...] das Teilen eines Blattes Papier im Querschnitt in zwei Teile.“  
(Morgana 1932/1994: 83)

Bei der Papierspaltung wird bekanntlich ein reißfestes, dünnes Papier in den Kern eines brüchigen Blattes eingebettet, nachdem dieses mittig in zwei Hälften gespalten wurde. Auf diese Weise innerlich verstärkt, ist sogar stark geschädigtes Papier wieder nutzbar (Gast 1993; Müller 1989; Wächter 1996, 1997b). Die in jüngerer Zeit popularisierte Papierspaltung wird oft als Alternative zu anderen Behandlungen diskutiert, die ebenfalls darauf zielen, das Einzelblatt durch einen mehr oder minder invasiven Eingriff zu verstärken. Zu diesen Verfahren gehören Eintaschung in Polyesterfolie, Oberflächenleimung, ein- oder zweiseitige Kaschierung mit dünnen Tissue-Papieren, verschiedene Anfasertechniken und ein- oder zweiseitige Lamination. Objekte, die einer solchen Behandlung unterzogen werden, weisen meist so starke Schäden auf, daß sie Benutzern nicht mehr zugänglich gemacht werden können und selbst geringfügige oder einmalige Handhabungen, wie beispielweise bei der Mikroverfilmung, nicht mehr gefahrlos durchgeführt werden können. Die Papierspaltung ist bisher für geschwächte harz-alaun-geleimte und ligninhaltige Papiere des 19. und 20. Jahrhunderts, für wassergeschädigte, großflächig durch Schimmel abgebaute Papiere und auch für tintenfraßschädigte Objekte empfohlen worden. Gegebenenfalls wird das brüchige Original Vorbehandlungen unterzogen, z.B. einer Schädlingsbekämpfung durch sauerstofffreie Begasung, Desinfektion durch Gammastrahlung, Entfernung löslicher Celluloseabbauprodukte und Entsäuerung durch alkalische Waschkücheln oder Fehlstellenergänzung durch Anfasierung (Wächter 1999).

Zur Vorbereitung der Spaltung wird das Original beidseitig vorübergehend mit einem Trägermaterial aus Papier oder Polyester kaschiert, das mit Hilfe einer Gelatinelösung anhaftet. Während das feuchte Laminat leichtem Druck ausgesetzt wird, verbindet sich die Gelatine fest mit dem Papier. Im Laufe des Preßvorgangs durchdringt die in der Gelatine enthaltene Feuchtigkeit beide Seiten des Originals. Das Laminat wird aus der Presse genommen, und die beiden Trägerschichten werden auseinander gezogen. Im Idealfall trägt dabei jede Seite eine Hälfte des Originals. Die Innenseiten der gespaltenen Hälften werden mit einem Klebstoff bestrichen; ein dünnes Cellulosepapier wird eingebracht, und die beiden Seiten werden wieder zusammengesetzt. Der Kernkleber enthält Methylcellulose und Carboxymethylcellulose sowie oft geringe Anteile Acrylharz oder Stärkekleister, eventuell auch Fungizid-Wirkstoffe. Auch alkalische Puffer werden dem Kernpapier und -kleber hinzugefügt. Durch Entfernen der Gelatine in einem warmen Wasserbad – gegebenenfalls unter Zugabe von Proteaseenzymen – werden die Trägerpapiere abgelöst. Mindestens ein Heißwasserbad schließt sich an. Auf diese Weise verstärkte Dokumente können mikroverfilmt, zur Archivnutzung photokopiert und den (eingeschränkt) nutzbaren Sammlungsbeständen zugeführt werden.

## Geschichte der Papierspaltung

### Anfänge

Ein Erfinder oder ein exaktes Erfindungsdatum der Papierspaltung lassen sich nicht mit Sicherheit feststellen. Angewendet wurde sie vereinzelt wohl schon im 18. Jahrhundert. Der französische Graphiksammler Pierre-Jean Mariette wendete das Verfahren anscheinend schon um 1760 an (Walsh

2001). Öffentliche Aufmerksamkeit aber erregte die Papierspaltung erst um die Mitte des 19. Jahrhunderts in Frankreich und England. Dem englischen Restaurator William Baldwin soll es im Jahr 1848 gelungen sein, Papier erfolgreich zu spalten. Dies berichtet zehn Jahre später der berühmte französische Restaurator Alfred Bonnardot. Da er allerdings Baldwins Arbeit nur vom Hörensagen kannte, mußte schon er sich auf Vermutungen beschränken. Bald darauf gelang Baldwin auch das Spalten von Banknoten. Die Bank of England offerierte ihm daraufhin eine großzügige Summe, um die Veröffentlichung und gesetzeswidrige Nutzung seiner Methode zu verhindern (Bonnardot 1858: 332–333). Bonnardot teilt mit, daß Baldwin bei A. Colnaghi, einer heute noch existierenden Londoner Druckerei, angestellt war. Da die vor 1870 datierenden Archive dieser Druckerei nicht mehr existieren, läßt sich Baldwins Anstellung dort nicht weiter belegen (Colnaghi 1999). Dem englischen Buchrestaurator Bernard Middleton zufolge wurden viele Firmendokumente während des Zweiten Weltkriegs nicht nur zerstört, sondern auch aus Angst vor erhöhter Brandgefahr entsorgt. Auch in den Listen selbstständiger Buchbinder in England taucht sein Name nie auf (Middleton 1999). Ein Flugblatt aus der Mitte des 19. Jahrhunderts beweist, daß sich das Papierspalten zu dieser Zeit in England bereits einer gewissen Popularität erfreute und daß Baldwin nicht der einzige war, der stolz auf seine Fertigkeit sein durfte: „Papierspalten. W. Kennington, Buchbinder, zeigt jedweder Person den Prozeß des Spaltens von Papier, wie dünn auch immer, für die Summe von 10 Schillingen, unter der Bedingung, daß die Person, die das Geheimnis erfährt, dieses niemandem sonst verrät. Muster können auf Anfrage bei Mr. S. Gibbs, Schreibwarenhändler in Nr. 5 Union Street, besichtigt werden“ (Middleton 1999). Auch auf der Pariser Weltausstellung von 1855 wurde die Papierspaltung als ein Novum präsentiert. Ein Pariser Tiefdrucker und Restaurator namens A. Pierron stellte dort Muster verschiedener gespaltener Kupferstiche aus (Bonnardot 1858: 330).

Die erste detaillierte, auf eigenen Beobachtungen beruhende Beschreibung des Papierspalten stammt bezeichnenderweise von einem Graphikkenner. Joseph Meder, von 1909 bis 1923 Direktor der Graphischen Kunstsammlung der Albertina in Wien, war schon als Sammlungskonservator sehr an Restaurierungsproblemen interessiert gewesen und hatte gelegentlich selbst Drucke und Zeichnungen behandelt. In den Jahren 1877 und 1881 machte er sich einige Notizen zu den praktischen Fragen der Papierspaltung (Helm 1979). Angesichts des frühen, wenn auch wegen der Spaltung von Banknoten etwas zwiespältigen Ruhms dieses Verfahrens mag es verwundern, daß Bonnardots und Meders Berichte bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs die einzigen detaillierten Quellen zum Thema bleiben sollten. So mußte Mario Morgana noch 1930 wieder auf Bonnardot zurückgreifen. Bonnardots Mutmaßungen über die Papierspaltung hatten Morgana immerhin so sehr beeindruckt, daß er folgendes schrieb: „Im Jahre 1848 gelang es einem gewitzten Londoner Restaurator namens Baldwin, Drucke zu spalten. Als diese Nachricht Alfred Bonnardot erreichte, muß sie ihn in seinen Träumen

verfolgt haben, weil er über eine ähnliche Prozedur nachdachte, die bestimmte, in keiner anderen Weise realisierbare Restaurierungen möglich machen würde“ (Morgana 1932: 83). Ein Jahrhundert nach seiner „Erfindung“ haftete dem Papierspalten immer noch der Ruf des Besonderen, wenn nicht Geheimnisvollen an.

### Zweck der Papierspaltung

Anfänglich wurde die Papierspaltung von Sammlern und den für sie tätigen Restauratoren geschätzt, weil sie die Trennung von recto und verso zweiseitiger Drucke, Zeichnungen und Manuskripte erlaubte (Abb. 1; Walsh 2000). Man könnte vermuten, daß doppelseitige Blätter vor allem aus finanzieller Gewinnsucht getrennt wurden. Doch es scheint, daß die Sammler des 19. und 20. Jahrhunderts eher darauf aus waren, die Betrachtung der sich in ihrem Besitz befindlichen Kunstwerke zu optimieren. Bonnardot berichtet, daß der Pariser Sammler Hennin einen seltenen Kupferstich mit einem Portrait von Henri IV. besaß, der auf seiner Rückseite mit großen Lettern bedruckt war. Diese waren auf der Vorderseite sichtbar und dadurch der „Wirkung des Stiches abträglich“. Der Druck wurde in London durch Baldwin „ohne den geringsten Verlust“ gespalten und in zwei Teilen zurückgeschickt (Bonnardot 1858: 332–333). Die amerikanische Restauratorin Judith Walsh teilt mit, daß der Druck von Thomas de Deu stammt und noch heute in der Bibliothèque Nationale als Teil der Hennin-Sammlung zu besichtigen ist (Walsh 2001).

Auch Joseph Meder spaltete Graphiken aus dem Bestand der Albertina, um ihre Betrachtung angenehmer zu gestalten (Schack 1987). Meder sah die Papierspaltung nicht nur auf den Bereich der Restaurierung beschränkt. Auch „Illustrationen aus Druckpapier“ konnten nach erfolgter Spaltung „entweder auf weiße Papiere geklebt und als Bild an sich verwendet werden oder als farbiges Abzugsbild“ (Helm 1979: 213). Daß die dekorative Verwendung gespaltener Drucke wahrscheinlich gar nicht ungewöhnlich war, läßt sich aus einem Kommentar des deutschen Restaurators Max Schweidler schließen. Er erklärte, daß auch Drucke, aus denen Lampenschirme gefertigt werden sollten, gespalten werden könnten, um dem Papier die nötige Transparenz zu geben (Schweidler



1 Doppelseitig bedrucktes Blatt während der Spaltung (Morgana 1932: 88).

1950: 75). Auf diese Weise zweckentfremdete Bilder wurden damals sicherlich nicht für wertvoll gehalten. Die wichtigere Aufgabe der Fachleute betraf jedenfalls die „Verbesserung“ von Kunstwerken. Doch ist auch dieses Randgebiet der Papierspaltung der Betrachtung wert, weil es die damals noch weit aus engere Verbindung zwischen Restaurierung und Handwerkstraditionen, besonders der Buchbinderei, aufzeigen kann. Die Papierspaltung mag sehr wohl ursprünglich von Buchbindern entwickelt worden sein, da diese die Leichtigkeit, mit der Papier spaltbar ist, während ihrer Arbeit verschiedentlich beobachten konnten (Sievers 1966: 545). Noch in den 1980er Jahren beschreibt der deutsche Buchbinder Fritz Wiese, daß Buchbinder gelegentlich von Kunden um das Spalten von Bildern gebeten würden (Wiese 1983: 359). Wie manche seiner Vorgänger war sich Schweidler übrigens des Überraschungseffekts und der Medienwirksamkeit des Spaltens von Banknoten bewußt (Abb. 2).

Wie schon Bonnardot schlug auch Max Schweidler vor, doppelseitige Graphiken zwecks angenehmerer Betrachtung zu spalten. Wörtlich bemerkt er: „Ferner wird man genötigt sein, das Papier zu teilen, wenn Kupferstiche oder Steindrucke auf der Rückseite bedruckt sind und aufgezogen werden sollen. Infolge des Kleisteraufstriches würde die Druckschrift deutlich nach vorn durchschlagen und dadurch die Vorderseite unansehnlich machen“ (Schweidler 1950: 75). Jedoch warnte er vor der Spaltung von Ergänzungspapieren, da „die nicht gespaltene Seite jedes Blattes durch den Leimaufstrich eine gewisse Festigkeit erhalten“ würde. Die Bearbeitung des Ergänzungspapiers, die Schweidler mit einer bis heute bewunderten Geschicklichkeit bewerkstelligte, wäre durch Rückstände der während des Spaltprozesses aufgetragenen Leimschicht zu sehr erschwert worden [2].

Zu Lebzeiten Schweidlers wurde die Spaltung von doppelseitigen Graphiken noch als notwendige Behandlungsmethode betrachtet und war deshalb ein allgemein anerkannter Teil der restauratorischen Werkstattpraxis. Auch heute zeigt sich gelegentlich noch ein gewisses, wenn auch ungenügend publiziertes Interesse am Trennen von beidseitig bedruckten

oder gezeichneten Kunstwerken. In den 1980er Jahren spalteten Restauratoren verschiedene doppelseitige Zeichnungen von Künstlern des 20. Jahrhunderts, die sich in Privatbesitz befanden. Die beiden aufgespaltenen Hälften wurden jeweils mit Japanpapier kaschiert. Unter der Voraussetzung, daß die beiden Hälften als ursprünglich zusammengehörig dokumentiert wurden, hielten die Restauratoren diese Behandlung noch für akzeptabel (Schack 1987). Heutzutage wird diese Art der Teilung von Originalen als nicht mehr vertretbar abgelehnt. Das Beispiel zeigt jedoch, daß bis in jüngere Zeit verschiedene Restaurierungstraditionen ihre Gültigkeit bewahrten.

### Techniken

In seinen grundlegenden Prinzipien ist das Papierspalten seit seinen Anfängen unverändert geblieben. Trotzdem sind einige mitunter recht abenteuerlich anmutende Vorschläge zur Spalttechnik gemacht worden, die teils nie, teils nur experimentell realisiert wurden, jedoch wegen ihres Detailreichtums interessant erscheinen.

In seinem Buch „Les estampes et les livres“ bedauert *Alfred Bonnardot*, daß er nicht auf persönliche Erfahrungen mit der Papierspaltung zurückgreifen kann. Er versichert jedoch seinen Lesern, daß „die Möglichkeit einer solchen Prozedur nicht illusorisch“ sei und fährt fort: „Ich werde mit den Liebhabern dieser Kunst einige Beobachtungen teilen, die vielleicht erhellend wirken; denn der Schritt von einer glaubwürdigen Hypothese zur praktischen Schlußfolgerung ist manchmal nur sehr klein“ (Bonnardot 1858: 330–331). Im folgenden präsentiert Bonnardot seinen Lesern sogar zwei verschiedene Spaltmethoden, deren detaillierte Beschreibung fast vermuten läßt, er habe letztendlich doch mehr über das Verfahren gewußt, als er anfänglich durchscheinen läßt. Er schreibt: „Lassen Sie uns mit folgender Überlegung beginnen: Wenn eine Kraft auf einen festen Körper wirkt, mit dem Zweck, diesen zu spalten, ist es immer der weichere, weniger starke oder weniger stabile Teil, der zuerst nachgibt. Beim Papier kann man die beiden Außenschichten als die festen Teile betrachten und die dazwischenliegende Schicht in ihrer Gänze als die schwächste“ (Bonnardot 1858: 134). Vermutlich dachte Bonnardot hierbei an oberflächengeleimte Papiere.

Will man nur die Rückseite eines Drucks entfernen, schlägt Bonnardot vor, ihn mit der zu erhaltenden Vorderseite auf ein Stück Marmor zu kleben und unerwünschte Papierschichten von der Rückseite her abzuschaben. Die aufgeraute Oberfläche könne man mit Hilfe eines Stückchens Haifischhaut glätten und dann das gedünnte Papier in einem Wasserbad vom Marmor ablösen. Wolle man jedoch beide Seiten des Drucks erhalten, so solle man die eine Seite mit Knochenleim auf eine feste, flache Oberfläche kleben. Die Qualität des Leims liegt Bonnardot am Herzen: „Er müßte sehr rein sein, ohne Verunreinigungen, von homogener Viskosität, und er sollte nicht in das Innere des Papier eindringen, sich aber auch nicht nur auf die Oberfläche legen“ (Bonnardot 1858: 135) [3]. Ein Lack oder Harz könne ebenfalls als Klebstoff dienen. Das aufgeklebte Papier sei zu trocknen, sodann auf der Rückseite mit dickflüssigem Leim ein Stück Stoff oder



2 Hälfte einer von Max Schweidler gespaltenen Banknote (Schweidler 1950: 74).

glattes Pergament aufzukleben, das größer als das Original sein sollte. Nach dem Trocknen soll dieser Träger in ganzer Breite abgezogen werden, wobei langsam und mit gleichmäßiger Zugkraft zu arbeiten sei. Die eine Hälfte des Originals würde derart auf der festen Oberfläche haften bleiben, die andere auf dem Träger. Je nach Art des verwendeten Leims könnten die Spaltheilften in einem Heißwasserbad oder Alkohol von ihren Trägern abgelöst werden.

Seine Kenntnis von Maschinen, die in der Pergamentherstellung zur Spaltung von Schafshäuten dienen, veranlaßte Bonnardot, eine weitere Methode des Papierspaltens vorzuschlagen (Bonnardot 1858: 338–340). Ein Blatt Papier soll zunächst vollständig zwischen zwei dünnen, vermutlich furnierartigen und deshalb biegsamen Holzträgern eingeklebt werden. Nach der Trocknung des Leims sollen beide Holzträger mit einem Ende an den gegenüberliegenden Backen eines Schraubstocks befestigt werden, wobei die Art der Befestigung nicht weiter erläutert wird. Der Schraubstock würde dann gerade so weit geöffnet, daß die Holzträger etwas auseinandergezogen würden und dadurch die Spaltung des eingeklebten Papiers eingeleitet würde. Bonnardot vermutet, daß auf diese Weise ein Spalt in der nicht von Leim durchdrungenen Mitte des Papiers aufträte. Die so begonnene Spaltung könne fortgeführt werden, indem die schon getrennten Enden der Holzträger zwischen zwei Zylindern an deren gemeinsamem Berührungspunkt befestigt würden. Bei gegenläufigem, gleichzeitigem Drehen der Zylinder würden dann beide Holzträger aufgerollt und dabei gleichmäßig weiter auseinander gebogen, wodurch die Spaltung des Papiers erreicht würde. Bonnardots Interesse an der Mechanisierung eines handwerklichen Vorgangs ist, obwohl überholt, heute noch durch die Vorwegnahme moderner Entwicklungen im Bereich der maschinellen Papierspaltung beeindruckend. Wenn Bonnardot tatsächlich nie einen Spaltvorgang selbst beobachtet hat, so darf man ihm eine ausgeprägte Vorstellungskraft bescheinigen.

In unveröffentlichten Notizen aus den Jahren 1877 und 1881 beschreibt auch *Joseph Meder* das Trennen von doppelseitigen Graphiken (Helm 1979). Ein Vergleich der beiden Texte zeigt, daß Meder seine Methoden, sicherlich aufgrund eigener Erfahrung mit dem Spalten, im Lauf der Zeit zu verbessern wußte. In seinen ersten, aus dem Jahr 1877 stammenden Notizen empfiehlt Meder, eine dünne Leimschicht auf zwei feste, glatte Trägerpapiere aufzubringen und diese trocknen zu lassen. Von dem zu spaltenden Papier mußte inzwischen die bei Meders Spaltobjekten offensichtlich üblicherweise vorhandene Gelatineleimung entfernt werden. Dazu wurde das Original bis zu 12 Stunden in eine 10%ige Salzsäurelösung eingelegt. Es folgte ein 15minütiges Bad in lauwarmer Kaliumhydroxidlösung. Chemikalienrückstände wurden in einer Folge von Warmwasserbädern ausgespült. Das auf diese Weise „entleimte“ Papier wurde nun aufgehängt, bis alles überschüssige Wasser verdampft war. Im nächsten Schritt wurde das zu spaltende, noch leicht feuchte Papier zwischen die beiden leimbeschichteten, gefeuchteten Trägerpapiere plaziert. Die Feuchtung aller Papiere vermeidete Faltenbildungen, begünstigte eine gleichmäßige Klebe-

verbindung und vereinfachte das Ausstreichen von Luftblasen. Der zur Klebung verwendete, in dem Manuskript von 1881 beschriebene Leim bestand aus 4 Teilen Wasser und einem Teil Gelatineleim, dem zur Verbesserung der Flexibilität noch 3 Teile Zucker und 3/4 Teile Gummi Arabicum beigegeben wurden. Das Laminat wurde 12 bis 24 Stunden eingepreßt. Nach dem Preßvorgang wurden die Trägerpapiere auf die Größe des zwischen ihnen eingeklebten Papiers beschnitten, um Risse während des Spaltprozesses zu vermeiden: „Die Flächen des zu spaltenden Papiers haften an dem Leimpapier, während der entleimte mittlere Papierkörper sich leicht und nach der Güte des Filzes und Verfahrens auch gleichmäßig in zwei Flächen spaltet, von denen die eine meist dünner ist und die Drahtstifte und das Wasserzeichen enthält, die andere [ein] etwas dichter gleichmäßiger Filz von oft wunderbarer Schönheit [ist]“ (Helm 1979: 211). Um die gespaltenen Papierhälften von ihrem jeweiligen Träger zu entfernen, wurden sie, mit der Spaltseite auf einem Öl- oder Wachspapier ruhend, warm gewässert. Nach einigen Minuten lösten sich die Trägerpapiere und trieben an die Oberfläche des Bades. Das gespaltene Original wurde mit Hilfe des Ölpapiers aus dem Bad gehoben. Ein weiteres Ölpapier wurde schützend auf die Vorderseite des gespaltenen Papiers gelegt und dieses ein weiteres Mal gewaschen. Dieser Vorgang wurde so oft wiederholt, bis der Leim vollständig von der Papieroberfläche entfernt war. Aus den Notizen von 1881 geht allerdings hervor, daß Meder die intensiven chemischen Behandlungen doch nicht ganz geheuer waren, die er früher zur Entfernung der Oberflächenleimung zu spaltender Papiere empfohlen hatte. Nunmehr sollte das Papier zuerst für einige Stunden warm gewässert werden, um dann nur für eine Dauer von ein oder zwei Stunden in Salzsäure getaucht zu werden. Danach sollte das Papier bis zu völliger Entsäuerung heiß gewässert werden, was Meder jetzt durch einen Lackmestest zu bestimmen wußte. Nach dieser Prozedur wurde das Blatt auf Löschpapier abgetropft. Über den Spaltvorgang selbst äußert sich Meder nur kurz und ohne dabei auf die Nachbehandlung gespaltenen Papiere einzugehen. Vermutlich schien ihm die Beschreibung des Spaltvorgangs weniger wichtig als die Skizzierung der von ihm entwickelten Maßnahmen zu dessen Vorbereitung. Da manche Papiere durch Spaltung, Verlust der Leimung und langes Wässern sicherlich fragil wurden, wußte man allerdings gerne, ob nachträglich jemals weitere Behandlungen nötig geworden sind.

Von Meders Verfahren weicht der in dem Handbuch „Bookbinding and the Care of Books“ des englischen Buchbinders *Douglas Cockerell* kurz erwähnte Spaltprozeß in einigen Punkten ab. Statt den von Meder verwendeten Knochenleim auf Trägerpapiere aufzubringen, empfahl er, dickflüssigen Kleister beidseitig auf das zu spaltende Papier zu streichen. Ein dünnes Leinen- oder Baumwollgewebe diente als Trägermaterial. Das so kaschierte Papier wurde eingepreßt, um das Gewebe gut mit dem Papier zu verbinden. Nach der Trocknung konnten die beiden Gewebestücke und mit ihnen das Papier mittig auseinander gezogen werden.

Als Methode zum Verstärken brüchigen Papiers wurde die

Papierspaltung vermutlich erstmals von dem Italiener *Mario Morgana* vorgeschlagen. In seinem Buch „*Restauro dei Libri Antichi*“ (1932) empfahl er das Spalten besonders für die Reparatur beschädigter Buchtitelblätter. Mit den Ergebnissen manuellen Spaltens war Morgana offensichtlich unzufrieden, denn er beschreibt einen Apparat, der nach seiner Vorstellung das gleichmäßige Auseinanderziehen der Trägerpapiere während der Spaltung erleichtern sollte. Dazu bediente er sich des folgenden Verfahrens: Zunächst wurden zwei Pergamente mit Knochenleim bestrichen und getrocknet. Das zu spaltende Papier wurde in Wasser geweicht, um die Leimung zu entfernen. Überschüssiges Wasser wurde abgetropft und das feuchte Papier zwischen die gelatinebeschichteten Pergamente gelegt. Das Laminat wurde mit einem Roller bearbeitet, um eine gleichmäßige Klebeverbindung herzustellen, und dann unter Druck getrocknet. Daraufhin wurde der Spaltprozeß zunächst von Hand an zwei gegenüberliegenden Kanten des Laminats eingeleitet. Dann erst konnte es flachliegend in Morganas Apparat eingespannt werden (Abb. 3). Die angespaltenen Seiten des unten liegenden Pergaments wurden dabei vorne und hinten in einer Klemmvorrichtung befestigt (B', B). Eine Schraube (D) diente zum Verstellen des Abstandes zwischen dem größeren (A') und dem kleineren Block (A), bis das Laminat straff gespannt war. Eine der beiden angespaltenen Seiten des oben liegenden Pergaments führte Morgana durch einen Schlitz in einem Rundstab, der auf ganzer Breite über das eingespannte Pergament gerollt werden konnte. Der Rundstab wurde dann um seine eigene Achse von B' nach B gedreht, wobei sich das obere Pergament auf ihn wickelte. Die andere Hälfte des Papiers verblieb auf dem unten eingespannten Pergament (Morgana 1932: 90–95). Morgans Photo läßt darauf schließen, daß dieser Apparat zumindest als Prototyp gebaut wurde und somit, im Unterschied zu Bonnardots wahrscheinlich nur hypothetischer Technik, einen weiteren Schritt in der Mechanisierung des Verfahrens darstellt.

Ebenfalls in den 1930er Jahre kam ein anderer Italiener namens *F. Leti* auf die Idee, das damals neu entwickelte Zel-

luloid als Trägermaterial zu verwenden. Das zu spaltende Papier wurde zwischen zwei Zelluloidfolien so lange in ein Azetonbad gelegt, bis das Lösungsmittel vollständig verflogen war. Offenbar verbanden sich dadurch die angequollenen Zelluloidfolien mit dem Papier und ermöglichten so dessen Spaltung. Die gespaltenen Hälften wurden erneut in Azeton getaucht, um das Zelluloid wieder abzulösen. Dieses Verfahren war nur für unbeschädigte Papiere ohne Fehlstellen geeignet, die sich gleichmäßig mit dem Zelluloid verbinden ließen (Wächter 1987: 131).

Dem deutschen Restaurator *Max Schweidler* erschien das Papierspalten als „eine einfache Handhabung“ (Schweidler 1950: 73). Schweidler betonte als erster Restaurator, daß das Papier zum Zeitpunkt der Spaltung noch feucht sein sollte. Er spülte die Trägerpapiere und das Original in kaltem Wasser, ließ sie abtropfen und legte sie auf saugfähige Pappen, um weitere Feuchtigkeit zu entfernen. Ein reiner, erhitzter Knochenleim wurde auf eine Seite des Originals aufgebracht (Schweidler 1950: 73–74). Trägerpapiere, im Format etwas größer als das zu spaltende Papier, wurden beidseitig aufkaschiert. Da alle drei Papiere feucht waren, konnten Falten und Luftblasen leicht ausgebürstet werden, wobei sich gleichzeitig alle drei Schichten fest miteinander verbanden. Das Laminat wurde zwischen absorbierenden Pappen bis zur vollständigen Trocknung zunehmend beschwert. Die überlappenden Ränder des Trägerpapiers wurden an drei Seiten beschnitten, und das Spalten begann an einer dieser Seiten. Zum Ablösen der Trägerpapiere wurden die gespaltenen Hälften in ein Kaltwasserbad getaucht. Nach ihrer Trennung wurden die gespaltenen Papiere heiß gewässert, um Leimreste zu entfernen. Schweidler spaltete doppelseitige Kunstwerke, um diese dauerhaft zu trennen, er erwähnt jedoch nicht, ob er jemals die gespaltenen Hälften mit einem stützenden Papier kaschierte oder ob er die neu gewonnenen Rückseiten nachleimte oder glättete. Schweidler schreibt weiterhin, daß zum Spalten bestimmte Papiere eine homogene Struktur haben und frei von Klümpchen und Metalleinschlüssen sein sollten, da diese beim Spalten verloren gehen und kleine Löcher im Papier hinterlassen könnten.

In den Vereinigten Staaten wurde das Papierspalten seit den 1940er Jahren gelegentlich in der restauratorischen Behandlung einzelner Objekte eingesetzt. *William Spawn*, heute Honorary Curator des Bryn Mawr College, war als Buchrestaurator der American Philosophical Society in Philadelphia in den 50er Jahren einer der ersten Amerikaner, die Papier spalteten (Spawn 1999). Sein Interesse an diesem Verfahren erwachte beim Lesen von Schweidlers oben zitiertem Buch. Er folgte Schweidlers Anweisungen, verwendete jedoch Reisstärkekleister statt Knochenleim, um die Trägerpapiere aufzukleben. Wie Schweidler trennte er doppelseitige Kunstwerke, wenn er von Privatkunden darum gebeten wurde. Er nutzte das Papierspalten aber auch, um stark geschädigte Buchvorsatzpapiere aus der Sammlung der Philosophical Society zu verstärken. Da die Spalttechnik damals in den USA noch kaum bekannt war, wurde er häufig gebeten, an Universitäten und Bibliotheken darüber zu sprechen. Dies führte



3 Mario Morganas Apparat zur Papierspaltung. Das Diagramm verdeutlicht die Funktionsteile des abgebildeten Apparats. (Morgana 1932: 91, 93)

ihn auch an die verschiedenen Restaurierungsausbildungsprogramme, wo er die Technik gerne anhand von leicht spaltbaren Zeitungsblättern – vorzugsweise den Comics-Beilagen der Sonntagszeitungen – vor staunender Zuschauerschaft demonstrierte.

In den 1940er und 50er Jahren wurde das Papierspalten auch an der *Extra Bindery* der R.R. Donnelley & Sons Company in Chicago durchgeführt. Diese Buchbinderei war auf das Binden von Kunstbüchern und Faksimiles sowie auf Restaurierung spezialisiert. In einer Firmenbroschüre wird das Papierspalten zur Stabilisierung brüchiger Papiere empfohlen und als sichere Methode zum Trennen doppelseitiger Zeichnungen und Drucke angepriesen (The Lakeside Press: 32). Auf ungewöhnliche Weise kam die Spaltung dort auch bei komplizierten Restaurierungen zum Einsatz. So beschrieben Mitarbeiter der Buchbinderei in den 70er Jahren die Restaurierung eines gedruckten Dokuments. Dessen großflächige Fehlstellen wurden zuerst durch Anfasern ergänzt. Ein anderes, unbeschädigtes Exemplar dieses Druckes diente als Vorlage zur Erstellung eines Faksimiles auf modernem Papier. Der faksimilierte Druck wurde gespalten; einzelne Worte und Lettern des auf diese Weise stark gedünnten Papiers konnten nun auf die am Original angefaserten Bereiche zur Ergänzung fehlenden Texts aufgeklebt werden, ohne dadurch eine auffällige Zunahme der Blattstärke zu bewirken (Wiest 1979).

Auch heute noch ist das Papierspaltverfahren in den Vereinigten Staaten wenig bekannt und wird entsprechend selten praktiziert. Der einzige Restaurator, der die Technik der Papierspaltung beherrscht und auch gelegentlich anwendet, ist *Frank Mowery*, Chefrestaurator an der Folger Shakespeare Library in Washington. Während Spawn sich noch an Max Schweidler orientiert hatte, kam Mowery Wolfgang Wächters erstmals 1982 erschienenen Buch „Buchrestaurierung“ zu Hilfe. Im Jahr 1986 besuchte Wächter ihn auf seiner ersten USA-Reise, auf der er vor der Washington Conservation Guild über die Papierspaltmaschine sprach. Später reiste Mowery nach Jena, um an der Thüringischen Universitäts- und Landesbibliothek die Methoden des dortigen Chefrestaurators Günter Müller kennenzulernen. Auch Mowery selbst entwickelte daraufhin einige Neuerungen. Um festzustellen, zu welchem Zeitpunkt das mit Trägerpapieren kaschierte Original am besten zu spalten sei, setzt Mowery einen Feuchtigkeitsmesser (Sovereign Dual Probe Moisture Master) ein. Er läßt das beschichtete Papier solange ruhen, bis das Instrument auf der Oberfläche des Trägerpapiers einen Feuchtgehalt von ungefähr 14 % anzeigt; direkt nach der Spaltung zeigt das Innere des Originalpapiers noch einen Feuchtgehalt von 80 bis 90 % an. Mowery spaltet meistens Papiere aus den Sammlungsbeständen des 19. Jahrhunderts, die infolge früherer Restaurierungen, insbesondere durch unsachgemäßes Bleichen, brüchig geworden sind. Er bevorzugt in solchen Fällen das Papierspaltverfahren, weil es unauffällige und effektive Reparaturen ermöglicht und zudem seiner Erfahrung nach das Kernmaterial gegebenenfalls wieder ablösbar ist. Zur Zeit ist Mowery damit beschäftigt, zusammen mit dem Buchrestaurator Bill Minter ein Spaltgerät zu entwickeln, das auf der

Beloit-Papierspaltmaschine basiert. Diese Maschine wird in der Druckindustrie genutzt, um Papier in verschiedene Lagen zu trennen und so die Tintenpenetration zu bestimmen. Dabei wird das zu spaltende Papier beidseitig auf die Oberfläche metallischer Träger angefroren. Falls dieses Gerät jemals in Betrieb genommen werden kann, dürfte sich damit eine Spaltmethode ergeben, bei der sich das Aufkleben von Trägerpapieren und damit auch die wässrige Entfernung des dazu verwendeten Leims erübrigt (Mowery 1999).

## Papierspaltung in der Mengenrestaurierung

### Anfänge

Die Entwicklung der Papierspaltung als restauratorische Mengenbehandlung fällt in die Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg, als viele europäische Bibliotheken und Archive durch Zerstörung und jahrelange Vernachlässigung mit stark angewachsenen Problemen der Bestandserhaltung konfrontiert waren. Die Idee, das Papierspaltverfahren in der Mengenrestaurierung einzusetzen, kam zuerst in den 1960er Jahren auf, als zum Beispiel der tschechische Restaurator Josef Vyskocil die Verwendung der Spaltung zur Stabilisierung brandgeschädigter Papiere vorschlug (Müller 1970; Wächter 1987: 128). Der gleichfalls tschechische Restaurator L. Sedlecky verfiel darauf, zur Vereinfachung der Spaltung eine viskose Polyamidlösung als Träger zu verwenden (Wächter 1987: 128). Sedleckys Methode fand wenig Resonanz, wengleich sie später in einem deutschen Aufsatz über Buchrestaurierung erwähnt wird (Eckhardt 1967). Seidengaze (Chiffon) und „Jaconet“, ein feines Baumwoll- oder Leinengewebe, wurden von Vyskocil, Sedlecky und Eckhardt als Kernmaterial empfohlen. Eckhardt schlägt zu diesem Zweck auch Nylongewebe vor (Eckhardt 1967: 4–6). Es wurde außerdem entdeckt, daß der als Kernkleber verwendete Kleister durch die Zugabe von Alaun oder Formaldehyd wasserunlöslich gemacht werden kann (Sievers 1966).

### Das Jenaer Verfahren

In den 1960er Jahren begann Günter Müller, derzeitiger Chefrestaurator der Thüringischen Universitäts- und Landesbibliothek Jena, mit der manuellen Papierspaltung zu experimentieren (Abb. 4). Müller ist für die Erhaltung umfangreicher Bibliotheksbestände zuständig, die, teilweise durch den Zweiten Weltkrieg bedingt, starke Wasser-, Schimmel-, und Tintenfraßschäden aufweisen (Müller 1991: 1). Emissionen der umliegenden Industrien und der bibliothekseigenen, zwischen 1918 und 1988 eingesetzten Kohleheizungen trugen zum Papierzerfall bei. Besonders betroffen sind minderwertige Papiere. Viele brüchige Materialien müssen zuerst in die Restaurierungswerkstatt geschickt werden, bevor der Benutzer sie zur Einsicht erhält (Müller 1999).

Die dringende Notwendigkeit einer Mengenbehandlung zur Stabilisierung von Papier veranlaßte Müller zu jahrelangen Forschungen, die allerdings bis 1989 durch fehlende Kontakte mit dem westlichen Ausland eingeschränkt blieben. Als Müller mit seiner Arbeit begann, wurden zwei Methoden zur



Stabilisierung von Papier routinemäßig eingesetzt: das Kaschieren mit Seidenpapier und die damals noch neue Laminierung brüchiger Papiere in Celluloseacetatfilm. Die für dieses Verfahren benötigten Materialien und Geräte waren jedoch nur von westdeutschen Lieferanten und entsprechend schwer zu beziehen (Müller 1999). Nachdem er Proben laminiertes Blätter von dem amerikanischen Wissenschaftler William Barrow zur Begutachtung erhalten hatte, erkannte er, daß er ein billigeres Verfahren benötigte, das das Aussehen des Originals weniger beeinträchtigte und mit problemlos erhältlichen Materialien durchführbar war. Er untersuchte das von jugoslawischen Restauratoren entwickelte Anfaserverfahren, wurde jedoch bald auf die in Artikeln von Sievers und Vyskocil beschriebenen Papierspaltversuche aufmerksam (Sievers 1966; Müller 1999). Die möglichen Vorteile jenes Verfahrens erkennend, begann Müller mit den publizierten Methoden zu experimentieren und diskutierte in seinen frühen Veröffentlichungen auch deren Nachteile (Müller 1970). Im Lauf von 30 Jahren entwickelte er sein eigenes Papierspaltverfahren und verbesserte dessen Leistungsfähigkeit, um damit große Bibliotheksbestände behandeln zu können (Müller 1991). Inzwischen ist es Müller möglich, mit seinem patentierten Jenaer Papierspaltverfahren 400 Blatt pro Tag zu spalten.

Müllers Verfahren läßt sich auf der Grundlage von 1999 mit den Autoren geführten Gesprächen wie folgt beschreiben: Bücher werden entbunden, und alle zur Spaltung vorgesehenen Papiere oder Dokumente werden je nach ihrem Zustand oberflächengereinigt, naßbehandelt und angefasert. Wasserempfindliche Objekte werden vor der Spaltung nicht feucht behandelt, da Müller beobachtete, daß die zum Aufkaschieren der Trägerpapiere verwendete Gelatine manche wasserempfindlichen Tinten, vor allem Eisengallustinte, während der Spaltbehandlung vor dem Ausbluten schützt. Den Vorarbeiten folgt ein Papierspaltzyklus, der in der Regel 10 Tage dauert. In der Nacht vor dem Beginn des Spaltens wird eine 40%ige Gelatinelösung pharmazeutischer Qualität (170 Bloom) vor-

bereitet, der ein geringer Anteil Glycerin zugefügt wird (Müller 1999). Der erste Teil der Prozedur findet in einem kleinen Raum statt, der eine konstante Temperatur von 22 °C und eine relative Luftfeuchte von 70 % aufweist. Die flüssige Gelatine wird auf 60 °C erwärmt und auf Rollen gebracht, die sich in einer beheizten Anleimmaschine befinden. Die Trägerpapiere werden durch die Maschine geführt, wo sie eine Gelatinebeschichtung erhalten, deren Gleichmäßigkeit durch das Raumklima begünstigt wird. Dann wird das Trägerpapier auf einen Tisch gelegt und das kleinerformatige, trockene oder nur leicht gefeuchtete Original mittig aufgelegt, so daß ringsum der Rand des Trägerpapiers freiliegt. Das Original entspannt sich während dieser Arbeitsphase. Hat man ein Original ohne Fehlstellen vorliegen, so wird jetzt ein absorbierendes „Ausgleichspapier“ ganzflächig aufgelegt. Es klebt nur entlang den Rändern des Trägerpapiers. Die Ränder können daher nicht mit dem zweiten, später aufgebrachten Trägerpapier verkleben, so daß für das Original ein temporärer Sicherheitsrand für den Spaltprozeß entsteht. Das zwischen Trägerpapier und Ausgleichspapier ruhende Original wird zwischen zwei mit Polyethylenfolie verkleidete Pappen eines sogenannten Preßbuches gelegt. Die Folienverkleidung hält einen Großteil der Feuchtigkeit im Papier zurück. Mehrere Preßbücher gleicher Größe werden mit kaschierten Originalen gefüllt. Die Preßbücher werden einzeln für fünf Minuten gepreßt, um eine gute Verbindung zwischen den Papieren herzustellen. Bis zum nächsten Behandlungsschritt liegen sie aufeinandergestapelt. Das Ausgleichspapier wird nun mit einem scharfen Messer am Rand des Originals eingeritzt und der nichtklebende Teil über dem Original wird abgehoben. Ein zweites Trägerpapier wird mit Gelatine beschichtet und auf die offene Seite des Originals aufgebracht. Nun besteht das Laminat ganzflächig aus drei Papierlagen, wodurch ungleichmäßige Trocknung, Wellung und Einrisse während des Spaltens verhindert werden. Alle kaschierten Originale werden sodann wieder für einige Stunden gepreßt.

Fehlstellen wasserempfindlicher Originale können durch Anfasern oder Einfügen eines Ergänzungspapiers repariert werden. Jede dieser Ergänzungen wirkt in ähnlicher Weise wie das Ausgleichspapier, mit dem Unterschied jedoch, daß sie dauerhaft mit dem Original verbunden bleiben. Müller verwendet hierzu eine von ihm entwickelte „doppelte“ Spaltmethode, die zweier, einander folgender Spaltvorgänge bedarf: Zuerst wird das zwischen Trägerpapieren kaschierte Original gespalten. Dann wird ein ganzes Blatt eines passenden Ergänzungspapiers zwischen die frisch gespaltenen Hälften gelegt. Die Hälften werden wieder vereinigt und gepreßt, um das Ergänzungspapier im Bereich der Fehlstellen an die Trägerpapiere zu binden. Das Laminat wird daraufhin wieder geöffnet, wodurch das Ergänzungspapier sich in den Bereichen spaltet, in denen es mit der Gelatine verbunden ist. Überstehendes Ergänzungspapier wird um die Fehlstellen herum abgetrennt, und die so reparierten Spalthälften werden nach Einbringung des Kernpapiers zusammengeklebt.

Eine andere von Müller gepflegte Methode der Fehlstellenergänzung wird nach Angaben von Papierrestauratorin



4 Günter Müller zeigt einen partiell gespaltenen Autographen in der Werkstatt der Thüringischen Universitäts- und Landesbibliothek Jena (1969) (Mit freundlicher Genehmigung von Herrn G. Müller).

Eva Galinsky folgendermaßen durchgeführt: „Das Original mit den Fehlstellen wird auf das Ausfüllpapier gelegt. Dann erfolgt die erste Beschichtung. Innerhalb der Fehlstellen liegt jetzt die Gelatineschicht direkt auf dem Ergänzungspapier, unterhalb des Originals bleibt das Ergänzungspapier lose, da das Original es wie eine Maske vor der Gelatine schützt. Bei einer zweiten, rückseitigen Beschichtung wird die gesamte Fläche des Ausfüllpapiers erfaßt. Beim ersten Spaltvorgang, der das Original selbst nicht betrifft, wird jetzt das Ausfüllpapier in den Lücken von der Gelatine einseitig festgehalten und spaltet sich dabei dünn ab – oberhalb des intakten Originals kann es jedoch bequem abgenommen werden. In den Fehlstellen bleibt eine Schicht Ausfüllpapier. Das Original liegt jetzt 'ergänzt' vor, und die dritte Beschichtung erfolgt abermals von der Rückseite. Beim nächsten Spaltvorgang werden nun das Original und die Ergänzung gespalten, worauf das Kernpapier eingefügt werden kann.“ (Galinsky 2000a). Seit den frühen 1980er Jahren wird ein Anfasengerät zur Fehlstellenergänzung wasserunempfindlicher Objekte verwendet.

Die Gelatine stützt das fragile Original während des Spaltprozesses und bildet das für die Behandlung entscheidende Feuchtigkeitsreservoir. Im Idealfall verbleibt die Gelatine auf der Oberfläche des Originals, bewirkt jedoch die innere Feuchtung des Originals durch Diffusion des in ihr enthaltenen Wassers. Nur wenn die Viskosität der Gelatinelösung der Qualität des Originalpapiers angemessen ist, darf man eine Spaltung in dessen Zentrum erwarten. Ein dickes oder dichtes Papier läßt sich nur mit einer dünnflüssigen Gelatine ausreichend befeuchten. In ein dünnes oder poröses Papier jedoch würde diese Lösung zu tief eindringen und es steif und transparent machen (Müller 1999; Wächter 1999; Mowery 1999).

Zum Spalten wird das kaschierte Original in einen Schlitz zwischen zwei Tischen eingeführt. Die Papierhälften werden in entgegengesetzte Richtungen gezogen, bis sie vollständig getrennt sind. An einer Kante bleiben die beiden Träger verbunden, so daß ein Scharnier als Verbindung zwischen den gespaltenen Hälften verbleibt, das nach dem Einbringen des Kernpapiers zum deckungsgleichen Schließen dient (Müller 1999).

Die Viskosität des Kernklebers wird der Stärke des Papiers angepaßt. Je dünner das Papier ist, desto dickflüssiger muß der Klebstoff sein (Müller 1999; Wächter 1999). Mit Hilfe eines industriellen Hochgeschwindigkeitsmixers wird ein Klebstoff hergestellt, der folgende Bestandteile enthält (Müller 1989): 200 ml Acrylat D322, 4.000 ml destilliertes Wasser, 200 ml Ethanol, 75 g Carboxymethylcellulose, 75 g Methylcellulose, 20 g Kalziumkarbonat. Die Acrylatmischung wird vier Stunden lang gerührt und dann 12 Stunden lang zur Quellung der Celluloseaethermischung stehen gelassen. Früher wurde der Kernkleber mit einer Bürste auf das gespaltene Original aufgetragen. Heute werden die beiden Hälften manuell durch eine Anleimmaschine geführt. Ein dünnes Abaca-Filterpapier ( $\sim 4 \text{ g/m}^2$ ) wird auf eine der beiden beschichteten Hälften gelegt und die andere Hälfte darübergelegt (Müller 1999). Alle auf diese Weise zusammengefügte Papiere werden kurz in Preßbüchern gepreßt. Nur leichter Druck wird ausgeübt, um ein Eindringen des Kernklebers in die Papierhälften zu ver-

hindern. Die Papiere werden dann zwischen Strohrippen eingelegt und gestapelt, um ihnen Feuchtigkeit zu entziehen. Schließlich werden die auf den Strohrippen ruhenden Papiere einzeln auf Trockengestelle gelegt, wo sie über Nacht vollständig trocknen. Zum Schluß werden die Trägerpapiere mit einem besonderen Naßbehandlungssystem entfernt. In Stahlkassetten mit je 70 einzelnen Polyester Taschen werden die darin einliegenden Lamine für 15 Minuten in Becken getaucht, die mit de-ionisiertem Wasser gefüllt sind. Ein proteinabbauendes Enzym (Neutrase) kann dem Bad in geringer Konzentration zugefügt werden. Nach Ablösen der Trägerpapiere werden die Kassetten abschließend für 5 Minuten in ein Heißwasserbad (70 °C) getaucht (Müller 1999). Der Kernkleber bleibt von dieser Prozedur unberührt, während sich die Gelatine von der Oberfläche der Originale löst. Nach dem letzten Bad werden die Originale aus den Siebtaschen genommen und von den wiederverwendbaren Trägern getrennt. Müller benötigt 3 bis 4 Wochen, um 5 bis 10 geschädigte Bücher zu entbinden, zu behandeln und neu zu binden, wobei jedoch eine größere Anzahl von Objekten gleichzeitig verschiedene Behandlungsstadien durchlaufen.

### Das Leipziger Verfahren

Wolfgang Wächters Engagement zur Entwicklung effizienter Massenkonservierungsverfahren begann 1964 mit der Schaffung der Restaurierungsabteilung der Deutschen Bücherei in Leipzig. Als Ziel schwebte ihm vor, bei der Werkstattentwicklung „Forschungsergebnisse in die Praxis der Konservierung und Restaurierung zu überführen und die Kosten-Nutzen-Relation dieser Prozesse zu erhöhen“ (Wächter 1987b: 129). Wächter, der als ehemaliger Jenaer Student gut vertraut mit Müllers Arbeit war, begann in den 1970er Jahren, mit der Mechanisierung des Papierspaltes zu experimentieren. Nach 1990 hatte er eine Maschine entwickelt, die in fortlaufenden Behandlungsgängen Papier spalten und damit den Weg zur Massenbehandlung ebnete. Im Jahr 1992 wurde die westdeutsche Firma Becker Preservotec angeworben, um Wächters bereits weit fortgeschrittenes Konzept der Papierspaltmaschine zu fördern. Mit dieser Unterstützung wurde 1997 die Restaurierungsabteilung der ehemals Deutschen Bücherei, inzwischen Teil der Deutschen Bibliothek, als Zentrum für Bucherhaltung (ZFB) privatisiert. Das Unternehmen dient einer heute auch international wachsenden Kundschaft. Das erste voll arbeitsfähige Modell der Papierspaltmaschine wird seit 1997 eingesetzt. Im Moment beträgt die Kapazität 2000 bis 4000 Blatt pro Tag (Wächter 1999). Wertvolle Objekte werden am ZFB manuell gespalten.

Vorgelagert sind für gewöhnlich die folgenden Arbeitsgänge: das Entbinden von Büchern, Sortierung, Naßbehandlung, Entsäuerung und Desinfizierung der geschädigten Papiere. Ehemals routinemäßig durchgeführte oxidative Bleichbehandlungen entfallen, da man sich der Gefahr des Bleichens für den Erhalt der Papiersubstanz bewußt geworden ist. Gelegentlich wird ein kurzes Bad in einer 0,05%igen Natriumborhydridlösung zur Stabilisierung abgebauter Cellulose eingesetzt, was auch die Erhellung des behandelten



Papiers bewirken kann. Fehlstellen wasserunempfindlicher Papiere werden auf der von dem dänischen Restaurator Per Laursen entwickelten Anfasermaschine ergänzt. In Zukunft soll eine neue Anfasermaschine in die Spaltmaschine integriert werden. Das Anfasermaterial besteht aus Zellstoff, der von Papierfabriken bezogen wird.

Der Prozeß der Papierspaltung verläuft vom Kaschieren der Originale bis hin zum Ablösen der Trägerpapiere kontinuierlich. Die Maschine besteht aus drei Modulen, die ähnlich einer Fourdrinier-Maschine aufgestellt sind [4]. Im ersten Teil der Maschine werden Originale mit einer maximalen Breite von 48 cm manuell auf ein Fließband aufgelegt, das 50 cm breit ist und ein endloses Trägerpapier transportiert, das mit Gelatinekleber beschichtet wird. Wenn sie mit dem ersten Träger verbunden sind, werden die Originale nach einem kurzen Weitertransport von der anderen Seite her kaschiert. Ein Streifen Füllpapier rahmt die Originale seitlich ein, was verhindert, daß sich die Leimschichten an den Rändern der Trägerpapiere verbinden, was zu einem ungleichen Spaltergebnis führen würde. (Dieser Papierstreifen ist in seiner Funktion dem von Müller verwendeten Ausgleichspapier ähnlich.) Der Leim für die Trägerpapiere besteht aus 7000 ml Wasser, 2500 g Speisegelatine (220–250 Bloom) und 150 ml Glycerin (Wächter 1997: 110). Soll dünnes Papier gespalten werden, so wird eine stark viskose Gelatinelösung verwendet, um die Penetration von Feuchtigkeit in das Papier zu reduzieren. Die beidseitig kaschierten Originale durchlaufen mehrere Gummiwalzen, die bei genau einstellbarem Druck die Verklebung des Laminats sicherstellen. Die Rollen befinden sich unter einer Haube, die eine Kontrolle der Umgebungstemperatur und Feuchtigkeit erlaubt und dem Leim Zeit gibt, sich mit dem Original zu verbinden, bevor das Laminat die kurze Strecke zum nächsten Modul der Maschine zurücklegt. Dort werden die Trägerpapiere im rechten Winkel auseinandergezogen, wobei die Originale sich gleichmäßig in zwei Hälften aufspalten. Zwei Umlenkwalzen führen die beiden Hälften dann zum Punkt ihrer Wiedervereinigung. Die Spannung der Umlenkwalzen ist, wie alle anderen Teile der Maschine, justierbar, wobei die behandelten Blätter mit einer Geschwindigkeit von etwa 1 bis 2 m pro Minute geführt werden. Ein Mitarbeiter überwacht kontinuierlich ihre Funktion.

**5** Am ZFB maschinell gespaltene Papiere erhalten erst eine Kernklebstoffbeschichtung und werden dann bei gleichzeitiger Einfügung des Kernpapiers wieder zusammengeführt.



Wenn die Trägerpapierrolle gewechselt oder andere Umstellungen vorgenommen werden müssen, wird der Maschine Makulaturpapier zugeführt, bis wieder Originale bearbeitet werden können. Kurz vor der Wiedervereinigung werden die gespaltenen Hälften mit Kernkleber beschichtet. Ein Kernpapier auf einer Endlosrolle wird am Punkt der Zusammenführung zwischen die beiden gespaltenen Hälften geklebt (Abb. 5). Der von Wächter 1997 publizierte Kernkleber enthält 4000 ml destilliertes Wasser, 200 ml Acrylharz (optional), 200 ml Ethanol, 75 g Carboxymethylcellulose, 75 g Methylcellulose, 20 g Kalziumkarbonat/Magnesiumkarbonat, 30 g Galaktomanane und 1 g Captan (1,2,3,6 Tetrahydro-N-Trichloromethyl-Thiophthalimid; optional) (Wächter 1997: 111).

Die Zusammensetzung des Kernklebers wird der Dicke und Qualität des zu spaltenden Papiers angepaßt. Das Acrylharz wird zugefügt, um besonders schwache Materialien ausreichend zu verstärken. Die aus der Guar-Pflanze und dem Johannisbrotbaum gewonnenen Galaktomanane haben als Polysaccharide eine der Cellulose ähnliche chemische Struktur und fördern die Verbindung zwischen dem Kernmaterial und dem gespaltenen Original. Captan wurde am ZFB als Fungizid gewählt, weil es chemisch stabil ist und seine Wirkung ohne Nebeneffekte lange anhält (Wächter 1999). Als Kernpapier wird ein ungeleimtes Cellulosepapier (12 g/m<sup>2</sup>) verwendet, das 5 % Kalziumkarbonat enthält.

Dieses Laminat wird durch mehrere Rollen geführt, die für eine feste Verbindung der Spaltheilften mit dem Kernmaterial sorgen. Dann wird das Laminat zum dritten Teil der Maschine transportiert, wo es durch mehrere schmale Wasserbecken geführt wird, die für den abschließenden Spülzyklus zur Verfügung stehen. Die Becken enthalten heißes Wasser, das auf verschiedene Temperaturen erhitzt werden kann. Die Mitarbeiter können die Bedingungen in jedem Becken einzeln verändern und die Länge der Spülzyklen durch ein Auf- und Abwärtsbewegen der Rollen, die das Laminat in die Becken hinein und wieder herausführen, jeweils beeinflussen. Meist werden nur drei Spülzyklen benötigt, um die Gelatine aufzulösen und die Originale von den wiederverwendbaren Trägern zu trennen. Im ersten Becken beschleunigt eine zellulosefreie Protease (Corolase 7089, eine flüssige Bakterienprotease des *Bacillus subtilis*) das Ablösen der Trägerpapiere bei einer Temperatur von 55 °C (Wächter 1997: 114). Im zweiten und dritten Becken wird bei einer Temperatur von 70 °C das Enzym deaktiviert und die verbleibende Gelatine ausgespült. Die gespaltenen Blätter, die nun nur noch durch das endlose Kernpapier verbunden sind, werden durch eine Trocknungssektion geführt. Am Ende werden die Blätter durch eine lasersensor-gesteuerte Schneideinrichtung automatisch in Einzelblätter geschnitten. Derzeit beträgt der Preis pro Blatt ungefähr 8 DM (Wächter 1999).

### Bewertungen der Papierspaltung

#### Allgemeine Beobachtungen

Auf die Vorzüge erfolgreich durchgeführter Spaltungen ist oft hingewiesen worden. Sicherlich beeindruckt es auch heute

noch selbst den kritischen Betrachter, wenn er ehemals zermürbte, splinternde Holzschliffpapiere nach deren Behandlung wieder umblättern kann, ohne neue Risse und Ausbrüche zu verursachen. Der Leser einer 100 Jahre alten Zeitung kann infolge der Stabilisierung das Gefühl gewinnen, ein neueres, griffiges Blatt vor sich zu haben, das – abgesehen vom Inhalt – nur durch die Verfärbung des Materials auf sein wahres Alter hinweist. Das Papier gewinnt eine Biegsamkeit, die an seinen ursprünglichen Zustand, insofern er sich nach Jahren natürlicher Alterung noch einschätzen läßt, zu erinnern vermag. Auch kommt es dem Zeitungsbenutzer zugute, daß im Zuge des Spaltprozesses oft rings um das Blatt ein Rand angefasert werden kann, der, ebenfalls durch das durchgehende Kernpapier innen verstärkt, die Blattkanten beim Umblättern schützt und eine Bindung loser Zeitungsblätter außerhalb der Originalsubstanz ermöglicht, wodurch das Lesen zusätzlich erleichtert wird (Abb. 6). Der Besitzer eines durch Schimmel geschwächten Buches wird es ebenfalls begrüßen, die Seiten nach der Behandlung wieder gefahrlos umwenden zu können. Diese evidenten Vorzüge sollten wir auch dann nicht vergessen, wenn wir uns noch um die Klärung einiger kritischer Detailfragen zur Spaltung bemühen müssen und – wie weiter unten zu besprechen – bei heutigem Wissensstand Einschränkungen vor allem in Zusammenhang mit der Behandlung eisengallustintenbeschriebener Papiere machen müssen.

Einige der mechanischen Schwierigkeiten, die während des Spaltprozesses auftauchen können, seien hier genannt: Es kann passieren, daß die Trägerpapiere sich nicht ganzflächig mit dem Original verbinden, was unter anderem auf eine unangepaßte Viskosität der Gelatine und einen Zeitverzug beim Behandlungsablauf zurückzuführen ist. Die Spaltung kann ungleichmäßig verlaufen, wenn die Gelatine nicht äußerst gleichmäßig aufgetragen wurde und ihr Abbinden nicht ganz ebenmäßig verlief. Das Original kann durch starkes Eindringen der Gelatine transparent werden und eine ausgeprägte Steifheit erwerben. Dies kann auch dazu führen, daß das Originalpapier sich während der Ablösung der Träger-

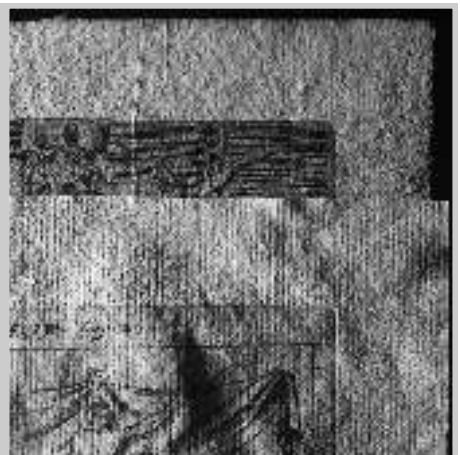
papiere im letzten Behandlungsdurchgang von dem Kernpapier löst, da die Protease den in das Original eingedrungenen Gelatinefilm zu lösen vermag. Ein zu schwacher und ungleichmäßig verteilter Kernkleber kann ebenfalls zur internen Lösung der Verklebung führen. Nicht ohne Grund meinen Experten, daß man mindestens 1000 Muster spalten sollte, bevor man sich an Originale wagt; jedoch bleibt das Spalten – wie übrigens auch andere restauratorische Vorgänge – auch in den Händen von erfahrenem Personal nicht ganz risikofrei.

In Erwartung einer günstig verlaufenden Spaltbehandlung lassen sich eine Reihe möglicher physischer Veränderungen des Originals im voraus bedenken. Bei einem durch Spaltung verstärkten Objekt ist zunächst vielleicht eine Glättung des Papiers zu bemerken. Zum einen liegen die behandelten Blätter plan, verlieren also, soweit noch vorhanden, ihre natürliche Welligkeit wie auch gegebenenfalls die durch Druckvorgänge bedingte charakteristische Reliefstruktur. Zum anderen ist es in der Tat fast unmöglich, die originale Oberflächentextur des Papiers vollständig zu erhalten. Es kann zu einem relativ geringen Verlust der Textur kommen, doch kann diese von Fall zu Fall auch weitgehend verpreßt werden (Abb. 7). Auch kann sich das Papier steifer anfühlen, je nach der Konsistenz und Menge des aufgetragenen Kernklebstoffs und der Menge des eventuell oberflächlich verbleibenden Gelatineklebstoffs. Natürlich ist auch eine Zunahme der Papierstärke zu verzeichnen. Im Durchlicht zeigt sich oft, daß das Papier zwar etwas weniger lichtdurchlässig ist, aber seine herstellungsbedingte charakteristische Faserverteilung noch erkennbar bleibt (Abb. 8). Beta-Radiographien der Wasserzeichen vor und nach der Behandlung unter konstanten Aufnahme- und Entwicklungsbedingungen zeigen, daß Wasserzeichen nach dem Papierspalten noch nachweisbar sind – vorausgesetzt, die beiden Hälften wurden deckungsgleich zusammengefügt (Abb. 9). Die Paßgenauigkeit der gut 100 von uns begutachteten Blätter war meist ausgezeichnet. Es kommt jedoch vor, daß kleine Verschiebungen bei der Wiedervereinigung der gespaltenen Papierhälften entstehen (Abb. 8). Auch können nicht unerhebliche Substanzverluste, vor allem bei stark geschädigten Eisengallustinten, entstehen



**6** Durch Spaltung verstärkte Zeitungen an der Thüringischen Universitäts- und Landesbibliothek Jena. Unbehandelte Vergleichsobjekte liegen im Hintergrund.

**7** Mit Radierungen illustrierte Buchseiten (Detail, Streiflicht); nach der Wässerung (unten) und nach darauf folgender Spaltbehandlung (oben, mit ursprünglich vorhandener Falte).



(Abb. 10; Abb. auch bei Fuchs et al. 2000). Kleine Partien des Papiers werden unter Umständen nicht gespalten, vor allem wenn ein geknicktes Papier vor der Behandlung nicht glatt ausgerichtet wurde (Abb. 11).

**Wissenschaftliche Bewertungen**

Die Papierspaltung ist bisher in drei publizierten Untersuchungen bewertet und teils auch mit anderen Papierstabilisierungsverfahren (Laminierung, Nachleimung, Anfasern, Parylen-Imprägnierung) verglichen worden (Vilmont et al. 1996/1996b; Bansa et al. 1997; Liers et al. 1996). Dabei ist die physikalische Festigkeit der wichtigste untersuchte Parameter gewesen, doch haben auch andere Faktoren wie das Erschei-

nungsbild und die Wiederholbarkeit des Spaltprozesses Beachtung gefunden. In den letzten zwei Jahren sind außerdem bis dahin vernachlässigte Teilfragen der Spaltung aufgegriffen worden, deren Resultate noch nicht vollständig vorliegen (Kolbe et al. 1999/2000; Galinsky 2000b).

**Physikalische Eigenschaften.** Im Auftrag der Bibliothèque Nationale de France führte das Centre du Papier an der Universität von Grenoble eine Studie über Laminierung und Papierspaltung durch (Vilmont et al. 1996/Vilmont et al. 1996b). Das Laminat wurde hergestellt, indem auf eine Seite des zu verstärkenden Papiers entweder ein Papier oder Polyamidfasermaterial unter wahlweiser Verwendung eines Acryl- oder Polyamidklebstoffes aufgebracht wurde. Die Papierspal-



**8** Zeitungsblatt nach der Verstärkung durch Spaltung (Detail, Durchlicht). Die ursprüngliche Wolkigkeit des Papiers ist gut erkennbar. Nur im oberen, rechten Bereich liegen die Spalthälften nicht vollkommen präzise übereinander.



**9** Wasserzeichen eines handgeschöpften Papiers (Kontaktabzüge von Beta-Radiographien). **a** (links): vor der Spaltbehandlung. Unschärfe Stellen sind bedingt durch die natürliche Wellung des Papiers. **b** (rechts): nach der Spaltbehandlung. Das Wasserzeichen ist noch lesbar. Die Einfügung des Kernpapiers erklärt den leichten Kontrastverlust.



**10** Eisengallustintenbeschriebenes Papier nach der Verstärkung durch Spaltung (Detail; eine Linealeinheit entspricht 1 mm). Eine Fehlstelle (0,5 mm Durchmesser) zeigt sich innerhalb der Tintenlinie.

**11** Ein V-förmiger Riß (4 mm breit) im Schriftspiegel einer illustrierten Buchseite bedingte die Umfaltung des Papiers im Rißbereich. **a** (links, recto): unterhalb des linken Armes der Figur



zeigt der Mantel eine Fehlstelle. Der dort fehlende Druck ist verso (**b**, rechts) zwischen der 5. und 6. Zeile als dunkles Dreieck erkennbar.

tung wurde manuell unter Aufsicht von Wolfgang Wächter in der Deutschen Bücherei durchgeführt. Drei verschiedene Kernpapiere wurden getestet: Japanisches Kozu-Papier sowie gebleichte und ungebleichte Baumwollpapiere. Zwei Arten modernen Papiers wurden durch eine der beiden Methoden verstärkt. Sie wurden vor und nach einer künstlichen Alterung auf mechanische und optische Eigenschaften geprüft. Insgesamt wurde von Vilmont et al. die Spaltung der Laminierung vorgezogen [5]. Eine weitere Studie zeigte, daß das Papierspalten den pH-Wert von Papieren um etwa 3,5 Einheiten erhöht (Liers et al. 1996). Die Zugfestigkeit von nachgeleimtem Papier war niedriger als die von gespaltenem Papier, besonders im Hinblick auf stark geschwächte Bereiche. Helmut Bansa und Ritsuko Ishii testeten sechs unterschiedliche Papiere, unter denen sich auch historische, geschädigte Muster befanden (Bansa et al. 1997). Sie verwendeten drei Kernkleber für die im Hause ausgeführte manuelle Papierspaltung und verglichen die Spaltung mit Anfaserung, Laminierung und Parylenimprägnierung. Die Muster wurden vor und nach der künstlichen Alterung einer Stabilisierungsbehandlung unterzogen. Von den drei Kernklebern – Stärkekleister, Acrylemulsion, Methylcellulose – erbrachte letzterer die beste Zugfestigkeit. Anfaserung und Laminierung erbrachten eine der Spaltung vergleichbare Zunahme der Zugfestigkeit, während Parylen schlechter abschnitt und einige Nebenwirkungen zeigte [6]. Vilmont et al. fanden bei künstlich gealterten, gespaltenen Papieren 55 % Dickenzunahme im Vergleich zu nicht stabilisierten Papieren (laminierte Papiere zeigten 146 % Dickenzunahme). Bei tintenfraßgeschädigten Proben fand Kolbe stark variierende Dickenzunahmen von 0 bis 35 % (Kolbe et al. 2000).

**Erscheinungsbild.** Vilmont et al. stellten fest, daß während der künstlichen Alterung gespaltene Papiere stärker vergilben als solche, die durch Laminierung versiegelt worden waren. Laminierung veränderte jedoch das Erscheinungsbild und die Lesbarkeit der Dokumente stärker, als dies bei gespaltenen Papieren der Fall war. In ihrer Schlußfolgerung favorisierten Vilmont et al. das Papierspalten gegenüber der Laminierung wegen seiner ästhetisch befriedigenderen Ergebnisse (Vilmont et al. 1996). Bansa und Ishii beobachteten, daß keine der vier getesteten Methoden – Anfaserung, Spaltung, Laminierung und Parylenimprägnierung – von einer Bewertergruppe einheitlich als optisch bestes Behandlungsergebnis angesehen wurde (Bansa et al. 1997).

**Wiederholbarkeit der Spaltung.** Wächter zufolge kann ein durch Spaltung verstärktes Papier einer Neubehandlung unterzogen werden, indem ein neues Trägerpapier aufgeklebt, der schon existierende Spalt geöffnet und das alte Kernpapier durch ein neues ersetzt wird (Wächter 1999). Auch das französische Team untersuchte, ob die Spaltung eines schon auf diese Weise stabilisierten Papiers wieder rückgängig gemacht werden kann (Vilmont et al. 1996). Ein zehnmütiges Wasserbad löste die beiden gespaltenen Papierhälften leicht vom Kernpapier. Die mit Polyamidklebern laminierten Papiere dagegen erforderten ein mehrstündiges Bad in organischen Lösungsmitteln. Allerdings ist hinzuzufügen, daß dieses

Ergebnis mit Vorsicht zu bewerten ist, da stark geschädigte Objekte einen zweiten Behandlungsgang unter Umständen nicht schadlos überstehen. Höge (1981) löste gespaltene Papiere vom Kern, indem er das stabilisierte Blatt in 75 % Ethanol und 25 % Wasser tauchte. Gast (1993) und Mowery (1999) beobachteten ebenfalls, daß durch Spaltung stabilisierte Papiere wieder getrennt werden können. Die Behandlung von durch Spaltung verstärkten Papieren im Falle ihrer nachherigen Schädigung durch Wassereinfluß hat bisher noch niemand untersucht.

**Stabilisierung eisengallustintengeschriebener Manuskripte.** Eine der strittigsten derzeitigen Diskussionen zum Thema Spaltung betrifft den Erhalt stark geschädigter, eisengallustintenbeschriebener Papiere. Die gegensätzlichen Meinungen, die aufgrund des derzeit fast monatlichen Erkenntniszuwachses über die Erhaltung dieser korrosiven Tinten laufender Veränderung unterworfen sind, lassen sich hier nur kurz referieren. So wurde festgestellt, daß Manuskripte, die einige Jahre zuvor durch Spaltung stabilisiert worden waren, zur Zeit der Untersuchungen immer noch neutrale bis alkalische pH-Werte aufwiesen (Haberditzl 1999). Sie waren frei von schädlichen  $Fe^{2+}$ -Ionen und zeigten auch nach der Behandlung keine Fluoreszenz unter Schwarzlicht, deren Auftreten auf neu beginnende Verfallsprozesse hinweisen könnte. Bansa bemerkt, daß der Zusatz einer Polyacrylatdispersion im Kernklebstoff bei Tintenfraßschädigungen unumgänglich ist, wenn man diese oft hydrophoben Partien ausreichend sichern will (Bansa et al. 1999: 302). Kolbe und Banik bestätigten in ihren jüngsten Untersuchungen, daß die Papierspaltung geeignet sei, „Tintenfraß in chemischer Hinsicht zu blockieren“ (Kolbe et al. 2000). Jedoch zeigt sich ein erhebliches Problem darin, daß sich das Papier im Bereich des Tintenauftrags nicht immer gleichmäßig spalten läßt und dort erhebliche Substanzverluste vor allem bei stark tintenfraßgeschädigten Papieren auftreten können. Bedingt ist dieser Verlust unter anderem dadurch, daß die tintenbeschriebenen, oft schon geschwächten und von Haarrissen durchzogenen Papierbereiche bei der Entfernung der Trägerpapiere an diesen hängen bleiben, statt am Kernpapier zu haften. Daher müsse „die Papierspaltung für die Behandlung von Tintenfraß [...] als risikoreich eingeschätzt werden“ (Kolbe et al. 2000). Auch Fuchs et al. beobachteten, daß stark geschädigte Tintenbereiche sich nicht spalteten und in ihrer Gänze auf einer Seite des Kernpapiers zu liegen kamen, was die Lesbarkeit des Textes beeinträchtigte (Fuchs et al. 2000). Über den positiven Einfluß der Gelatineschicht auf die Erhaltung der Tinte während des Spaltprozesses hat es einige Spekulationen gegeben. Man nimmt an, daß die Gelatine sich mit den Metallionen in der Tinte verbindet, derart die Tinte fixiert und ein Ausbluten verhindert, während die Träger im abschließenden Bad abgelöst und im Papier enthaltene Säuren ausgespült werden (Müller 1999, Wächter 1999). Kolbe untersuchte die chemische Interaktion der Gelatine mit der Eisengallustinte und bewies, daß die Gelatine unter bestimmten Voraussetzungen in der Lage ist, die im Tintenbereich freiwerdenden  $Fe^{2+}$ - und  $Fe^{3+}$ -Ionen (auch Kupferionen) an sich zu binden

und deren schädliche katalytische Aktivität zu hemmen (Kolbe et al. 2000). Jedoch ist es gerade diese eigentlich positiv zu bewertende Interaktion, die bei der Spaltbehandlung das Ablösen der Träger erschwert und daher Substanzverluste der Tinte bewirkt. Diese Reaktionen sind abhängig von dem im Papier herrschenden pH-Wert, der Einwirkungszeit und dem Verhältnis der Proteine und Metallionen zueinander.

**Enzymatische Trägerablösung.** In der Behandlung wasserunempfindlicher Objekte lassen sich am Ende der Spaltbehandlung ausgiebige Wässerungen bei teils erhöhter Temperatur zur Desaktivierung und anschließenden Ausspülung der zur Lösung der Trägerpapiere verwendeten proteinabbauenden Industrieenzyme (Neutrase, Corolase) durchführen. Bei der Behandlung wasserempfindlicher, vor allem tintenbeschriebener Papiere jedoch müssen alle mit der Spaltung verbundenen wäßrigen Behandlungen soweit eingeschränkt werden, daß Veränderungen im Erscheinungsbild der Tintenbereiche auszuschließen sind. Es ist nicht völlig geklärt, ob in diesem Fall gelegentlich Reste abgebauter Gelatine und desaktivierte Enzyme auf der Papieroberfläche verbleiben. Innerhalb eines Projekts der Deutschen Forschungsgemeinschaft am Institut für Erhaltung von Archiv- und Bibliotheksgut in Ludwigsburg analysiert zur Zeit Galinsky die einzelnen Arbeitsschritte des Spaltprozesses, um in Zusammenarbeit mit dem Physiologisch-Chemischen Institut der Universität Tübingen immobilisierte, daher besser kontrollierbare und wiederverwendbare Enzyme zur Ablösung der Trägerpapiere in die Hand- und Maschinenspaltung einzubringen (Galinsky 2000 b).

### Das Erkennen von Spaltbehandlungen

Es ist nicht immer leicht erkennbar, ob ein Blatt Papier früher bereits einmal gespalten wurde, besonders wenn es sich um eine undokumentierte Trennung von recto und verso handelt, die Behandlung besonders exakt durchgeführt wurde, der Originalzustand des Papiers unbekannt ist oder keine ungespaltenen Vergleichsobjekte verfügbar sind. Selbst in Fällen, in denen die Behandlung unbeholfen durchgeführt wurde und Zeichen einer vorangegangenen restauratorischen Manipulation erkennbar sind, kann die Betrachtung des Originals verwirrende Fragen aufwerfen, wie das folgende Beispiel zeigt.

Eine Zeichnung von Alberto Giacometti erreichte das Schweizer Labor der Restauratorin Florence Darbre Gubbins. Die Zeichnung war auf ein westliches Papier kaschiert und wies auf der Vorderseite dunklere lokale Verfärbungen auf (Abb. siehe Darbre Gubbins 1999). Im Durchlicht ließ sich erkennen, daß das originale Rives-BFK-Papier in manchen Bereichen stark gedünnt war. Diese Bereiche entsprachen den vorderseitigen Verfärbungen. Die Oberfläche der Zeichnung zeigte Spuren von Leimresten und eine leichte, für dieses Papier unnatürliche Gewebestruktur. Gubbins folgerte, daß das Papier gespalten worden war, vermutlich um recto und verso zu trennen. Giacometti benutzte bekanntlich oft beide Seiten eines Papierblattes zum Zeichnen, was diese Annahme zusätzlich plausibel macht. Vermutlich wurde die Spaltung vor längerer Zeit durchgeführt, da es sonst nicht zu der durch die rückwärtige Kaschierung bedingten Verfärbung des Ori-

ginalpapiers gekommen wäre. Gubbins entfernte die Kaschierung und glich die gedünnten Papierbereiche durch ein kompliziertes Angußverfahren aus, indem sie über dem Saugtisch einen verdünnten Faserbrei mit der Pipette auf die Papierrückseite auftrug und die Arbeit kontinuierlich auf dem Leuchttisch kontrollierte. Die Behandlung ermöglichte auch die Entfernung der Flecken auf der Vorderseite und verbesserte die Oberflächentextur des Papiers. Anhand von Gubbins' Beobachtungen läßt sich die ältere Literatur zum Papierspalten besonders aufmerksam in Bezug auf diejenigen Teile des Verfahrens lesen, die Veränderungen am Erscheinungsbild der behandelten Papiere verursachen könnten (Tab. 1).

### Schlußbemerkungen

In den 160 Jahren seiner Existenz hat das Papierspalten eine bemerkenswerte Entwicklung durchlebt. Erfunden und genutzt wurde es ursprünglich in der damals noch geheimnisumwitterten Atmosphäre der Restauratorenwerkstätten, in denen es zur Trennung von doppelseitigen Kunstwerken diente. Inzwischen jedoch ist das Papierspalten zu einem international beachteten Mengenkonservierungsverfahren beindruckender Größenordnung geworden. Einhergehend mit seiner Popularisierung wurden einige wissenschaftliche Untersuchungen zur Stabilität von durch Spaltung verstärkten Papieren durchgeführt, die eine große Zunahme der mechanischen Belastbarkeit auch nach künstlicher Alterung verzeichneten und die Lesbarkeit behandelter Dokumente positiv bewerteten. In weiteren Untersuchungen widmet man sich derzeit chemisch-technischen Teilfragen der Spaltung, zum Beispiel der Nutzbarkeit von Papierspaltung zur Restaurierung eisengallustintenbeschriebener Papiere. Die genaue Analyse der einzelnen Arbeitsschritte wird eine wissenschaft-

Die originale Oberfläche kann aufweisen:

- > Fragmente des Trägermaterials (Papier, Geweberückstände, Reste von Polyamidbeschichtung oder Zelluloidfolie)
- > Reste des zum Aufbringen des Trägermaterials verwendeten Klebstoffs (Proteinleim, Stärkekleister, Polyamidklebstoff)
- > Veränderungen der Oberflächenstruktur des Papiers und der darauf befindlichen Schrift oder Bilder

Ein durch dauerhafte Trennung von recto und verso halbiertes Papier kann aufweisen:

- > recto: Veränderungen der originalen Papieroberfläche (siehe oben)
- > geringe Papierstärke
- > verso (Spaltseite): fehlende Schrift oder Bilder
- > verso: fehlende Sieb- oder Filzstruktur
- > verso: Kaschierung

Ein zur Einbringung eines verstärkenden Kernmaterials gespaltenes Papier kann aufweisen:

- > Veränderungen der originalen Papieroberfläche (siehe oben)
- > Verbräunung durch nicht alterungsbeständige Kernmaterialien
- > unnatürliche Steifheit und Dickenzunahme des Papiers
- > lokal auftretende Delamination des originalen Papiers vom Kernpapier
- > fehlende Paßgenauigkeit der zusammengefügtten Papierhälften

Tab. 1: Potentielle Veränderungen im Erscheinungsbild von durch Spaltung behandelten Papieren

liche Standardisierung des gesamten Verfahrens erlauben, wodurch es in absehbarer Zukunft möglich werden soll, „Originale entsprechend einer individuellen Risikoeinschätzung objektgerecht in einem reproduzierbaren Verfahrensablauf zu spalten“ (Galinsky 2000b). Galinsky schlägt in diesem Zusammenhang vor, gegebenenfalls sogar Spaltbehandlungen verschiedener Gütequalität zu entwickeln, um damit die Sonderbehandlung besonders wertvoller Objekte zu sichern und gleichzeitig den Bedarf für Papierspaltung in der Mengenrestaurierung preisgerecht zu decken.

Aus der Papierspaltung ergeben sich nicht nur naturwissenschaftlich zu bearbeitende Fragestellungen, sondern auch Überlegungen bezüglich der Zielrichtung seiner Nutzung. Einige Restauratoren sind dem Papierspaltverfahren mit Ablehnung begegnet, nicht zuletzt, weil sie auch seinen Mißbrauch innerhalb eines ehemals durch Satzungen noch wenig gefestigten Berufsfeldes fürchteten. Dies ist vor allem verständlich angesichts ungerechtfertigter Anwendungen und unsachgemäßer Durchführungen der Spaltung, wie sie beispielsweise bei der oben genannten Zeichnung Alberto Giacomettis vorliegen. Weit schwerwiegender als diese heute eher seltenen Übertretungen restauratorischer Vorgaben ist jedoch der Umstand, daß das Verfahren einen erheblichen Eingriff in die Materie des Originals darstellt und nicht rückgängig zu machen ist, selbst wenn es gelingt, das Kernpapier zu entfernen: Die mittige Trennung des Papiers ist endgültig. Aus diesem Grund bezeichnete A. D. Baynes-Cope die Papierspaltung als eine nicht reversible „Ultima ratio“-Behandlung [7] (Baynes-Cope 1989/90/91: 345). Dieses „letzte Mittel“ der Erhaltung stellte seiner Ansicht nach eine ernstzunehmende Verletzung des Originals dar. Interessanterweise verwendet auch Müller diesen Begriff, um das Papierspalten zu charakterisieren (Müller 1970: 642). Während Baynes-Cope jedoch warnend das bei der Spaltung drohende Ende des Originals proklamiert, sieht Müller wie auch andere Befürworter in ihr eine Form der Wiederbelebung, die dem Original zu einer Lebensverlängerung verhilft. Wenn man die Entlehnung des Ultima-ratio-Begriffs aus der Kriegsführung bedenkt und sich damit der Strategie gewaltsamer Zerstörung als „letztem Mittel“ der Interessenvertretung erinnert, so darf es nicht wundern, daß dieser Begriff als restauratorisches Schlagwort eine gewisse Widersprüchlichkeit birgt und deshalb von Baynes-Cope und Müller mit verschiedener Wertung ausgesprochen werden konnte. Auch ein weiterer Begriff mag für Verwirrung sorgen. Müller und Wächter sprechen im Zusammenhang mit der Papierspaltung gerne von „originalgetreuer“ Restaurierung, womit sich die Wiederherstellung der ursprünglichen Funktionsfähigkeit des Objekts bezeichnen, jedoch nicht der damit einhergehende Substanzeingriff erfassen läßt (Müller 1970: 642; Wächter 1997). Auch der gerne verwendete Begriff der „Gesamtstabilisierung“ erklärt nicht, in welcher Weise chemische und mechanische Zustandsveränderungen zu diesem Eindruck beitragen (Müller 1999b). Diese umschreibenden Begriffe lassen erkennen, daß die Papierspaltung sich aus sehr unterschiedlichen und sprachlich nicht leicht zu vereinbarenden Blickwinkeln betrachten läßt. Dies könnte eine

Erklärung dafür sein, daß Meinungsäußerungen zum Papierspalten sich oft entweder auf den strukturellen Aspekt oder das erzielte Endergebnis konzentrieren. Vereinfacht gesagt: Der archäologisch Interessierte wird an die Störung der Papiersubstanz oder die beeinträchtigte Aura des authentischen Originals denken, der Bibliotheksbesucher an die verbesserte Nutzung der darauf befindlichen Information.

Es bleibt damit die Frage offen, welche Art von Objekten gespalten werden sollten. Viele der Dokumente, die heute durch Spaltung verstärkt werden, sind unersetzbar, jedoch zählen sie in ihrer Mehrzahl nicht zu den großen Sammlungskostbarkeiten. Es ist daher vergleichsweise einfach, überzeugende Argumente für das Spalten dieser Materialien zu finden, besonders da sich die Notwendigkeit neuer Behandlungsmethoden für brüchige Papiere in den letzten Jahren verdichtet hat: „Es zeigt sich, daß die Verfügbarkeit digitaler Ersatzformen eine erhöhte Nachfrage nach Originalquellen erzeugt hat, statt eine Abnahme der Nachfrage [...] zu bewirken. Dies hat den Bibliotheken eine weitere Last bei der Erhaltung und Zugänglichmachung von Beständen aufgebürdet“ (Smith 1999: 2–3). Zu den sinnvoll spaltbaren Materialien zählen beispielsweise die Großzahl brüchiger Zeitungen auf industriell hergestellten Papieren des 19. und 20. Jahrhunderts. Für die zur Spaltung geeigneten Objekte ergeben sich weitere nennenswerte Fragen, zum Beispiel bezüglich der späteren Wiederholbarkeit der Spaltung nach der zu erwartenden Alterung des gespaltenen Originals. In diesem Zusammenhang könnte man sich auch fragen, ob einzelnen Objekten die Ausstattung mit einem stärkeren Kernpapier ästhetisch zumutbar ist, um die Notwendigkeit einer späteren Spaltung mit größerer Sicherheit ausschließen zu können. Auch wäre die Erarbeitung von Notfallmaßnahmen für gespaltene, durch Überschwemmungen geschädigte Bibliotheksbestände wichtig, da die Erweichung, Verklebung und Gewichtszunahme feucht-nasser Papierstöße durch die vorhandenen Kernmaterialien begünstigt würde. Die Effizienz künftiger Entsäuerungsmaßnahmen an behandelten Objekten bleibt ebenfalls zu untersuchen.

Weit schwieriger zu beantworten ist die Frage, ob einzigartige, wertvolle Objekte durch Spaltung verstärkt bzw. stabilisiert werden sollten. Ist dieses Problem erst einmal aufgeworfen, so entwickelt es ein gewisses Eigenleben. Bansa schlägt einschränkend folgendes Kriterium der Urteilsfindung vor: „Das Papierspaltverfahren ist, insgesamt gesehen, doch von so starker Wirkung auf die Integrität eines Objekts, daß seine Anwendung auf wertvolle und seltene Stücke die seltene Ausnahme sein muß, beschränkt auf Stücke, die sonst verloren wären und deren Integrität durch jede [andere] Maßnahme ebenso oder stärker beeinträchtigt würde.“ (Bansa et al. 1999: 302). Vielleicht kann in dieser Frage nur bedingt ein überregionaler Standard Gültigkeit erlangen, da restauratorische Entscheidungen nicht nur die Art des Objekts zu berücksichtigen haben, sondern sich auch nach institutionellen Gegebenheiten richten müssen. Da zu diesen besonders wertvollen Sammlungsbeständen auch vielfach Autographe gehören, muß man hier außerdem die neueren, zu großer



Vorsicht gemahnenden Forschungserkenntnisse berücksichtigen, die nicht geklärte Probleme und erhöhte Nebenwirkungen bei der Spaltbehandlung stark tintenfraßgeschädigter Objekte offenlegen.

Je nach Art und Zustand des zu erhaltenden Objekts, auch je nach der Art seiner schwerpunktmäßigen Nutzung innerhalb einer Sammlung, und je nach der Bewertung dieser Faktoren durch zuständige Restauratoren und Sammlungsbetreuer wird man sich für oder gegen die Spaltbehandlung entscheiden. Dabei wird es wichtig sein, unverbindliche, jedoch informative, leicht überschaubare Kriterien zu erarbeiten, die den Verantwortlichen die im Einzelfall schwierige Entscheidungsfindung für die eine oder andere restauratorische oder konservatorische Behandlung erleichtern werden. Dies sollte unter Beachtung der Vorteile, jedoch auch der im voraus kalkulierbaren Nebenwirkungen der Spaltung geschehen, wobei auch der Vergleich mit anderen Möglichkeiten der Papierverstärkung sinnvoll wäre und der Einsatz ausschließlich präventiver Maßnahmen im Blickfeld bleiben sollte.

### Danksagung

- > Unserer besonderer Dank gilt Herrn Ernst Becker und Prof. Dr. Wolfgang Wächter in Leipzig sowie Herrn Günter Müller in Jena für die Ermöglichung unserer Besuche und für die freundliche Beantwortung unserer Fragen. Mit Prof. Dr. Gerhard Banik und Frau Gesa Kolbe (Stuttgart) und Frau Eva Galinsky (Ludwigsburg) führten wir informative Gespräche. In Buffalo haben Herr Dan Kushel und Dr. Christopher Tahk unser Projekt durch ihr Interesse gefördert. Schließlich danken wir Frau Luigina Chiaberta für ihre Übersetzungshilfe und Frau Helmgard Wallner für Informationen über Josef Meder.

### Anmerkungen

- [1] Von I. Brückle überarbeitete Version des Artikels „Paper Splitting: History and Modern Technology“ (Journal of the American Institute for Conservation, Fall/Winter 2000). Anja Niemeyer (ZFB, Leipzig) erstellte die Rohfassung der deutschen Übersetzung.
- [2] Obwohl Schweidlers Methoden heute nur noch selten zur Anwendung kommen, werden seine Reparaturen von Graphiken, soweit sie sich erhalten haben, wegen der Feinheit ihrer Ausführung doch allgemein bewundert. Die Papiere, die Schweidler für seine Reparaturen nutzte, schärfte er an den Rändern mit einem Messer aus, um sie den ebenfalls ausgeschärften Rändern an den Fehlstellen des Originalpapiers anzupassen.
- [3] Bonnardot ist einer der wenigen frühen Autoren, die sich detailliert über die Qualität des zu verwendenden Proteinleims äußern. Oft bleibt in den historischen Quellen unklar, ob Knochenleim oder Gelatine zu verwenden sei. Moderne Knochenleimsorten sind bekanntlich verunreinigter, dunkelfarbiger und in getrocknetem Zustand von größerer Härte als die verschiedenen heute erhältlichen Gelatinetypen.
- [4] Die ersten beiden Module sind von Wächter 1996 beschrieben worden, das dritte, neueste Modul findet sich in einem weiteren Artikel von 1998 (Wächter 1996, Wächter 1998).
- [5] Die durchschnittliche Zunahme an Zugfestigkeit in Laufrichtung der gespaltenen Papiere (125 %) übertraf die der laminierten Papiere (74 %). Die durchschnittliche Zunahme der Berstfestigkeit war beinahe gleich für das gespaltene Papier (147 %) und für das laminierte Papier (143 %). Nur die durchschnittliche Falzfestigkeit (Maschinenrichtung) war bei den laminierten Papieren sehr viel höher im Vergleich zu

gespaltenen Papieren. (Vilmonts Ergebnisse beruhen auf Spaltungen, die am ZFB durchgeführt wurden.)

- [6] Die durchschnittliche Zugfestigkeit in Laufrichtung der vorgealterten, stabilisierten Papiere erhöhte sich stark im Vergleich zu nicht stabilisierten Kontrollpapieren (100 %): Gespaltene Papiere mit einem Kernkleber, der Methylcellulose enthielt, hatten die höchste durchschnittliche Zugfestigkeit (329 %). Gespaltene Papiere, bei denen Kleister als Kernkleber verwendet wurde, hatten eine durchschnittliche Zugfestigkeit von 172 %. Spaltproben, bei denen eine Acrylemulsion als Kernkleber verwendet wurde, wiesen eine Zugfestigkeit von 152 % auf. Anfaserung erhöhte die durchschnittliche Zugfestigkeit um 154 %, Laminierung um 170 % und Parylenimprägnierung nur um 111 %. (Bansas Ergebnisse beruhen auf Spaltungen, die an der Bayerischen Staatsbibliothek durchgeführt wurden.)
- [7] Baynes-Copes' Kritik basiert auf dem gerne zitierten Prinzip der Reversibilität, das sich in seiner ursprünglichen Formulierung als unhaltbar erwiesen hat, da viele etablierte Restaurierungsmethoden nicht reversibel sind. Das American Institute for Conservation strich die Klausel aus seiner Überarbeitung des Code of Ethics von 1994 und ersetzte sie mit der angemesseren Forderung, daß der Restaurator „danach streben muß, Methoden zu wählen, die nach dem derzeitigen Stand des Wissens keinen negativen Effekt auf Kulturgüter haben“ (AIC Code of Ethics, VI).

### Literatur

- Bansa, H., und R. Ishii (1997): The effect of different strengthening methods on different kinds of paper. *Restaurator* 18, Nr. 2, S. 51–72.
- Bansa, H., M. Gast (1999): Restaurierung tintenfraßgeschädigter Papiere. Ein Bericht aus der Praxis einer Restaurierwerkstatt. In: *Tintenfraßschäden und ihre Behandlung*, ed. G. Banik et al. Stuttgart: Kohlhammer, S. 295–305.
- Baynes-Cope, A.D. (1989/90/91): The „splitting“ technique of document repair in the circumstance of an „ultima ratio“ conservation decision with respect to an archival document. In: *Wiener Berichte über die Naturwissenschaft in der Kunst*, vol. 6–8, ed. A. Vendl et al. Wien: Institut für Silikatchemie und Archäometrie, S. 343–344.
- Bonnardot, A. (1858): *Essai sur l'art de restaurer les estampes et les livres*. 2d ed., Paris: Castel.
- Cockerell, D. (1902): *Bookbinding, and the Care of Books: A Handbook for Amateurs, Bookbinders & Librarians*. New York: D. Appleton and Company.
- Colnaghi Art Gallery (1999). Persönliche Mitteilung. 15 Old Bond Street, London, W1, England.
- Darbre Gubbins, F. (1999): Replacement of a poorly chosen backing on a split drawing by Alberto Giacometti. IADA Preprints, Internationale Arbeitsgemeinschaft der Archiv-, Bibliotheks- und Graphikrestauratoren 9th International Congress, Copenhagen, ed. M. Koch, Copenhagen: Royal Academy of Fine Arts, S. 151–154.
- Eckhardt, H. (1967): Restaurierungsmethoden bei Zeichnungen und Drucken. *Maltechnik* 1, Nr. 1, S. 1–8.
- Fuchs, R., O. Hahn, D. Oltrogge (2000): Geist und Seele sind verwirret ... Die Tintenfraßproblematik der Autographen Johann Sebastian Bachs. *Restaurator* 106, Nr. 2, S. 116–121.
- Galinsky, E. (2000a). Persönliche Mitteilung, Institut für Erhaltung, Schillerplatz 11, D-70138 Ludwigsburg.
- Galinsky, E. (2000b): Systematisierung, Qualitätskontrolle und Risikominimierung beim Papierspaltverfahren – Untersuchungen innerhalb eines DFG-Projekts am Institut für Erhaltung von Archiv- und Bibliotheksgut. Vortrag anlässlich des Workshops „Tintenfraß und Möglichkeiten seiner Behandlung“, Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart, 3.–5. Juni 2000.

- Gast, M. (1993): Paper-splitting: a problematic but indispensable method in paper restoration. *Restaurator* 14, Nr. 4, S. 234–252.
- Haberdtz, A. (1999): Tintenfraßbehandlung – Umsetzung von Theorien in die Praxis der Werkstätten. In: *Tintenfraßschäden und ihre Behandlung*, ed. G. Banik et al. Stuttgart: Kohlhammer, S. 221–235.
- Helm P. (1979): Notizen aus dem Nachlass von Josef Meder. *Maltechnik Restauo* 85, Nr. 3, S. 211–215.
- Höge, B. (1981): Spalten von Papier. *Maltechnik Restauo* 87, Nr. 3, S. 189–191.
- Kolbe, G. (1999): Gelatine und ihre Verwendung in der Papierrestaurierung. Unveröffentlichte Diplomarbeit. Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart.
- Kolbe, G. (2000): Das Tintenfraßprojekt an der SABK Stuttgart in Zusammenarbeit mit der Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz: Die Papierspaltung als geeignete Behandlungsmethode gegen Tintenfraß? Vortrag anlässlich des Workshops „Tintenfraß und Möglichkeiten seiner Behandlung“, Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart, 3.–5. Juni 2000.
- The Lakeside Press (o.J.): *All the king's horses!* Chicago: R.R. Donnelley & Sons Company.
- Liers, J., W. Wächter, G. Müller (1996): Results of the paper splitting process. *Restaurator* 17, Nr. 3, S. 184–192.
- Middleton, B. (1999). Persönliche Mitteilung. 3 Gauden Road, Clapham, London, SW4 6LR, England.
- Morgana, M. (1932/1994): *Restauo dei libri antichi*. Milano: Hoepli.
- Mowery, J.F. (1999). Persönliche Mitteilung. Folger Shakespeare Library, 201 East Capitol Street, S.E., Washington, D.C. 20003, U.S.A.
- Müller, G. (1970): Die originale Restaurierung wertvoller Bibliotheksbestände auf der Grundlage des Jenaer Papierspaltverfahrens. *Zentralblatt für Bibliothekswesen* 84, Nr. 11, S. 641–658.
- Müller, G. (1989): Papierspalten von zerfallenem Schriftgut – Risiko oder Perfektion? *Restauo* 95, Nr. 1, S. 56–63.
- Müller, G. (1991): Die unsichtbare Stabilisierung von zerfallenem Schriftgut. In: *IADA Preprints, Internationale Arbeitsgemeinschaft der Archiv-, Bibliotheks- und Graphikrestauratoren*, 7th International Congress, Uppsala, Sweden, ed. K. J. Palm et al. Copenhagen: Royal Academy of Fine Arts, S. 1–6.
- Müller, G. (1999). Persönliche Mitteilung. Thüringer Universitäts- und Landesbibliothek Jena, Erst-Abele-Platz 2, D-07743 Jena.
- Müller, G. (1999b): Zur implantierten Gesamtstabilisierung von Tintenfraß auf Papiergrundlage. In: *Tintenfraßschäden und ihre Behandlung*, ed. G. Banik et al. Stuttgart: Kohlhammer, S. 277–283.
- Schack, M., M. Fackelmann (1987): Bericht über praktische Arbeiten am Institut für Restaurierung der österreichischen Nationalbibliothek mit neuen und neu adaptierten Methoden. In: *IADA Preprints, Internationale Arbeitsgemeinschaft der Archiv-, Bibliotheks- und Graphikrestauratoren*, 6th International Congress, Berlin, Germany. Section 3, S. 1–8.
- Schweidler, M. (1950): *Die Instandsetzung von Kupferstichen, Zeichnungen, Büchern, usw.* Stuttgart: Buchbinder-Verlag Max Hettler.
- Sievers, J. (1966): Zum Arbeitsbericht „Papierspalten“ in Heft Nr. 9. *Allgemeiner Anzeiger für Buchbindereien* 79, Nr. 11, S. 682.
- Smith, A. 1999: *The Future of the Past: Preservation in American Research Libraries*. <http://www.clir.org/cpa/reports/pub82/pub82text.html> (April 1999).
- Spawn, W. (1999). Persönliche Mitteilung. Bryn Mawr College [Tel. +1-610-526-5286].
- Vilmont, L. B., G. Gervason, A. C. Brandt. (1996): *Etude comparative des procédés de renforcement mécanique des papiers par thermocollage et clivage*. Grenoble: Centre Technique du Papier. Interner Bericht für das ZFB, Leipzig.
- Vilmont, L. B., G. Gervason, A. C. Brandt (1996b): *Étude comparative des procédés de renforcement mécanique des papier par thermocollage et clivage.* In: *ICOM Committee for Conservation Preprints, 11th Triennial Meeting, Edinburgh*. Paris: ICOM. Vol. 2, S. 552–559.
- Wächter, W. (1987): *Buchrestaurierung*. 3. ed., Leipzig: VEB Fachbuchverlag.
- Wächter, W. (1987b): Mechanizing restoration work. *Restaurator* 8, Nr. 2/3, S. 129–132.
- Wächter, W., Ed. (1989): *Study on mass conservation techniques for treatments of library and archive materials*. Section 5.3: The possibilities of the paper splitting process. Paris, UNESCO. <http://www.unesco.org/webworld/rap/html/r8914e00.htm#contents>
- Wächter, W. (1995): Strategien für die Konservierung und Restaurierung von Schriftgut. *Spektrum der Wissenschaft* 9, S. 105–107.
- Wächter, W., J. Liers, E. Becker (1996): Paper splitting at the German Library in Leipzig – development from craftsmanship to full mechanization. *Restaurator* 17, Nr. 1, S. 32–42.
- Wächter, W. (1997): *Bücher erhalten, pflegen und restaurieren*. Stuttgart: Hauswedell.
- Wächter, W., E. Becker, J. Liers. (1997b): Paper splitting by machine at the Deutsche Bücherei, Leipzig. In: *IPC Proceedings, 4th International Conference of the Institute of Paper Conservation*, London, Ed. J. Eagan. Worcester, GB: The Institute of Paper Conservation, S. 224–230.
- Wächter, W. (1999). Persönliche Mitteilung. Zentrum für Bucherhaltung GmbH, Mommsenstraße 7, D-04329 Leipzig.
- Wächter, W. (1999b): Papierspalten als Möglichkeit zur mechanischen Stabilisierung von tintenfraßgeschädigten Objekten. In: *Tintenfraßschäden und ihre Behandlung*. Ed. G. Banik et al., Stuttgart: Kohlhammer, S. 286–289.
- Walsh, Judith (2000): *The Use of Paper Splitting in Old Master Print Restorations*. In: *Print Quarterly* 7, 4, S. 383–390.
- Walsh, Judith (2001): Persönliche Mitteilung. National Gallery of Art, Washington, DC.
- Wiese, F. (1979): *Der Bucheinband*. Hannover: Schlütersche Verlagsanstalt.
- Wiest, R., W. Crusius (1979): Full restoration of a copy of the Texas Declaration of Independence. In: *AIC Preprints, American Institute for Conservation 7th Annual Meeting*, Toronto, Canada. Washington, D.C.: AIC, S. 149–155.

### Autorinnen

- > Irene Brückle schloß eine Buchbinderlehre in Deutschland ab und erhielt dort auch ihre Restauratorenausbildung. An der State University of New York, wo sie zur Zeit einen Ph.D. in Komparatistik verfolgt, schloß sie einen Master of Arts in Kunstgeschichte ab. Sie ist Associate Professor am Art Conservation Department, Buffalo State College, wo sie seit 1992 unterrichtet. Prof. Irene Brückle, Art Conservation Department, RH 230, Buffalo State College, 1300 Elmwood Avenue, Buffalo, NY 14222, U.S.A., [brueckle@buffnet.net](mailto:brueckle@buffnet.net)
- > Jana Dambrogio schloß 2000 ihr Studium am Art Conservation Department, Buffalo State College, mit Schwerpunkt Papier- und Buchrestaurierung ab. Während ihres dritten Studienjahres arbeitete sie als Praktikantin mit Deborah Evetts an der Pierpont Morgan Library. Jana Dambrogio, [janad17@hotmail.com](mailto:janad17@hotmail.com)