

# Ein Experiment

Das Ablösen der Fotoemulsionsschicht von Planfilmnegativen aus Celluloseacetat und -nitrat

Carolin Pommert und Fenna Yola Tykwer

Die Bestände historischer Planfilmnegative auf Basis von Trägermaterialien aus Celluloseacetat und -nitrat der Multimedialen Sammlungen des Museums für Geschichte im Universalmuseum Joanneum in Graz weisen inzwischen teils starke Degradationsphänomene auf. Der autokatalytische Zerfallsprozess hat bei diesen Planfilmnegativen bereits begonnen. Dadurch ist die Lesbarkeit aktuell stark eingeschränkt und eine sinnvolle Digitalisierung des Bildinhalts nicht mehr möglich. Auf der Suche nach einer nachhaltigen Lösung zum Erhalt der Negative sollte das Separieren der Fotoemulsionsschichten von den Trägermaterialien Celluloseacetat und -nitrat getestet werden, da deren Erhalt bisher nicht möglich ist. Es galt experimentell zu überprüfen, ob das in der Literatur beschriebene Ablösen der Fotoemulsionsschichten der Planfilmnegative für die hauseigenen Sammlungen ein geeignetes Massenrestaurierungsverfahren darstellt. Da dieses Verfahren – zumindest im europäischen Raum – noch keine bzw. nur geringe Beachtung gefunden hat, soll das nachfolgende Bearbeitungsprotokoll als Anregung zum weiteren Erfahrungsaustausch dienen.

## Ausgangspunkt und Zielsetzung

Die Multimedialen Sammlungen (MMS) des Museums für Geschichte im Universalmuseum Joanneum (UMJ) in Graz gehören mit mehr als 2,5 Millionen Objekten zu den „bedeutendsten audiovisuellen Sammlungen Österreichs“.<sup>1</sup> Die MMS verfügen über umfangreiche Negativbestände. Unter anderem handelt es sich dabei um Planfilmnegative auf Basis der konservatorisch kritisch zu sehenden Trägermaterialien Celluloseacetat und -nitrat. Seit 2015 werden diese Negativbestände vom restlichen Sammlungsgut getrennt in einem separaten, klimatisierten Depot bei einem ganzjährig stabilen Klima von 4 °C (+/-2 °C) und 45 % relative Feuchte (+/- 5 %) aufbewahrt.<sup>2</sup> Vereinzelt weisen Planfilmnegative aus diesen wertvollen Sammlungsbeständen bereits starke Degradationsphänomene der Trägermaterialien auf und können daher nicht problemlos digitalisiert werden. Zudem ist der Erhalt der originalen Planfilme auch von kuratorischer Seite gewünscht. Die Durchführung von restauratorischen Maßnahmen zum Originalerhalt wird ausdrücklich unterstützt, sodass 2018 im Zuge eines Fachpraktikums die Methodik der Trennung von Träger- und Bildschicht von

## An Experiment

*The Detachment of the Photoemulsion Layer from Planfilm Negatives of Cellulose Acetate and Nitrate*

*The stocks of historical flat film negatives based on cellulose acetate and cellulose nitrate substrates in the Multimedia Collections of the Museum of History at the Universalmuseum Joanneum, Graz, now exhibit severe degradation phenomena in some cases. The autocatalytic process of decay has already begun in these flat film negatives. As a result, readability is currently severely limited and a reasonable digitisation is no longer possible. In the search for a sustainable solution to preserve the negatives, the separation of the photographic layers from the carrier materials cellulose acetate and nitrate, was to be tested, as their preservation has not been possible so far. The aim was to test experimentally whether the detachment of the photographic emulsion layers from the flat film negatives, as described in the literature, is a suitable mass restoration method for the in-house collections. Since this method has not yet received much attention, at least in Europe, the following processing protocol is intended to serve as a stimulus for further exchange of experience.*

Celluloseacetat- und Cellulosenitrat-Schicht erprobt werden konnte. Im Vordergrund stand dabei neben der praktischen Durchführung auch die Überprüfung der Methode bezogen auf eine mögliche Anwendung im Sinne der sogenannten „Massenrestaurierung“.

Eine von Maria Bortfeldt an der Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin im Studiengang Restaurierung/Grabungstechnik erstellte Diplomarbeit<sup>3</sup> sowie die Berichte der amerikanischen Firma Chicago Albumen Works<sup>4</sup> bilden die Grundlage der Versuchsdurchführungen. Diese werden durch zusätzliche Materialanalysen mittels FTIR und weitere Recherchen zu ähnlichen Versuchen ergänzt. Die folgende Ausarbeitung ist ein Protokoll der Versuchsreihe aus den Jahren 2017/18 in der Foto-Restaurierungswerkstatt des Referats Restaurierung am Universalmuseum Joanneum. Die Ergebnisse und Protokolle dieser experimentellen Versuchsreihe werden offengelegt, um Praxiserfahrungen mit anderen Restaurator:innen und Einrichtungen auszutauschen und Ergebnisse optimieren zu können. Damit soll eine Diskussion rund um dieses Restaurierungsverfahren angestoßen werden, da eine optimale Lösung für die beschrie-

bene Problematik nach wie vor aussteht – weder existieren adäquate, bezahlbare Lösungen im Sinne eines Massenbehandlungsverfahrens, noch gibt es in Europa Unternehmen, die eine Schichtübertragung bei Celluloseacetat- und -nitrat-Negativen anbieten, um betroffene Bestände dauerhaft im (restaurierten) Original zu erhalten. Die tägliche, berufliche Praxis der Verfasserinnen zeigt vielmehr, dass noch immer viele wertvolle Negativbestände von denselben Problemen betroffen sind und in Depots und Magazinen auf Rettung warten. Ein Wissensaustausch rund um die Behandlung von Beständen, die vom totalen Verlust bedroht sind, ist den Verfasserinnen daher ein großes Anliegen.

Nachfolgend wird im Stil eines Werkstattberichts ein Experiment zum Ablösen der Emulsionsschicht von Planfilmnegativen beschrieben. Das experimentelle Verfahren beruht darauf, dass die Haftschrift von Celluloseacetatnegativen (CA) im Lösungsmittelbad mit Methyläthylketon (MEK) zersetzt wird und sich daraufhin Träger- und Emulsionsschicht voneinander trennen. Wird das Lösungsmittelbad hingegen bei Cellulosenitratnegativen (CN) angewendet, löst sich die Trägerschicht vollständig auf.

### Projektvorbereitung

Auswahl von Probeobjekten aus dem Bestand der MMS unter Beachtung folgender Kriterien:

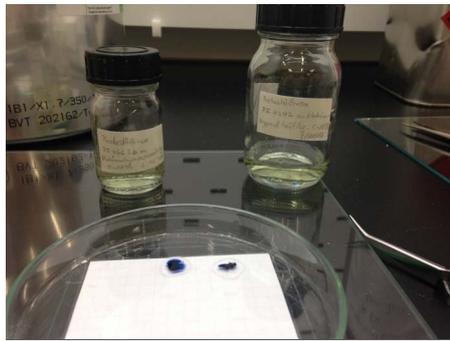
1. Auswahl von Probeobjekten aus dem Bestand der MMS unter Beachtung folgender Kriterien:
  - a. Materialität (CA und CN)
  - b. verschiedene Level der Degradation nach Fischer<sup>5</sup>
  - c. geringe historische Bedeutung für die Sammlung, da mit Verlust zu rechnen ist
2. Anfertigung von Datenblättern zu den Probeobjekten<sup>6</sup>
3. Digitalisierung der Fotoemulsionsschichten für die Digitale Langzeitarchivierung (DLA) der MMS

<p><b>Inv.Nr. MMS:</b> nicht verzeichnet, interne Zählung: 3441b <b>Zustandsbeschreibung:</b></p>   <p>Maße: 12,3 x 10 cm Trägermaterial: Cellulosenitrat Verklebung verso an der Pergaminhülle, starke Kratzer auf d. Emulsionsschicht (verso) Degradationsgrad: 3 (nach Monique Fischer)</p>	<p><b>Objekt 06</b> <b>Scan vor der Versuchsdurchführung:</b></p>  <p>Die Markierungen zeigen die Reinigungsdurchläufe mit Natriumhypochlorid 1x (li. oben.), 3x (re. oben) und 4x (unten)</p> <p><b>Scan nach der Bearbeitung:</b></p> 	<p><b>Standort:</b> 4° Depot</p> <p>Durchgeführte Maßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trockenreinigung mit Ziegenhaarpinsel</li> <li>- Ablösen der Papierfasern mit Ethanol-Wasser-Gemisch (7:3), Wattestäbchen und Pinzette, wobei nicht alle Fasern entfernt werden können.</li> <li>- Versuch des Ablöses der Gelatineschicht auf der Rückseite mittels Natriumhypochlorid und Wattestäbchen.</li> <li>➤ Das Objekt wird in 3 Bereiche eingeteilt, die mittels der rötlichen Rechtecke gekennzeichnet sind. Jeder dieser Bereiche wird unterschiedlich oft mit Natriumhypochlorid behandelt</li> <li>➤ Die Oberfläche bleibt ungleichmäßig weiß und rau.</li> <li>➤ Dort, wo die Papierfasern auf der Oberfläche kleben, wird die Oberfläche nicht vom Natriumhypochlorid angegriffen.</li> <li>- Einlegen des Negativs im MEK-Bad für 20 h</li> <li>➤ Es kann bereits nach kurzer Zeit ein starkes Einrollen des Planfilmnegativs beobachtet werden.</li> <li>- Einlegen im Reinigungsbad in frischem MEK für 20 Minuten.</li> <li>- Einlegen des Planfilmnegativs für 3 Tage im 95 %-igen Ethanol-Wasser-Bad</li> <li>- Glätten</li> <li>➤ Entnahme mit Pinzette, wobei die Fotoemulsionsschicht auf die ebenfalls ins Bad getauchte Hostaphanfolie geschoben wird.</li> <li>➤ Das Glätten erfolgte mit dem Teflonfalzbein sowie Pinsel direkt auf der Fotoemulsionsschicht (die auf der Hostaphanfolie liegt).</li> <li>➤ Pressen zwischen Hostaphanfolie und Polyestervlies Viledon sowie Löschkarton für 20 h</li> <li>- Verpacken: Die Fotoemulsionsschicht rollt sich ein, sobald sie aus der Presse genommen wird. Sie ist sehr fragil und schwer zu händeln.</li> <li>- Weder Scan noch Objektfotografie konnten von einer Person allein angefertigt werden.</li> </ul>
<p><b>Auswertung:</b> Die bereits vor der Bearbeitung unterschiedlich stark abgelöste Gelatineschicht auf der Rückseite des Trägermaterials nimmt kein Einfluss auf den Trennprozess. Das aufgrund des gealterten Trägermaterials gelblich-bräunliche Erscheinungsbild des Planfilmnegativs ist auf dem Scan nach der Bearbeitung zusammen mit der Trägerschicht verschwunden. Die Faserauflagerungen vom anhaftenden Pergamin-Papier nehmen keinen Einfluss auf die Behandlung im MEK-Bad. Das Handling der Fotoemulsionsschicht zum Scannen und Verpacken muss als schwierig beschrieben werden.</p>		

## Projektdurchführung

### 1. Trockenreinigung mit Ziegenhaarpinsel und Diphenylamin-Test des Trägermaterials

Arbeitszeit pro Objekt: 5 min 7

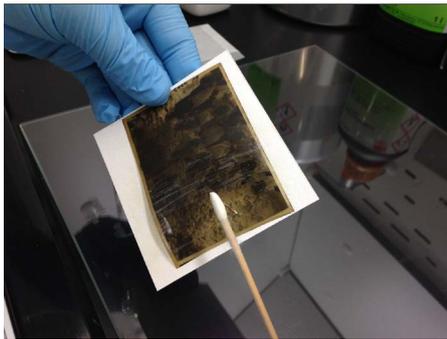


1 Probe links: Objekt 06 (CN) und Probe rechts: Objekt 08 (CN)

Für eine eindeutige Zuordnung des Schichtmaterials werden alle Versuchsobjekte mit Diphenylamin getestet.

### 2. Vorbehandlung der CN-Negative mit einer 5%igen Natriumhypochloritlösung (NaOCl) zum Ablösen der Gelatineschicht und einer optionalen Anti-Curl-Schicht auf der Rückseite des Trägermaterials

Gesamtarbeitszeit: 3 h

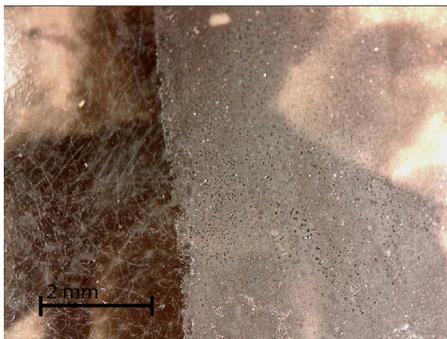


2 Objekt 09 (CN): Zu sehen ist eine starke, weißliche Blasenbildung.

Um das Trägermaterial von der Emulsionsschicht lösen zu können, muss bei CN-Negativen zunächst die Gelatineschicht auf der Rückseite entfernt werden.<sup>8</sup>

Für das Ablösen wird eine 5%ige Natriumhypochloritlösung (NaOCl) verwendet. Diese wird mit einem Wattestäbchen aufgetragen. Nach einer 5-minütigen Einwirkzeit kann die Gelatineschicht mit einem Spatel abgelöst werden.

Beobachtung an Objekt 09 und Objekt 16



3 Objekt 09 (CN): Unter Mikroskop und Streiflicht erscheint die behandelte Oberfläche der rechten Bildseite deutlich angeraut.

An den Objekten 09 und 16 wird nach dem Auftrag des NaOCl eine Blasenbildung beobachtet. Nach dem Trocknen des weißlichen Schaumes bleibt eine angeraute Oberfläche zurück.

Zusätzlicher Test von Objekt 06 und Objekt 09 im Bad mit NaOCl zur Blasenbildung



4 Versuchsdurchführung zur Blasenbildung

An den Objekten 06 und 20 kommt es nicht zu einer solch starken Schaumbildung. Die Oberfläche wurde auch nach mehrmaligem Auftragen leicht rau und weißlich. Um sicher zu gehen, dass es sich wirklich um CN-Material handelt, wird ein erneuter Diphenylamin-Test durchgeführt. Auch der zweite Test fällt positiv aus.

Um die Schaumbildung genauer untersuchen zu können, werden zwei Proben der Objekte 06 und 09 in ein Bad mit NaOCl gegeben. Während bei Objekt 09 ein starkes Aufsteigen von Blasen zu beobachten ist, bilden sich bei Objekt 06 nur wenige. Bei beiden Proben bleibt nur das Trägermaterial zurück, die Gelatineschichten lösen sich komplett auf.

**Fazit:** Der Grad der Schaumbildung ist nicht abhängig vom Trägermaterial. Wahrscheinlicher ist eher ein Zusammenhang zwischen Zusatzstoffen der Gelatineschicht und der Stärke der Ausbildung des weißlichen Schaums.

### 3. Einlegen aller Objekte (CA und CN) in Methylethylketon (MEK)

Bearbeitungszeit: 1h

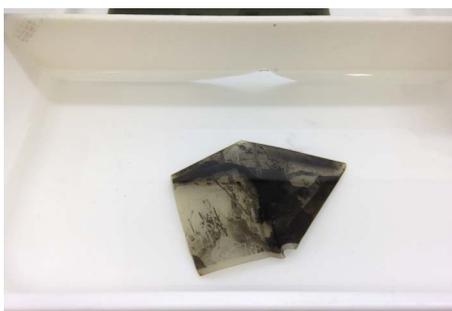
Eine regelmäßige Kontrolle der MEK-Bäder ist notwendig!



5 Die Objekte im MEK-Bad (von links oben nach rechts unten: Objekt 16 (CN), 09 (CN), 20 (CN), 06 (CN))

Alle Muster werden in MEK eingelegt. Dazu werden Fotoentwicklungsschalen verwendet, welche zunächst mit 400 ml MEK gefüllt und mit Hilfe von ungepuffertem Passepartoutkarton in zwei Sektionen unterteilt werden. Diese sollen verhindern, dass sich die zwei Negative in den Schalen überlappen bzw. übereinander schwimmen. Die Negative werden mit der Emulsionsschicht nach oben mit Hilfe einer Pinzette und eines Spatels langsam in das MEK gelegt. Je nach Einrollverhalten werden die Negative gewendet und das Bad auf 700 ml aufgefüllt, damit sich das gesamte Material im Bad befindet. Die Schalen werden mit einer Glasscheibe abgedeckt und zunächst für 20 h stehen gelassen.

Beobachtung Objekt 20 (CN): ein starkes Einrollen des Planfilminnegativs



6 Objekt 20 (CN)

Nach dem Einlegen des Objektes im MEK-Bad kommt es zu einem sofortigen Zusammenrollen des Negativs. Es rollt sich so stark ein, dass es wieder aus der Lösung herausgenommen und auf einer Glasplatte mit Pinzette und Spatel geglättet werden muss. Im Anschluss wird das Objekt mit der Emulsionsschicht nach unten ein zweites Mal in das MEK-Bad eingelegt. Es kommt nicht zu einem erneuten Einrollen des Negativs. Die Beschriftung am Rand des Negativs löst sich langsam auf.

**Fazit:** CA-Negative rollen sich im Vergleich zu den CN-Negativen nicht ein, maximal kommt es zu einer Wölbung. Die CN-Negative rollen sich hingegen stark ein. Damit muss dem MEK-Bad für ein vollständiges Abdecken der Objekte eine größere Menge Lösungsmittel nachträglich hinzugefügt werden.

Die CN-Negative erscheinen an der Oberfläche teilweise weißlich und schwimmen oben auf. Sie müssen in der Lösung manuell gewendet werden.

Nach einer Einwirkzeit im MEK-Bad von 20 h



7 Objekt 25 (CA)

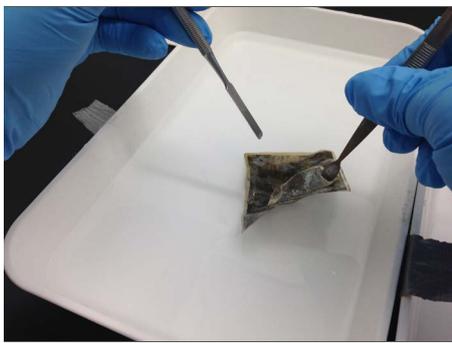
Das Objekt 25 ist ein bereits stark degradiertes Acetatnegativ (CA) und zeigt Kanäle und Falten. Nach 20 h in MEK-Bad schwimmt neben der Bildschicht in der MEK-Lösung eine bläuliche Kunststofffolienschiicht, welche sehr steif wirkt, sowie eine leicht gelbliche Kunststofffolienschiicht.

Die Emulsionsschiicht kann mit einer flachen Pinzette herausgenommen und in das Reinigungsbad überführt werden. Die Schiicht wölbt sich, reißt aber nicht ein.

Die zwei abgelösten Schichten werden in ein weiteres Behältnis gelegt und trocknen innerhalb einer Stunde. Die Untersuchung mittels FTIR ergibt, dass es sich bei beiden Kunststoffschichten um CA-Materialien handelt.

Einwirkzeit im MEK-Bad insgesamt 43 h

Beobachtung Objekt 09 (CN): Eine zusätzliche Gelatineschiicht am Objekt wird teilweise gelöst.



8 Objekt 09 (CN)

Das Objekt hatte sich nach 20 h am Rand aufgespalten. Neben der Emulsionsschiicht hängt eine gelbliche Schiicht fest verbunden in der Mitte des Negativs.

Das Objekt wird für weitere 23 h in MEK eingelegt. Gleiches gilt für Objekt 16.

Einwirkzeit im MEK-Bad insgesamt 90 h

Beobachtung Objekt 24 (CA) und Objekt 01 (CA)



9 Objekt 01 (CA)

Nach 90 h im MEK-Bad kann der Acetatträger mit Pinzette und Spatel von der Emulsionsschiicht gelöst werden. Die Emulsionsschiicht wird in das Reinigungsbad gegeben.

Die abgelöste Trägerschiicht spaltet sich während des Trocknungsprozesses in zwei Schichten: eine bläuliche (Ergebnis der FTIR-Analyse: CA) und eine gelbliche (Ergebnis FTIR-Analyse: CN). Vermutlich handelt es sich bei dem bläulich gefärbten CA-Film um die Anti-Haloschiicht.<sup>9</sup>



10 Objekt 24 (CA)

Einwirkzeit im MEK-Bad insgesamt 163 h

Beobachtung Objekt 16 (CA): Verfestigung des MEK



11 Zwischen Tag 5 und 6 entsteht ein einheitlicher Film im Bad, das Negativ muss herausgeschnitten werden und wird in einem frischen MEK-Bad wieder angelöst.

Für das Acetatnegativ Objekt 16 sind 163 h nötig, bis die Trägerschicht von der Emulsionsschicht gelöst werden kann. Nach dem erneuten Anlösen des Negativs in einem „frischen“ MEK-Bad muss eine Pinzette zum Festhalten der Trägerschicht verwendet werden. Bei dem ersten Versuch kommt es zu einem leichten Einriss in der Mitte des Bildes.

Der Rand des Negativs ist stark zusammengeschoben, wirkt verwellt und ist sehr steif. In der Mitte des Negativs ist das Bild stark verzogen.

**Fazit:** Je nach Zusammensetzung der einzelnen Schichten der Negative und deren Zustand ist von unterschiedlichen Wässerungszeiten im MEK-Bad auszugehen. Dabei ist eine regelmäßige Kontrolle der Bäder und Negative notwendig. Die Objekte sollten nicht mehr als über eine Nacht unbeobachtet gelassen werden, um ungewollte Veränderungen rechtzeitig bemerken zu können. Wichtig ist, dass die Bäder annähernd luftdicht verschlossen sind, damit sich das Lösungsmittel nicht verflüchtigt. MEK weist einen starken, unangenehmen Eigengeruch auf, daher sollte darauf geachtet werden, dass die Abzugshaube – trotz Abdeckung des Bades – angeschaltet bleibt.

#### 4. Reinigungsbad für die Fotoemulsionsschicht in einem 95%igem Ethanol-Wasser-Bad für drei Tage

Bearbeitungszeit je nach Zustand des Objektes  
zw. 5 und 15 min Einwirkzeit im Bad ca. 72 h

Nach der Entnahme der Objekte aus dem MEK-Bad werden diese kurz in einem frischen MEK-Bad geschwenkt. Da sich die Bildschichten unter dem Einfluss von MEK versteift haben, werden sie für drei Tage in ein 95%iges Ethanol-Wasser-Bad gegeben. Hierfür wird Leitungswasser verwendet und die Bäder auf 400 ml in Fotoentwicklungsschalen angesetzt.<sup>10</sup>

## 5. Das Glätten und Pressen der Fotoemulsionsschichten

Bearbeitungszeit pro Objekt je nach Emulsionsstärke und -stabilität zw. 5 und 30 min

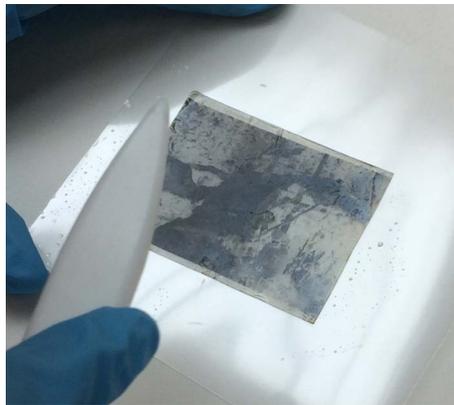


12 Objekt 09 (CN) nach dem Entnehmen aus dem Bad

Für das Glätten werden die meisten Fotoemulsionsschichten vorsichtig mit einer Pinzette aus dem Ethanol-Wasserbad gehoben und auf eine Hostaphanfolie gelegt. Teilweise werden die Fotoemulsionsschichten direkt mit einem Teflon-Falzbein und einem Pinsel bearbeitet. Es wird von innen nach außen gestrichen, um die Luft zwischen Folie und Emulsionsschicht herauszustreichen. Dabei wird versucht, die Negative zu glätten, ohne Falten entstehen zu lassen.

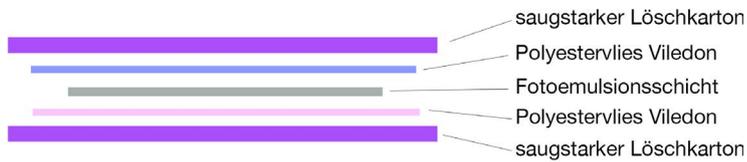
Da sich das Ethanol schnell verflüchtigt, empfiehlt es sich eine zweite Hostaphanfolie aufzulegen, wodurch die Feuchtigkeit länger im Material verbleibt. Mit dem Teflon-Falzbein wird ein abschließendes Glättziehen vorgenommen.

Extra Anwendung Objekt 24 (CA) und Objekt 09 (CN) im Vergleich



13 Objekt 06 (CN) wird glattgestrichen

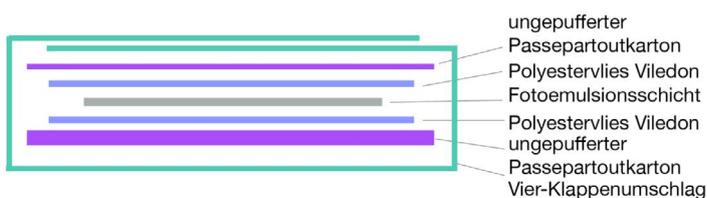
Die Objekte 09 und 24 haben sehr dünne Fotoemulsionsschichten, welche schwer zu glätten sind. Für Objekt 09 wird das Negativ wieder in das Bad gelegt, um es dort glatt zu ziehen. Mit einer Hostaphanfolie als Transportmittel wird die Fotoemulsionsschicht herausgehoben. Nicht alle Falten und Verformungen können auf diese Weise entfernt werden, sodass die Fotoemulsionsschichten für weitere 24 h in einem Sandwich gepresst werden.



14 Aufbau des Sandwiches zum Trocknen der Objekte

## 6. Verpacken der Fotoemulsionsschichten

Bearbeitungszeit je nach Objekt zw. 10 bis 45 min  
(nach bereits erfolgtem Zerschneiden der Pappen, Polyestervliese und Folien)



15 Aufbau der Verpackungssandwiches in einem Vier-Klappenumschlag aus Alphacellulose

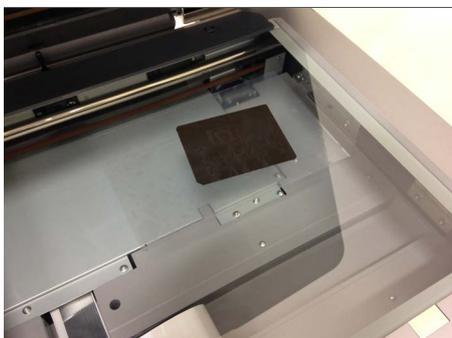


16 Objekt 06 (CN) Einrollen der Fotoemulsionsschicht beim Verpacken

Alle Objekte werden aus der Presse genommen und in vorgefertigte Vier-Klappenumschläge aus Cellulose mit einer Sandwichverpackung gelegt. Bei der Umschichtung muss schnell gearbeitet werden, da sich durch die für Fotomaterialien vergleichsweise hohe relative Luftfeuchtigkeit im Raum<sup>11</sup> die Fotoemulsionsschichten sehr schnell einrollen. Teilweise sind zwei Personen nötig gewesen, um die Fotoemulsionsschichten faltenfrei in die Sandwichverpackungen legen zu können.

## 7. Scannen der Negative

Gesamte Bearbeitungszeit 1,5 h



17 Die Fotoemulsionsschichten werden – zwischen zwei Hostaphanfolien liegend – gescannt.

Die Fotoemulsionsschichten werden abschließend noch einmal digitalisiert, um die Qualität der Scans von Vor- und Nachzustand vergleichen zu können. Für das Scannen werden vier geübte Hände benötigt, da die Objekte sehr fragil sind. Die Fotoemulsionsschichten reagieren sehr schnell mit einem Einrollen auf die Luftfeuchtigkeit im nur temperierten Scanner-Raum. Zudem sind die Verpackungsmaterialien statisch aufgeladen und die Fotoschicht haftet stark daran. Somit wurde das Ent- und erneute Verpacken zu einem zeitintensiven Vorgang, bei dem man Gefahr lief, die Fotoemulsionsschichten zu beschädigen.

Durch ein paralleles Abrollen des Polyestervlieses und Aufrollen einer Hostaphanfolie auf beiden Seiten der Fotoemulsionsschichten konnten diese in den Scanner gelegt werden. Das eigentliche Scannen verlief ohne Probleme, es zeigten sich weder Newton-Ringe noch Luftblasen. Durch das Verwenden von zwei Hostaphanfolien für die Stabilisation kam es zu Verschmutzungen in Form von Staubpartikeln auf dem Scan. Diese mussten am Digitalisat im Nachhinein aus der Bilddatei mittels einer Bildbearbeitungssoftware herausretuschiert werden.

## Auswertung des Experiments

Die Testreihe zum Trennen der Emulsionsschicht vom Trägermaterial CA bzw. CN hat gezeigt, dass fotografische Negative je nach Herstellungsprozess aus verschiedenen Schichten aufgebaut sein können (vgl. Objekt 24 und 25<sup>12</sup>). Vor einer adäquaten Behandlung ist somit neben der Trägermaterialbestimmung eine technisch aufwändige Analyse des genauen Schichtaufbaus nötig, um für jede Variante einheitliche und optimal angepasste restauratorische Behandlungsmaßnahmen durchführen zu können. Die Trennung von Fotoemulsions- und Trägerschicht im MEK-Bad wird dabei sowohl vom Material als auch vom Erhaltungszustand des Planfilmnegativs stark beeinflusst.

Bei den getesteten Objekten ist es vermehrt zu Komplikationen beim Handling gekommen, die zu (möglicherweise vermeidbaren) Einrissen in der Fotoemulsionsschicht geführt haben. Das Verfahren muss weiter optimiert werden, um die Unversehrtheit der Fotoemulsionsschichten während des Handlings gewährleisten zu können. Eine serielle, kostensparende Bearbeitung durch angeleitetes, fachfremdes Personal erscheint unter diesem Gesichtspunkt momentan unverantwortlich.

Die in der Literatur beschriebenen durchschnittlichen Bearbeitungszeiten<sup>13</sup> sind bei allen Anwendungen um ein Vielfaches überschritten worden. Die eingeplanten fünf Tage Bearbeitungszeit dehnten sich sogar bis auf 13 Tage aus. Problematisch erscheint dabei vor allem, dass die Bäder in MEK für lange Zeit (z. B. über Nacht) unbeaufsichtigt bleiben müssen.

Außerdem liegt ein höherer Lösungsmittelverbrauch vor, als in der Literatur angegeben, da der Ablösungsprozess zwischen Trägermaterialien und Fotoemulsionsschicht länger andauert und der jeweils verdunstete Lösungsmittelanteil im Bad nach und nach ersetzt werden muss. Nur so kann sichergestellt werden, dass das Planfilmnegativ vollständig mit Lösungsmittel bedeckt ist. Zudem benötigt jedes Planfilmnegativ ein eigenes Lösungsmittelbad, um ein Übereinanderschwimmen von mehreren abgelösten Fotoemulsionsschichten zu verhindern. Dadurch steigen die Gesamtkosten für dieses Restaurierungsverfahren.

## Anmerkungen für weitere Experimente

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass sich die Trennung von Träger- und Fotoemulsionsschicht bei CN-Negativen unproblematischer gestaltet als bei CA-Negativen. CN-Träger lösen sich im MEK-Bad fast völlig auf. Ein häufiges manuelles Drehen und Wenden der Objekte mit Pinzetten zur Beschleunigung des Trennprozesses ist nicht notwendig, sodass Schäden während des Restaurierungsprozesses minimiert werden können. Dem Vorteil des besseren Trennungsverhaltens bei CN-Negativen steht die (subjektiv) empfundene hohe Fragilität der abgelösten Fotoemulsionsschichten entgegen. So gestaltet sich beispielsweise das Handling nach den Bädern, das Glätten und das Verpacken der Fotoemulsionsschichten sehr zeitintensiv und aufwändig. Diese Umstände sind vor allem der Tatsache geschuldet, dass die Fotoemulsionsschichten nicht in Planlage verbleiben. Befinden sich Planfilmnegative mit CA-Trägermaterial in einem fortgeschrittenen Stadium der Zersetzung (ab einem visuell eingeschätzten Degradationsgrad Level 6<sup>14</sup>), so ergeben sich mit dem beschriebenen Verfahren keine Probleme bei der Schichtentrennung. Weisen die CA-Planfilmnegative jedoch weder Luftblasen noch kristalline Flüssigkeitsablagerungen auf (bis Level 4<sup>15</sup>), ist von einem Ablösen des Trägermaterials mittels Lösungsmittelbad abzuraten. Denn dies erfordert während der Behandlung im Lösungsmittelbad teilweise zusätzlich eine mechanische Trennung der Schichten, was häufig zu Beschädigungen an den Objekten führt.

Problematisch gestaltet sich die Bearbeitung auch dann, wenn sich partiell Bereiche der Trägerschicht (sowohl bei CA- als auch bei CN-Material) schneller ablösen. Hier können teilweise Rückstände des weniger stark abgebauten Trägermaterials auf der Fotoemulsionsschicht verbleiben. Unbehandelte Planfilmnegative weisen augenscheinlich oftmals, insbesondere in den Randbereichen, signifikantere Degradationsphänomene auf als in der Mitte. Hier besteht die Vermutung, dass einzelne Teilbereiche der Planfilmnegative stärker vom Abbau der Trägerschichten betroffen sind und sich im Lösungsmittelbad entsprechend schneller ablösen. Das mechanische Ablösen dieser verbliebenen Trägermaterialrückstände gestaltet sich sehr arbeitsintensiv und ist oft mit Schäden am Objekt verbunden. Zudem bedingt dieser Prozess die Hilfe einer zweiten Person, wodurch es insgesamt zu längeren Bearbeitungszeiten mit einem höheren Personalaufwand kommt. Ähnlich zeitintensiv kann sich auch der Umstand von unterschiedlichen Dicken der Trägerschichten auswirken. Je nach Stärke der Trägerschicht, dem Vorhandensein von mehreren Schichten sowie dem jeweiligen Erhaltungszustand des Planfilmnegativs kann sich das Quellverhalten der Trägerschicht unterscheiden. Dieses Phänomen zeigt sich im durchgeführten Experiment insbesondere an Objekt 09, bei dem das Lösungsmittelbad stark verlängert werden musste. Da über den Schichtaufbau (einzelner) historischer Planfilmnegative selten nähere Informationen bekannt sind, muss mit Verzögerungen im MEK-Bad gerechnet werden. Für das Verpacken nach dem Pressen und Scannen in trockenem

Zustand sind im Experiment mindestens zwei Personen nötig gewesen, da die Sandwichfolien zum Scannen parallel ab- und aufgerollt werden müssen. Dadurch ist es nochmals zu einem erheblich höheren Zeitaufwand gekommen. Diese Umstände machen deutlich, dass der Zeitfaktor der Behandlungsdauer im Sinne der restauratorischen Massenbehandlung belastbare Kostenkalkulationen extrem erschwert. Außerdem gestaltet sich die Personalplanung in der Massenrestaurierung schwierig, wenn Prozesse, die im Regelfall von einer Person durchgeführt werden können, aufgrund der Objekteigenschaften nur zu zweit umsetzbar sind.

Das in der Literatur beschriebene Nassscannen und Abfotografieren<sup>16</sup> ist an Objekt 23 getestet worden. Das Ergebnis ist leider nicht zufriedenstellend ausgefallen. An den Rändern verflüchtigt sich das Lösungsmittel schneller als in der Mitte. Es kommt zu einem Einrollen der Fotoemulsionsschicht. Idealerweise sollte die Digitalisierungsstation daher in der optimal klimatisierten Restaurierungswerkstatt neben dem Nassbereich installiert werden. So sind kürzere Wege zwischen den einzelnen Arbeitsschritten möglich. Des Weiteren hat das Raumklima während der Versuchsdurchführung zu wenig Beachtung gefunden. Klimata mit Raumfeuchten um bzw. unter 35 % relativer Luftfeuchtigkeit<sup>17</sup> sind selten in Restaurierungs- und Fotowerkstätten zu finden, aber für diese Art der Bearbeitung notwendig. Hier gilt es herauszufinden, ob eine derart niedrige relative Raumfeuchte das Einrollen der Fotoemulsionsschichten verhindern kann. Erst wenn auch diese Schwierigkeit im gesamten Prozessablauf auf ein Minimum reduziert werden kann, wird ein Massenrestaurierungsverfahren für degradierte Planfilmnegative aus CA- und CN-Material umsetzbar.

## Fazit

Das durchgeführte Experiment hat gezeigt, dass zwischen der individuellen Beschreibung eines geeigneten Restaurierungsverfahrens und dessen erfolgreicher Anwendung in der Mengenrestaurierung hohe Hürden liegen können. Es wird deutlich, wie wichtig die genaue Bestimmung von Objektmaterial und Degradationszustand vor einer restauratorischen Behandlung ist. Inzwischen konnte nachgewiesen werden, dass sich Verfahren, wie die Transflexions-FTIR-Spektroskopie mit Alufolienreflektor mittels mobiler FTIR-Spektrometrie<sup>18</sup> oder das SurveNIR-System<sup>19</sup>, rentabel zur schnellen und zerstörungsfreien Identifikation von Erhaltungszustand und Materialität von Fotonegativen innerhalb großer Fotonegativ-Bestände einsetzen lassen. Somit könnte in der kombinierten Nutzung von Materialprüfungs- und Restaurierungsverfahren eventuell der Schlüssel für eine erfolgreiche (Vor-)Planung einer Massenrestaurierung in Bezug auf die vorgestellte Restaurierungsmethode liegen.

## Verwendete Chemikalien, Geräte, Materialien und Werkzeuge

### verwendete Chemikalien

verwendete Chemikalien	Herstellerfirma/Lieferant
2-Butanon, Methylethylketon	Carl Roth GmbH + Co. KG
Ethanol (95%ig) mit regulärem Wasser auf 95 % angesetzt	Mohren-Apotheke Graz
Natriumhypochlorit	Carl Roth GmbH + Co. KG

### verwendete Verbrauchsmaterialien

verwendete Verbrauchsmaterialien	Herstellerfirma/Lieferant
Baumwollwatte, 100 % Baumwolle	Rauscher Consumer Products GmbH
Buchbinderpappe, 2 mm stark, Schmalbahn	Wilhelm LEO's Nachfolger GmbH
Löschkarton, gepuffert, 1 mm	Fa. Anton Glaser
Hostaphanfolie, RN 75, 105 g/m <sup>2</sup> , nicht silikonisiert	Deffner & Johann GmbH
Passepartoutkarton, Crescent Rag Mat, ungepuffert, white, 1,5 mm	Friedrich Römer GmbH
Polyestervlies/Viledon	Fa. GMW – Gabi Kleindorfer
Vier-Klappenumschlag, 80 g/m <sup>2</sup> Baumwollpapier, säurefrei, ungepuffert, PAT getestet	Hans Schröder GmbH
Wattestäbchen, Buchenholzstäbchen mit Baumwoll-Wattekopf, Länge 150 mm, Durchmesser 2,2 mm	Deffner & Johann GmbH

### verwendete Werkzeuge und Geräte

verwendete Werkzeuge und Geräte	Herstellerfirma/Lieferant
Flachbettscanner Epson Expression 1200 XL	Epson Deutschland GmbH
FTIR-Spektrometer der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin	Gerät der Serie PU 9800 der Firma Philips Scientific
Kunststoffschalen aus PET	Drogeriemarkt BIPA
Messbecher (Kunststoff)	Deffner & Johann GmbH
Mikrofaser-Reinigungstücher	Fa. Eco-Fused geliefert von Fa. Amazon
Pinself mit Kunsthaar (flach und spitz)	pel – Preservation Equipment Ltd.
Pinzetten	Deffner & Johann GmbH
Skalpellgriff „nach Rüttgers“ Nr. 3 mit Skalpellklinge 13	Deffner & Johann GmbH
Stereomikroskop (Leitz)	Leica Microsystem
Teflon-Doppelspatel	Deffner & Johann GmbH
Teflon-Falzbein	Fa. GMW – Gabi Kleindorfer
USB-Mikroskop, 9 Mio. Pixel max. 200-fache digitale Vergrößerung	Conrad Electronics
Ziegenhaarpinsel	pel – Preservation Equipment Ltd.

**Carolin Pommert**

BA Kons./Rest. AVF, MA Entrepreneur of the Arts  
Institut für Geschichte der Medizin und Ethik  
in der Medizin Charité – Universitätsmedizin Berlin  
Thielallee 71,  
14195 Berlin  
[carolin.pommert@charite.de](mailto:carolin.pommert@charite.de)

**Fenna Yola Tykwer**

Dipl. Kons./Rest. (FH)  
Behörde für Kultur und Medien,  
Amt Staatsarchiv Hamburg  
Kattunbleiche 19,  
22041 Hamburg  
[fennayola.tykwer@bkm.hamburg.de](mailto:fennayola.tykwer@bkm.hamburg.de)

## Anmerkungen

- 1 Universalmuseum Joanneum, Multimediale Sammlungen. 2018, <https://www.museum-joanneum.at/museum-fuer-geschichte/multimediale-sammlungen> [Zugriff: 13.03.2023]
- 2 In Österreich gibt es, im Gegensatz zu Deutschland, keine gesetzlichen Vorschriften, die eine Aufbewahrung und Handhabung von (degradierenden) Fotomaterialien aus Cellulosenitrat verhindern. In Deutschland muss degradierendes CN-Material laut gesetzlichen Vorgaben nach der Digitalisierung vernichtet werden. Vgl. auch Vorgaben nach DIN 15551-3 2013, S. 8–9; abgedruckt bei HOFMANN/ZIKESCH 2016, S. 109–110
- 3 BORTFELDT 2000a
- 4 <https://www.albumenworks.com/acetate/> [Zugriff: 15.03.2023]
- 5 FISCHER 2020, S. 3–5
- 6 In diesem Artikel werden nur die aussagekräftigsten Proben vorgestellt, wodurch sich Lücken in der fortlaufenden Nummerierung ergeben. Das Datenblatt zu Objekt 06 ist beispielhaft auf S. 18 zu finden.
- 7 Arbeitsschritte: Probenentnahme mit Skalpell, Diphenylamin-Test, Auswertung und Dokumentation
- 8 Diese wurde aufgetragen, um eine starke Wölbung des Kunststoffes zu verhindern
- 9 SCHMIDT 2022, S. 95
- 10 BORTFELDT 2000a, S. 11
- 11 Das Klima in der Restaurierungswerkstatt liegt im Jahresmittel bei 21 °C (+/-2 °C) und 50 % relative Feuchte (+/- 5 %).
- 12 Obwohl das Hauptträgermaterial eines Planfilmnegativs aus CA-Material besteht, kann als dünne Zwischenschicht CN-Material vorhanden sein.
- 13 BORTFELDT 2000b, S. 11
- 14 FISCHER 2020, S. 4
- 15 FISCHER 2020, S. 4
- 16 BORTFELDT 2000a, S. 85–86
- 17 MUNSON 1997, S. 64
- 18 CEYNOWA/ESTUPIÑÁN MÉNDEZ/ALLSCHER 2022, S. 188–189
- 19 LICHTBLAU/GRAF 2022, S. 11–13

## Literaturverzeichnis

- BORTFELDT 2000a:**  
 Maria Bortfeldt, Die Schichtübertragung – ein Restaurierungsverfahren für Cellulosenitrat- und Celluloseacetatnegative. Diplomarbeit Fachhochschule für Technik und Wirtschaft. Berlin 2000 (unpubliziert)
- BORTFELDT 2000b:**  
 Maria Bortfeldt, Ein Restaurierungsverfahren für Cellulosenitrat- und -acetatnegative. In: Rundbrief Fotografie N.F. 28, Vol. 7, No. 4/15, 2000, S. 8–12
- CEYNOWA/ESTUPIÑÁN MÉNDEZ/ALLSCHER 2022:**  
 Irmhild Ceynowa, Méndez Diego Estupiñán Méndez, Thorsten Allscher, Risiko Nitrofilm. Identifizierung, Digitalisierung und Vernichtung am Beispiel der Bayerischen Staatsbibliothek. In: Zeitschrift für Bibliothekswesen und Bibliographie, 4, 2022, 69. Jg., S. 181–195
- DIN 15551-3 2013:**  
 Normenausschuss Veranstaltungstechnik, Bild und Film (NVBF) im DIN, DIN 15551-3:12 Strahlungsempfindliche Filme – Zellhornfilm – Teil 3: Begriffe, Eigenschaften, Handhabung und Lagerung. 2013
- FISCHER 2020:**  
 Monique Fischer, Leaflet 5.1: A Short Guide to Film Base Photographic Materials: Identification, Care, and Duplication. 2020, <https://www.nedcc.org/free-resources/preservation-leaflets/5.-photographs/5.1-a-short-guide-to-film-base-photographic-materials-identification,-care,-and-duplication> [Zugriff: 15.03.2023]
- HOFMANN/ZIKESCH 2016:**  
 Rainer Hofmann, Wilfried Zikesch, DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.), Analoge Kinefilme und Fotografien. Berlin, Wien, Zürich 2016
- LICHTBLAU/GRAF 2022:**  
 Dirk Andreas Lichtblau, Nicole Graf, Materialerkennung und Zustandserfassung der fotografischen Filmträger mit SurveNIR im Bildarchiv der ETH-Bibliothek Zürich. Untersuchungsbericht, 2022, <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000537822> [Zugriff: 03.04.2023]
- MUNSON 1997:**  
 Doug Munson, The Pellicular Burlesque. In: AIC Topics in Photographic Preservation, Vol. 7, S. 55–65
- SCHMIDT 2022:**  
 Marjen Schmidt, Fotografien: erkennen – bewahren – ausstellen. 2. Aufl. Berlin, München 2022

## Abbildungsnachweis

Autorinnen