

Delamination – Abnahme von Kunststofffolien von Notenhandschriften

Eva Galinsky, Barbara Hassel, Gerhard Banik, Marina van Bos

Zusammenfassung

Der Beitrag stellt die Problematik von Laminationstechniken mit selbstklebenden Kunststofffolien vor und erörtert die grundsätzlichen Unterschiede zwischen einer Delamination, d. h. der ganzflächigen Abnahme von Einbettungsfolien auf synthetischer Basis und der Entfernung von Klebebändern. Aufbau, Zusammensetzung, Technik und Anwendung von Selbstklebefolien werden beschrieben und gängige Produkte aus den 1950er/60er Jahren genannt. Anhand einer konkreten Restaurierung von in den 60er Jahren mit Selbstklebefolien behandelten Notenhandschriften des Komponisten Richard Strauß werden Lösungsansätze und die technische Durchführung einer Delamination in ihren Möglichkeiten und Grenzen dargestellt. Analytische Daten der im gegebenen Fall vorliegenden Folienmaterialien werden angeführt.

Abstract

The paper presents problems of lamination techniques employing pressure sensitive plastic sheets and discusses the basic difference between a de-lamination, i.e. the removal of the whole synthetic-based lamination sheet, and the removal of pressure sensitive tape. Construction, composition, technique, and uses of pressure sensitive sheets are described and common products dating from the 1950's-60's are named. Presenting the actual conservation of music autographs by the composer Richard Strauß, which were treated with pressure sensitive sheets in the 1960's, approaches to solutions and the possibilities and limitations of the technical execution of a de-lamination are shown.

Einführung

Kunststofffolien wurden in der Papierrestaurierung zur Stabilisierung geschädigter Papiere und als prophylaktischer Schutz vor Verschmutzung und Beschädigung mit sehr verschiedenen Verfahren aufgebracht.

In der Kunststofftechnologie wird der Begriff Laminierung („laminar“ = langgestreckt) für die Herstellung von Schichtkunststoffen, z. B. für den Bootsbau oder in der Bautechnik benutzt. Der Verbund konnte aus Kunststofflösungen und faser- oder mattenartigen Stoffen in abwechselnden Schichten (= Laminieren), aus mit Kunststoff durchtränktem Fasermaterial (=Imprä-

gnieren) oder aus in den Kunststoff eingebetteten Fasern oder vliesartigen Materialien (= verstärkte Kunststoffe) hergestellt werden. In allen Fällen resultiert ein Material mit mehr oder weniger einheitlichen Eigenschaften des erstellten Verbundes.

Im Bereich der Papierrestaurierung wird der Begriff Laminierung viel allgemeiner verwendet, da kein völliges Durchtränken der zu festigenden Objekte damit gemeint ist. Entsprechend einer Definition [1] bedeutet der Begriff „Laminierung“ allgemein die Herstellung eines flächigen, innigen, jedoch mehr oberflächlichen Verbundes zwischen einem Objekt und einer Kunststoffolie zum Oberflächenschutz und zur Verbesserung der Festigkeit noch unabhängig vom verwendeten Verfahren.

Unter der „Delamination“ wird daher die Aufhebung des Verbundes verstanden.

Für den Begriff Laminierung kann auch der in der Restaurierung klassische Begriff „Einbettung“ verwendet werden, es sollte jedoch dann der Zusatz „in Kunststoffolie“ hinzugefügt werden.

Im Rahmen dieses Beitrages liegt der Schwerpunkt auf der Verwendung von selbstklebenden Folien zur Laminierung.

Von einer Selbstklebung [2] oder Haftklebung wird dann gesprochen, wenn gelartige, weiche, klebrige Schichten eingesetzt werden, die sich aufgrund ihrer Elastizität und Verformbarkeit physikalisch in einer Oberfläche verankern können. Die Verklebung wird üblicherweise bereits durch einfachen Kontakt, meistens unterstützt durch leichten Andruck [3] durchgeführt und kann - muß aber nicht notwendigerweise - durch weiteren Druck und den Einsatz von Wärme verstärkt werden.

Da die Verklebung ohne Verdunstung von Bestandteilen nur durch physikalische Wechselwirkung stattfindet, spricht man von auch von einer Trockenklebung.

Unterschied zwischen der Delamination und der Abnahme von Selbstklebebändern

Für die Schadenseinordnung sind unter anderem die folgenden Definitionen wichtig:

Unter einer Folie wird ein dünnes, flächiges Material in einer Stärke von etwa 2 bis 500 µm verstanden, noch dünnere Folien sind Membrane, dickere bereits Platten [4]. Durch Zuschneiden auf bestimmte Maße (Konfektionieren) entstehen die streifen- oder bandartige Folien (Kunststoffbänder). Viele Folien wurden erst in den Werkstätten von der Rolle auf die benötigten Breiten und Streifen zugeschnitten, so daß eine bestimmte Streifenbreite oft unspezifisch ist und daher keine eindeutige Aussage über das verwendete Produkt zuläßt.

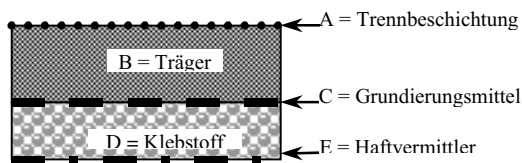
Trotz der technischen Ähnlichkeiten von Klebebändern und Klebefolien ergeben sich jedoch entscheidende Unter-

schiede zwischen einem Schaden durch Klebebänder und einer Lamination und daher auch andere Schwierigkeiten für den restauratorischen Zugang:

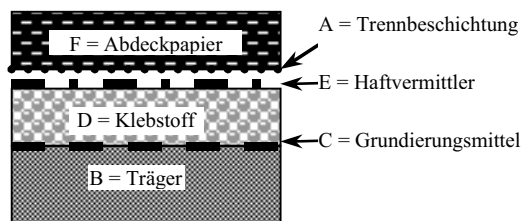
1. Klebebänder sind von begrenztem Ausmaß, d. h. nur teilflächig aufgebracht, Laminationen mit Folien bedecken dagegen normalerweise ganzflächig oder zumindest großflächig das betroffene Objekt.
2. Laminationen werden meistens beidseitig aufgebracht, Klebebänder mögen auf beiden Seiten des Objekts vorhanden sein, aber befinden sich eher selten oder nur vereinzelt zufällig genau gegenüber auf beiden Papierflächen.
3. Eine Testung der Beschreib- und Bedruckstoffe ist bei Klebebandschäden in den unverklebten Bereichen möglich, bei ganzflächigen Folienulagen nicht.
4. Der restauratorische Zugang ist bei einer Teilflächigkeit eher gegeben, sei es durch lokales Arbeiten oder auch durch Behandlung von der Rückseite. Bei Folien ist es schwierig, den Zugang zu Klebeschicht/ Haftungsbereich zu bekommen.
5. Bei der Lamination wird häufig Druck und Wärme zusätzlich auch bei selbstklebenden Folien eingesetzt, wohingegen Klebebänder häufig nur mit der Hand angedrückt wurden. Durch Wärme und Druck wird die mechanische Verankerung zwischen Papiervlies und Selbstklebemasse erheblich verstärkt.
6. Der gravierendste Unterschied liegt jedoch im Zustand des Objekts: Laminationen sollten nur auf stark beschädigten Objekten eingesetzt worden sein.

Aufbau von Selbstklebebändern und -folien

Selbstklebebänder (vgl. Zeichnung 1) und selbstklebende Folien (vgl. Zeichnung 2 und 3) weisen einen ähnlichen, typisch schichtartigen Aufbau auf, der jedoch in Details voneinander abweicht:



Zeichnung 1: schematischer Aufbau eines typischen Selbstklebebandes



Zeichnung 2: schematischer Aufbau einer typischen Klebefolie

(A) Die Trennbeschichtung besteht aus Antihafmitteln [5] auf Silikonbasis und ermöglicht die Abrollbarkeit. Sie sitzt entweder auf dem Trägermaterial [6] oder auf dem die selbstklebende Schicht abdeckenden Schutzpapier oder auf einem temporär bis zur Verklebung fungierenden Stabilisierungsträger

für die Selbstklebefolie. Es gibt auch Folienträger, auf die herstellungsbedingt Gleitmittel zur Verminderung der Reibungskräfte an den verarbeitenden Walzen auf die Oberfläche übertragen wurden.

(B) Das Trägermaterial besteht aus Cellulosedi- und -triacetat, Polyvinylchlorid, Polyester u.a. für typische Selbstklebebänder und Folien bzw. aus Polyacrylaten für das Patent alito-Haut/Prela-Haut.

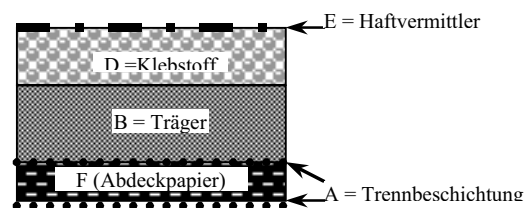
(C) Die Grundierungsschicht [7] ist häufig vorhanden zur besseren Verbindung zwischen Träger und Klebeschicht, ist jedoch z.B. nicht notwendig zwischen Trägern und Klebemitteln, die genügend ähnlich sind, wenn z.B. beide aus Polyacrylaten bestehen (alito-Haut, Prela-Haut, vgl. Zeichnung 3).

(D) Die eigentliche Klebstoffschicht [8] enthält häufig als Hauptsubstanzen Naturkautschuk und/oder Polyacrylsäureester, meist Polyethyl- oder Polybutylacrylat (z.B. auf der Basis der in der Restaurierung bekannten Produkte Plexigum® = PEA bzw. Plexitol® = PBA). Weiterhin werden die verschiedensten Zusätze eingesetzt: Weichmacher, Klebkraftverstärker, Antioxidantien, Lichtschutzmittel, Füllstoffe etc.. Klebkraftverstärker [9] wirken auf eine aggressive Klebrigkeit hin. Es sind z.B. Kolophonium und andere Harze sowie hochpolymere Öle. Eine Übersicht von Hilfsstoffen bietet die Tabelle 1 im Anhang.

(E) Als Haftvermittler werden hauptsächlich Silane eingesetzt. Formulierungen von Klebstoffen mit hohem Anteil an Klebkraftverstärkern [9] werden besonders in Produkten benötigt, bei denen eine spontane, schnelle Anfangs- und starke Endklebkraft erwartet wird, z. B. bei Packfolien und Verpackungs-Klebebändern.

(F) Die Abdeckung kann aus einem mit einer Trennbeschichtung aus Anti-Hafmitteln ausgerüsteten Papier oder einer geprägten Folie (z.B. zeitweise für das Produkt Mipofolie) bestehen.

Ein Sonderfall ist die Herstellung von Folien aus Polyacrylaten, dargestellt in der Zeichnung 3 (Patent Dr. Johann Friedrichsen, Handelsnamen „alito-Haut“ und „Prela-Haut“). Die Lösung der Foliengrundstoffe wird dabei auf das präparierte, mit einer speziellen Antihaf-Beschichtung versehene Kraftpapier aufgegossen und erstarrt dort beim Verdunsten des Lösungsmittels zu einem Film, der sich mechanisch beim Erstarren in den Vertiefungen der Papieroberfläche verankert.



Zeichnung 3: schematischer Aufbau der Folien zum Patent alito-Haut/Prela-Haut

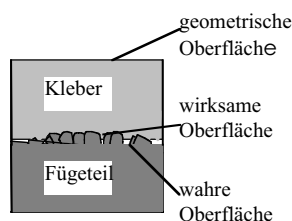
Auf diesen Film, gestützt durch das imprägnierte Trägerpapier, wird der Auftrag der selbstklebenden Schicht vorgenommen, das Stützpapier dient danach beim Zusammenrollen auch als Schutzabdeckung für die Selbstklebemasse [10]. Die Papierstruktur des Trägerpapiers hat sich beim Erstarren wie bei einer Prägung im entstandenen Acrylatfilm abgebildet. Durch diese matte, gleich-

sam eine Papieroberfläche imitierende Struktur entsteht die „Un-sichtbarkeit“ der Folien alito-Haut und Praela-Haut [11].

Grundlagen der Verklebung

Die Haftung eines Klebstoffs findet hauptsächlich durch physikalische Wechselwirkungen statt. Die eingesetzten Klebstoffe sind normalerweise polar, so daß sich eine gute Haftung zu dem ebenfalls – aufgrund der vielen Hydroxylgruppen in der Cellulosemolekülen – polaren Papier ergibt.

Gleichzeitig spielt die mechanische Verankerung gerade bei eher oberflächlichen Verklebungen eine wichtige Rolle. Die nachstehende Zeichnung 4 zeigt die Ausbildung der mechanischen Verankerung in der Kontaktfläche zwischen einem Klebstoff und einer Oberfläche schematisch. Dabei unterscheidet man zwischen der geometrischen, der wahren und der wirksamen Oberfläche [12]:



Zeichnung 4: physikalische Verankerung

Die geometrische Oberfläche ist die theoretische oder idealisierte Oberfläche. Die wahre Oberfläche ist die tatsächliche Oberfläche mit allen ihren Vertiefungen und Erhöhungen. Die wirksame Oberfläche ist der Bereich „dazwischen“, d. h. die Zone, in der zwar die Benetzung stattfindet, in der der Kleber jedoch normalerweise nicht alle Vertiefungen ausfüllt.

Die mechanische Verankerung hängt von der Viskosität (Fließfähigkeit) des Klebstoffes und der gegebenen Rauheit der zu beklebenden Oberfläche ab. Bei Selbstklebemassen ist die Viskosität der Klebeschicht bereits so eingestellt, daß ein Einfließen in die Oberfläche konstant und „dauerhaft“ [13] möglich ist.

Techniken der Aufbringung / Folienprodukte

Im Anhang werden in der Zeichnung 5 die verschiedenen Möglichkeiten, der Aufbringung von selbstklebenden Folien fast erschöpfend aufgezeigt und auch beschrieben [14], so daß hier nur auf die besondere Arbeitstechnik der Produkte Praela-Haut/Alito-Haut hingewiesen wird:

Die Besonderheit dieser Folien ist, daß nicht die klebende Schicht sondern die nicht klebende Schicht abgedeckt ist. Nach dem Abrollen liegt folglich die klebende Schicht offen, wohingegen die nicht klebende Seite noch immer durch das Stützpapier stabilisiert wird. Ein Auflegen ohne Stützpapier ist nicht möglich, da diese Folien äußerst dünn und gummiartig dehnbar sind. Beim Auflegen von oben kann das Objekt nicht gesehen werden, beim Auflegen des Objekts auf die Folie muß wiederum das Objekt angerieben werden.

Erst nach dem Verkleben kann das Stützpapier von der Oberfläche der Folie entfernt werden.

Insgesamt werden sehr viele verschiedene Produkte von Selbstklebefolien eingesetzt, eine Zusammenstellung zeigt die Tabelle 2 im Anhang.

Fallbeispiel: Das Notenblatt „Muttertändelei“ von Richard Strauß (*1864, † 1949)

Allgemeine Daten zu dem Notenblatt

Das Blatt stammt aus dem Richard Strauss Archiv Garmisch-Patenkirchen. Im Trenner-Verzeichnis ist es unter der Nummer „196“ wie folgt vermerkt: „196, op. 43, Drei Gesänge älterer deutscher Dichter für eine hohe Stimme mit Pianofortebegleitung ... II Muttertändelei „Seht mir doch mein schönes Kind“ (Gottfried August Bürger)“ [15]. Das Notenblatt ist zeitlich auf den 15.8.1899 datiert [16], jedoch nicht signiert.

Das Blatt hat die Maße 25,9 cm in der Höhe und 33,8 cm in der Breite. Es war in einen grünen Halbgewebeeinband mit Elefantenhaut als Bezugspapier gebunden. Auf das Notenblatt wurde auf der linken Blattkante recto wie verso jeweils ein gefalzter Bogen aus Vorsatzpapier im Bereich von ca. 5-10 mm vorgeklebt, d.h. das Vorsatzpapier klebt im Bereich des Falzes direkt auf dem Notenblatt. Auf diese Weise wurde die Verbindung zum Einband hergestellt. Das Blatt wurde zur Restaurierung aus dem Einband gelöst.

Zustand der Handschrift mit Schadens- und Detailangaben

Die Notenlinien sind aufgedruckt, die Eintragungen der Noten, Anmerkungen und des Gesangtextes wurden handschriftlich mit einer schwarzen, leicht glänzenden Tinte (eher Tusche) vorgenommen. Zwischen den einzelnen Zeilen befinden sich zudem einige Anmerkungen mit Graphitstift und ein Hinweis mit blauem Buntstift. Gleichzeitig mit dem Einbinden wurde das Blatt beidseitig in eine selbstklebende Folie eingeklebt und beschnitten. Unter der Folie ist oben ein tiefer, etwa 6,5 cm langer Riß zu erkennen. Die Folie wurde aufgebracht, ohne daß der Riß vorher gerichtet und ausgefaltet wurde. Weiterhin weist das Blatt einige kleiner Risse und Knicke im Randbereich auf. Verso besteht die Folie aus zwei aufeinander übergreifenden Folienstücken, die Abbildung 1 zeigt den Vorzustand (vgl. Abb.1).

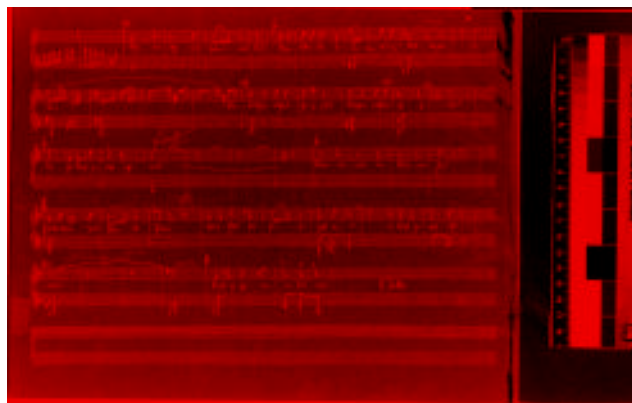


Abb. 1: Vorzustand, Notenblatt Muttertändelei, verso, Maßstab 1:0,2

In der Klebeschicht der Folie zeigte sich eine eigentümliche Struktur, die als Punktraster bereits mit bloßem Auge in Zonen der Verklebung mit geringer Haftung (Falten, Risse) zu erkennen waren. Außerdem waren die Notenköpfe und handschriftlichen Eintragungen schlecht lesbar, da die Tintenlinien schattenartig neben der eigentlichen Linie doubliert waren (vgl. dazu Abb. 2).

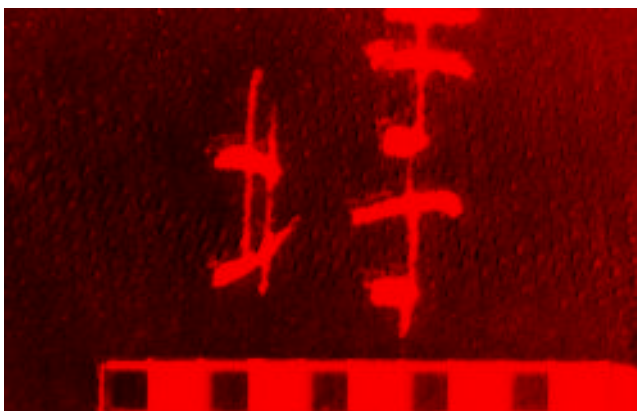


Abb. 2, Detail Vorzustand Detail recto, Maßstab 1:6

Schaden / Analytische Untersuchung

Die Schadenursachen sind weitgehend auf einige Benutzungsschäden und die aufgebrachte Folie einzugrenzen. Ansonsten scheint das Blatt unter der Folie noch in einem guten Zustand zu sein, allerdings ist eine erhebliche Vergilbung und Beeinträchtigung der Lesbarkeit festzustellen.

Der genaue Zeitpunkt der Lamination steht nicht fest, liegt aber vermutlich in den 50er/60er Jahren. Das Produkt ist ebenfalls unbekannt. Es wurden mehrere Proben der einzelnen Folienstücke entnommen.

Die Proben zeigten einen positiven Beilsteintest [17] und die Analyse mit der Fourier Transform Infrarot Analyse (FTIR) [18] ergab, daß es sich um ein weichgemachtes Polyvinylchlorid handelt. Das Spektrum zwischen etwa 1500 und 500 cm^{-1} ist charakteristisch für die durchstrahlte Substanz und wird daher auch als Fingerprint bezeichnet.

Der Vergleich des Fingerprintbereichs im Spektrum der Folie auf dem Objekt mit Referenzen der zwei in den 50er/60er Jahren gängigsten Produkte Mipofolie® und Filmolux® weist auf eine starke Verwandtschaft dieser Produkte hin, deren Fingerprint sich nur geringfügig unterscheidet (siehe Pfeile). Die drei Spektren sind in der Abbildung 3 auf der nachfolgenden Seite wiedergegeben.

Begründung einer Delamination

Das hier verwendete Material ist nicht alterungsbeständig, da die Gefahr einer Zersetzung des enthaltenen PVC-Kunststoffs unter Freisetzung von Chlorwasserstoff besteht. Chlorwasserstoff kann Gas abdampfen oder auch durch das Papier diffundieren.

Durch die Eigenschaft von Papier, einen gewissen Prozentsatz an Wasser zu speichern, kann es zur Ausbildung von Salzsäure kommen, wodurch die Cellulosemoleküle des

Papiers hydrolytisch abgebaut werden können.

Eine starke Farbveränderung ist eine direkte Folge dieses Vorgangs [19], so daß bei einer starken Verfärbung mit einer bereits angefangenen Chlorwasserstoffabspaltung gerechnet werden muß.

Weiterhin kann der Weichmacher im Laufe der Zeit, entweder durch Absorption des Papiers oder durch allmähliches Migrieren zur Folienoberfläche der Folie verloren gehen, wodurch eine zunehmende, zeitabhängige Versprödung und Verhärtung des ursprünglich gummielastischen Materials eintritt.

Durch den Weichmacher oder die Selbstklebemasse kann es auch zu einer Reaktion mit dem Papier und seinen Beschreib- oder Farbstoffen kommen. Die Reaktion kann sich in einer Farbveränderung des Papiers bzw. der Klebeschicht, in einem Erweichen von Bindemitteln oder in einer Migration von Beschreibmitteln zeigen. Das äußere Merkmal kann ein „Abklatsch“, bzw. auch ein seitliches Verbreitern sein („Ausbluten“, „Schattenbildung“).

Speziell selbstklebende Folien sind häufig so dick und schwer, daß sie auftragen und eine Belastung für den „gesunden“ Bereich um die Verklebung darstellen. Sie stellen keine organische Verbindung zwischen Brüchen oder Rissen her.

Die Abnahme einer verbräunten, selbstklebenden PVC-Folie ist daher - je nach Zustand des Objekts - anzuraten. Die mechanische und optische Verbesserung durch die Delaminierung ist zu erwarten, nicht aber die Rückführung des Objekts in seinen Zustand vor der Laminierung. Der Vorgang der Verklebung ist, chemisch gesehen, nicht mehr vollständig rückzuführen.

Durchführung der Restaurierung

Träger oder Klebstoff einer Folie sind aufgrund des Schichtaufbaus mit Wärme gut voneinander trennbar, insbesondere die Grundierungsschicht ist mit Lösungsmitteln (oft bereits mit Ethanol) angreifbar. Daher bieten sich als kontrollierte Maßnahmen Wärme und gezielter Lösungsmiteinsatz an. Der Klebstoff ist jedoch fast nur mechanisch und mit Lösungsmitteln abzunehmen

Abnahme der Folie mit Wärme

Zuerst wurde rückseitig der schmalere Folienstreifen mit Warmluft von 60 °C abgenommen, dabei war das Blatt auf dem Saugtisch fixiert. Die Temperaturkontrolle erfolgte mit Temperaturindikatoren [20].

Beim Abziehen gestaltet sich der Anfang am schwierigsten. Der Abzugswinkel mußte möglichst flach erfolgen, um ein Anheben von Papierfasern zu vermeiden. Damit die Spannung beim Abschälen möglichst gleichmäßig gehalten werden kann, wurde die Folie nach den ersten abgelösten Zentimetern in mehrere mit einem Zugwinkel versehene Flachklemmen aus dem Zeichenbedarf (Bulldog-Klemmen) eingespannt, so daß die Zugkräfte auf eine Linie und nicht auf einen Punkt wirkten.

Unterstützend wurde speziell bei dem oberen Teil der Folie verso und über Rissen mit einem selbstgebauten Werkzeug in Form einer abgeplatteten, beheizbaren Nadel nachgeholt

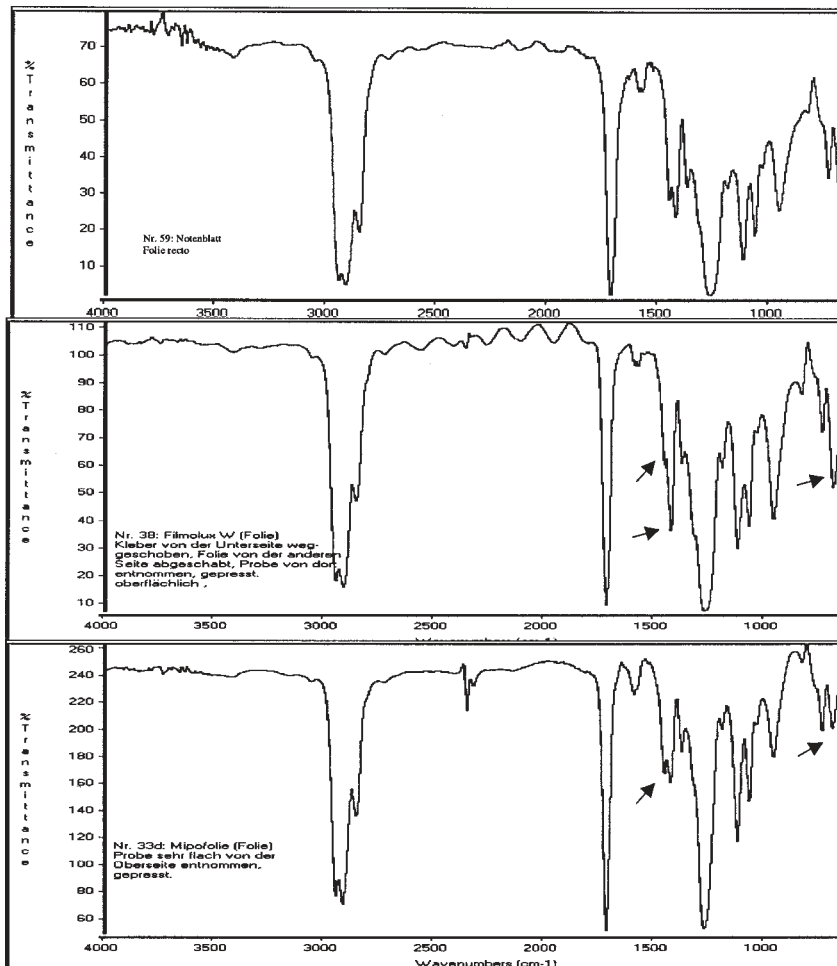


Abb. 3, Spektren der Folie vom Objekt (oben); sowie der Referenzen Filmolux (mitte) und Mipofolie (unten)

fen. Diese Methode wurde auch erfolgreich bei einem zweiten Notenblatt angewendet (vgl. Abb.4).

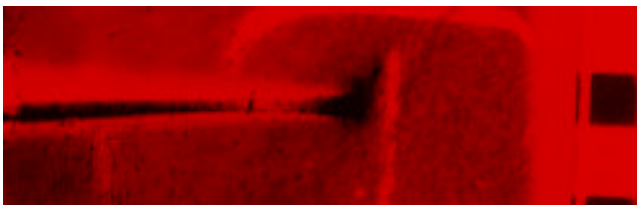


Abb. 4, beheizte Nadel in der Klebeschicht unter der Folie, Maßstab 1:7,5

Abnahme mit lokalem Lösungsmittelauftrag

Erst jetzt konnten die Beschreibstoffe sicher auf geeignete Lösungsmittel zur Abnahme des Klebstoffs und der recto noch aufliegenden Folie getestet werden.

Die Löslichkeitstests [21] ergaben eine stärkere Empfindlichkeit der nicht näher untersuchten schwarzen Tusche oder Tinte als erwartet. Die bereits weiter oben erwähnte Schattenbildung durch Migration von Bestandteilen aus den Schriftzeichen in die Klebstoffschicht wird von anderer Stelle für Linien aus Chinatusche berichtet [22] und ist für Druckfarben z.B. auf Plakaten bereits bekannt [23].

Stellenweise wurde für die Entfernung der oberen Folie ein Lösungsmittelgemisch aus Methyläthylketon mit 15% Anteil

an Ethylacetat mit einer Spritze aus Polyethylen und einer langen, stumpf geschliffenen Stahlkanüle direkt in den Übergang zwischen abziehender Folie und der noch klebrigen Papieroberfläche minimal zugegeben, um die Haftung des Klebstoffs herabzusetzen. Allerdings verdunsten Lösungsmittel bei höherer Umgebungswärme schneller, d.h. die Einwirkzeit ist gering und es findet daher keine Randbildung statt. Zum eigenen Schutz sollte ein Lösungsmittelabzug benutzt werden. Die Abbildung 5 zeigt die abgelösten Folien.

Abnahme im Lösungsmittelbad

Die beste und sicherste Quellung des Klebstoffs erfolgte in einem Lösungsmittelgemisch aus 5% Ethylacetat, 15% Heptanfraktion und 80% Methyläthylketon (2-Butanon). Mit diesem Lösungsmittelgemisch wurde die verbleibende Folie recto im Bad abgenommen:

Die ganze Prozedur fand im Abzug in einer Melinexschale statt. das Blatt wurde dabei im ersten Schritt vorderseitig von der Folie befreit, wobei das Lösungsmittel unter die Folie „kriecht“, diese quillt und abhebt. Dann wurde die Klebstoffschicht angequollen, wobei ein Laborschwingergerät (Horizontal-Schüttler) mit einer horizontalen, sanften Bewegung die Penetration des Lösungsmittels erleichterte [24]. Nach jeweils 30 min. wurde das Bad gewechselt und das Objekt auf

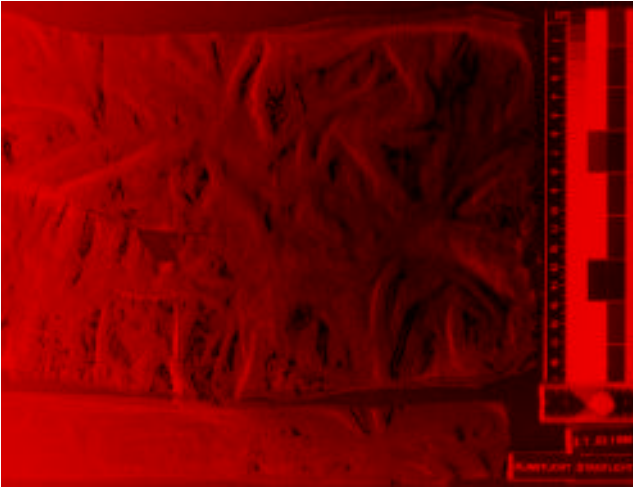


Abb. 5, abgelöste Folien Maßstab 1:0,2, Streiflicht

eine Glasplatte gelegt. Mit Kartonstreifen wurde die Oberfläche dann jeweils von dem gequollenem, dennoch hochviskosen Klebstoff durch stufenweises „Abrakeln“ befreit, gegen Ende durch Aufdrücken von Löschkarton (vgl. Abb.6).

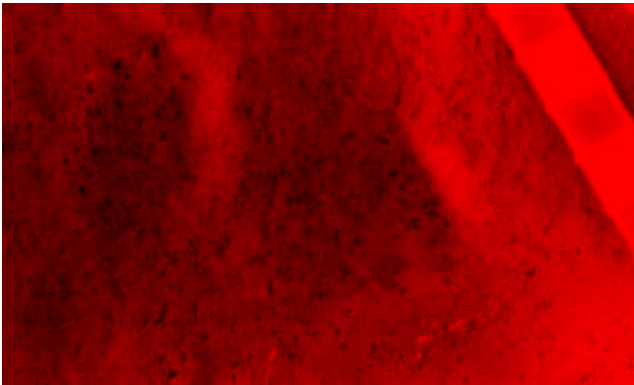


Abb. 6, gequollener Klebstoff, Maßstab 1:7, Streiflicht

Zur Schonung der Oberfläche des Objekts war letztendlich eine vollständige Entfernung des Klebstoffes aus der Oberfläche nicht möglich

Insgesamt wurde mit 5 Bädern (insgesamt 2,5 l der Lösungsmittelmischung) gearbeitet. Die Arbeit mußte geschützt durch Handschuhe aus Neopren und einer Atemschutzmaske stattfinden.

Abschlußarbeiten

Da das Blatt nach drei Tagen noch immer intensiv nach Lösungsmittel roch, wurde es kurzzeitig in der Feuchtigkeitskammer befeuchtet, um eingeschlossene Lösungsmittelrückstände durch Wasser zu ersetzen (vgl. Hinweis 21). Danach war kein Geruch mehr nach dem Lösungsmittel am Papier festzustellen. Die zeitweilig erhöhte Flexibilität des Papiers durch die Befeuchtung wurde für die Durchführung der Papierarbeiten ausgenutzt. So konnten Risse wieder gut geschlossen werden

Die weitere Aufbewahrung findet im Kontakt mit säurefreien Materialien statt.

Die Abbildungen 7 und 8 zeigen den Nachzustand des Blattes verso bzw. recto im Detail.

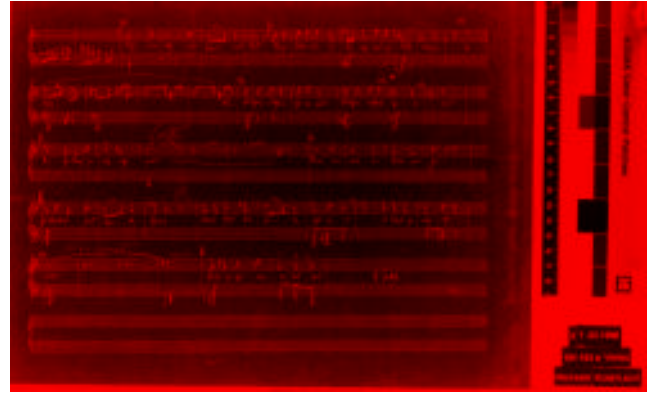


Abb. 7, Endzustand, verso, Maßstab 1:0,2

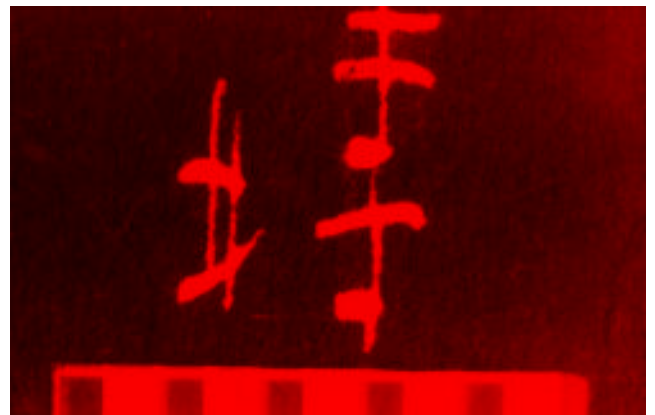


Abb. 8, Endzustand, Detail recto, Maßstab 1:6

Schlußfolgerung

Das Ergebnis im konkreten Fall ist aufgrund der ganzflächigen Bearbeitung sehr gleichmäßig, gut und überzeugend. Allerdings zeichnen sich im UV-Licht genau die Stellen ab, wo ursprünglich entweder die Folie klebte bzw. das Blatt mit dem Vorsatz verklebt war.

Eine Delamination löst nur die Verbindung, löscht aber eben nicht die Vergangenheit. Trotzdem sieht und fühlt man dem Blatt als Ganzes nicht mehr an, daß es mal ganzflächig eingeklebt war.

Danksagung

Besonderer Dank gilt allen Beteiligten und insbesondere Herrn Wilfried Feindt, Herrn Dag-Ernst Petersen und Herrn Henry van Oort für die Hinweise zur praktischen Durchführung von Delaminationen. Weiterhin Herrn Dr. Jan Wouters für die wissenschaftliche Unterstützung sowie dem Richard Strauss Archiv für die Genehmigung zur Veröffentlichung der Bilder.

Bibliographien

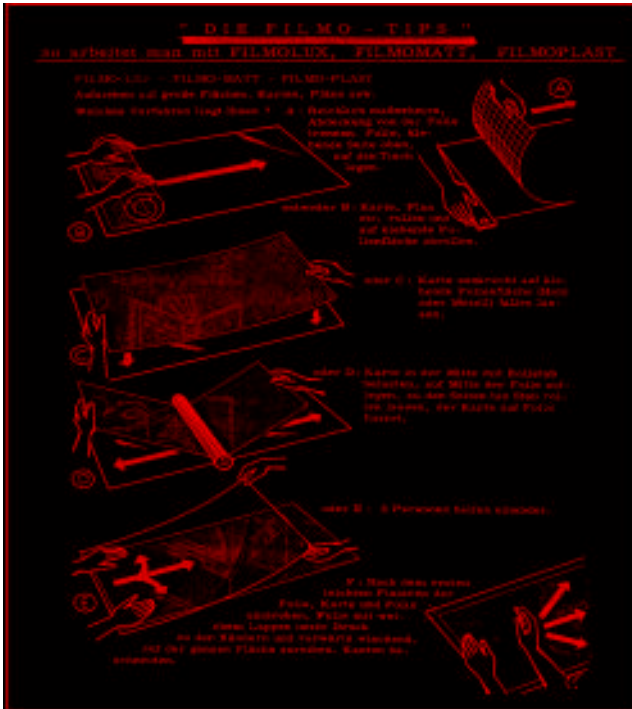
Banik, G., Krist, G., (Hrsg.), Lösungsmittel in der Restaurierung, Hrsg. von G. Banik und G. Krist, Verlag der Apfel, Wien, 3. Auflage (1989).

- Dauga, N., Détermination du solvant approprié pour le retrait d'un film d'adhésif acrylique sur un papier: le Scotch Magic Type 810™ Mémoire de fin d'études – février 1997 – I.F.R.O.A., École Nationale du Patrimoine, Institut de Formation des Restaurateurs d'Œuvres d'Art (1997).
- Galinsky, E., Kunststoffolien in der Papierrestaurierung, 1950-1970 – Schwerpunkt Deutschland, Diplomarbeit, Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart (1998), im Druck.
- Horie, C. V., Materials for conservation – Organic consolidants, adhesives and coatings, Butterworth-Heinemann Series in Conservation and Museology, Reprint von 1987, Butterworth-Heinemann, Oxford (1995).
- Michaeli, W., Technologie der Kunststoffe: Lern- und Arbeitsbuch für die Aus- und Weiterbildung, Hanser, München, Wien (1992).
- Nentwig, J., Kunststoff-Folien: Herstellung, Eigenschaften, Anwendung Hanser, München, Wien (1994).
- O'Loughlin, E., Stiber, L., A Closer Look at Pressure-Sensitive Adhesive Tapes: Update on Conservation Strategies, Conference Papers - Manchester 1992, Leigh, England: IPC, (1992):280-287.
- Ritterpusch, L., Kunststoffolien in der Restaurierung, Der Archivar, 40 (1987):539-548.
- Wächter, O., Die De-Laminierung des karolingischen Evangeliars aus dem Essener Domschatz, Maltechnik-Restaurio, 93 (1987):34-38.
- Wächter, O., Die Verwendung von Kunststoffen bei der Instandsetzung von Bibliotheksobjekten, Bibliothek, Forschung und Praxis, 12 (1988):278-293.
- Wouters, J., Gancedo, G., Peckstadt, A., The Codex Eyckensis, an illuminated manuscript from the 8th century AD. Laboratory investigation and removal of a 30-year-old PVC lamination, Preprints of the ICOM Committee for Conservation 9th Triennial Meeting held in Dresden, 26.-31- August 1990, ed. ICOM Secretariat, Paris (1990):495-499.
- mechanischen Adhäsion angelehnt an Michaeli, W., (1992):138.
- 13 In den einschlägigen Werbungen und Produktblättern wird das Wort „dauerhaft“ und „alterungsbeständig“ immer in Bezug auf die Adhäsion der selbstklebenden Schichten aus Polyacrylsäureestern angewendet. Leider ist das sogar terminologisch richtig, wenn auch nicht im Sinne von Restauratoren: Gemeint ist damit, daß die Klebkraft dieser Materialien im Laufe der Zeit nicht nachläßt und die Verbindung sich nicht mehr löst.
- 14 aus der Broschüre „Die FILMO-TIPS“, Anleitung für den Gebrauch selbstklebender Folien, Neschen Chronik, Bd.3, S. 20 recto
- 15 Trenner-Verzeichnis, S. 185-213.
- 16 Telefonische Auskunft durch Dr. Christian Strauss, RSA Garmisch-Patenkirchen
- 17 Intensive Grünfärbung einer Gasflamme nach Berührung der Probe mit einem glühendem Kupferdraht ist ein positiver Nachweis für Halogene, insbesondere für Chlor in Polyvinylchlorid vgl. Anon., The Beilstein test: Screening organic and polymeric materials for the presence of chlorine, with examples of products tested Canadian Conservation Institute, Ottawa, Ontario, 17/1.o.Z.
- 18 Die Erstuntersuchung eines Folienstücks erfolgte durch Dr. Brenda Keneghan vom V&A Museum London, die Kontrolluntersuchung aller drei Folienstücke auf Produktgleichheit führte Dr. Marina van Bos, K.I.K, Brüssel aufgrund von Zweifeln nach der Restaurierung durch. Die Referenzspektren wurden von Eva Galinsky aufgenommen.
- 19 Kull, S., Untersuchungen zum lichtinduzierten Abbau von PVC-Folien, Diss. 1980/1282, Auszugsdruck (1979):1-3.
- 20 Duval, Thermopapers, Tel: GmbH & Co., Kohlhöckerstraße 59/60, D-28203 Bremen, P.O. Box 101805, 28018 Bremen Tel./Fax: 0241 / 336 55 05
- 21 vgl. Banik, G., Krist, G., (Hrsg.), Wichtige Lösungsmittel - Anwendung des Lösungsmitteldreiecks – Lösungsmittelinklusion – Bemerkungen zur Reinigung von Textilien und Papier, Toxizität von Lösungsmitteln - Penetrationsverhalten von Lösungsmitteln in porösen Körpern – Lösungsmittelretention (1989):112 sowie 71-72, 91-113; 119-121, 122-123, 133-136 und Horie, C. V., (1995): 202-205.
- 22 Dauga, (1997):13.
- 23 Plakatsammlung Stedilijk Museum Amsterdam, Henry van Oort – viele Objekte sind aus diesem Grund unrestaurierbar, da die Druckfarbe eine stärkere Bindung zur Folie/dem Klebstoff hat als zum Originalträger Papier.
- 24 Idee, eine Art Lösungsmitteltasche aus verschweißter Melinexfolie für Lösungsmittelbäder zu verwenden: Per Cullhed, An alternative immersion technique, Paper Conservator 22, (1998):62-64.
- 25 Werbung, „Die Filmotips, so arbeitet man mit Filmolux, Filmomatt, Filmoplast“, Filmotips, herausgegeben seit 1961, in Neschen Chronik, Band 3, S. 20 recto.
- 26 Galinsky, (1998):49.

Hinweise

- 1 Galinsky, (1998):11.
- 2 engl. self-adhesive, auch „eigenständig klebend“ wie im frz. auto-adhésif
- 3 daher im engl. „pressure sensitive adhesives“
- 4 Nentwig, (1994):34.
- 5 engl. „release coat“, to release = loslassen, frz. „couche anti-adhérence“
- 6 engl. „carrier“, to carry: tragen, frz. „support“
- 7 engl. „prime coat“, to prime = vorstreichen, grundieren, frz. „couche d'ancrage“
- 8 engl. „adhesive layer“, „adhesive mass“, frz. „masse adhésive“
- 9 engl. „tackifier“, to tack = anheften, tacky = klebrig, frz. „tackifiant“
- 10 Martin, L. F., Pressure sensitive adhesives - Formulations and technology Chemical Technology Review 34, Noyes Data Corporation, Park Ridge, London (1974):169-171.
- 11 Werksarchiv Henkel Düsseldorf Broschüre „Was ist Prela-Haut“
- 12 schematische Darstellung der Verankerung bei der

Anhang:



Zeichnung 5: Techniken zum Aufbringen von Folien [25]

Stichwörter:

Lamination, Delamination, Selbstklebefolien, Selbstklebebänder, Musikautographen, Tusche, Wärme, Lösungsmittel

Biographien

Eva Galinsky, geboren 1967, gelernte Handwerksbuchbinderin, sammelte ihre Restaurierungserfahrung hauptsächlich in der Arbeitsgemeinschaft für Papierrestaurierung in Bern, AGPB, die sie durch weitere Fachpraktika (Restaurierungszentrum Düsseldorf, Stadtarchiv Duisburg, Hauptstaatsarchiv Düsseldorf) vertiefte und durch Büro- und Computertätigkeiten ergänzte. Darauf folgte 1994 das Studium der Restaurierung und Konservierung von Graphik, Archiv- und Bibliotheksgut (Staatliche Akademie der Bildenden Künste, Stuttgart). Während des Studiums arbeitete sie im Rahmen einer Semesterarbeit in der Forschung über die Problematik von Naß-Trocken-Grenzflächen (Centre de la Recherche des Documents Graphiques, CRCDG, Paris). Im Jahr 1998 schloß sie mit dem Diplom (Schwerpunkt Kunststoffolien in der Papierrestaurierung) ab. Seitdem arbeitet sie als Wissenschaftlich-Technische Assistentin befristet im Institut für Erhaltung von Archiv- und Bibliotheksgut in Ludwigsburg an dem restauratorisch-praktischen Teil des Projektes "Optimierung des Papierspaltverfahrens unter Anwendung immobilisierter Enzyme" der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG).

Barbara Hassel ist Buchbindermeisterin und Buchrestauratorin und war bis 1993 als Restauratorin an der Badi-

schen Landesbibliothek in Karlsruhe beschäftigt. Von 1993 bis 1998 betreute sie als Werstattleiterin den Studiengang "Restaurierung und Konservierung von Graphik- Archiv- und Bibliotheksgut" der Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart. Seit ihrer Beurlaubung 1998 ist sie als selbständige Restauratorin tätig.

Gerhard Banik ist Chemiker und hat im Jahre 1977 an der Technischen Universität Wien promoviert. Seit 1990 ist er Professor am Institut für Technologie der Malerei in Stuttgart und Leiter des Studiengangs "Restaurierung und Konservierung von Graphik, Archiv- und Bibliotheksgut" an der Akademie der Bildenden Künste Stuttgart. Er ist Dozent am Institut für Angewandte Botanik, Technische Mikroskopie und Organische Rohstofflehre der Technischen Universität Wien und ständiger Mitarbeiter von ICCROM in Rom. Er leitet Entwicklungsarbeiten auf den Gebieten: nichtwäßrige Entsäuerung, Massenkonservierungsverfahren, Enzymanwendungen in der Papierrestaurierung und Malschichtkonsolidierung mittels ultraschallzerstäubter Bindemittellösungen.

Marina Van Bos ist Chemikerin und hat an der Universität von Gent promoviert. Seit 1981 ist sie am Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium (KIK) tätig und befaßt sich mit der Untersuchung von Malmaterialien und Fragestellungen zur Maltechnik.

Kontaktadressen

Eva Galinsky
Barbara Hassel
Gerhard Banik
Staatliche Akademie der Bildenden Künste
Höhenstraße 16,
D-70736 Fellbach

Marina van Bos
Koninklijk Instituut voor het Kunstpatrimonium
Jubelpark 1,
B-1000 Brussel

Hilfsstoffe bei der Herstellung von Klebstoffen	
Art des Hilfsstoffes	Beispiele für häufige Hilfsstoffe
Lösungsmittel	Aromatische Kohlenwasserstoffe (z.B. Toluol, Xylol), Chlorkohlenwasserstoffe (Methylenchlorid, Trichlorethan, Trichlorethylen), Ester (Ethylacetat), Ketone (Aceton, Methylethylketon, Methylisobutylketon, Cyclohexanon), Ether (Glykolmonoethylether, Glykolmonobutylether), Alkohole (4-Methyl-2-Pentanol, Propanol)
Füllstoffe	Kreide, Bariumsulfat, Calciumsulfat, Aluminiumsilicat, Talk, Titandioxid
Weichmacher	meist <u>Phthalate</u> , z.B. Dibutylphthalat, <u>Adipate</u> , <u>Phosphate</u> , z.B. Triarylphosphat, Epoxide, <u>Niedermolekulare Polymere</u> (z. B. PE).
Thixotropie-Mittel	pyrogene und gefällte Kieselsäuren, Siliciumdioxid (Teilchengröße meist < 0,02 µm), Asbest
Pigmente	Titandioxid, Eisenoxidbraun, Ruß, Lithopone
Alterungsmittel	je nach eingesetztem Grundstoff
Haftvermittler	Silane
nicht reaktive Harze	Kolophonharze, Kohlenwasserstoffharze, Cyclohexanonharze

Tabelle 1: Hilfsstoffe bei der Verarbeitung von Klebstoffen [26]

Polymerart des Trägers	Abkürzung	Polymerart des Klebstoffs	Selbstklebende Produkte	Firmen (teilweise nicht mehr existent)
Cellulosediacetat oder Cellulose-triacetat	CA/CTA	Polyacrylsäureester	- Stoxfolie® - Symbolux® - Scotch Magic Tape 810	- Dr. Paul Stock GmbH - Hans Neschen GmbH (ehemals „Georg König, Fabrik pharmazeutischer Präparate GmbH) - 3 M Minnesota Mining Manufacturing
Cellulosediacetat oder Cellulose-triacetat	CA/CTA	Kautschuk-Harz	- Tesafilm	- Beiersdorf GmbH
Copolymer aus Vinylchlorid und Vinylacetat (Mipolam®)	VC/VAC	Polyacrylsäureester	- Mipofolie - Folioplast	- ASLAN GmbH (ehemals Alfred Schwarz GmbH) - (Dynamit Nobel AG)
Papier (Zündspulenpapier)	/	Papier + Polyacrylsäureester	- Filmoplast P - Filmoplast P90 (dünn)	- Hans Neschen GmbH
Polyacrylsäureester	P-Acryl, Acronale	Polyacrylsäureester	- alito-Haut® - Prela-Haut®	- Vulnoplast Lakemeier GmbH - Henkel & Cie.
Polyethylen-terephthalat (Hostaphan®)	PETP	Polyacrylsäureester	- Filmolux S® - Filmomatt S®	- Hans Neschen GmbH - (Kalle GmbH)
Polyvinylchlorid	PVC	Polyacrylsäureester	- Filmolux®, W, H - Filmomatt® - X-Film	- Hans Neschen GmbH - Plastiflex GmbH

Tabelle 2: Zusammenstellung von selbstklebenden Folienprodukten

