

# „Metalleffektfäden“ des 20. Jahrhunderts

## Identifizierung und Analyse von laminierten Metallfäden

Anu-Susanna Ventelä

„Metalleffektfäden“ bzw. moderne Metallfäden werden seit Ende der 1930er Jahre produziert und unter unterschiedlichen Markennamen verkauft. Sie werden aus Transparent- und Aluminiumfolie durch Laminieren hergestellt und vielfältig in Textilien eingesetzt. Hersteller haben unterschiedliche Produkte erzeugt und unter verschiedenen Handelsnamen wie z.B. Lurex oder Cellometall vermarktet. Der Aufbau dieser Fäden sowie deren Ausgangsmaterialien können unterschiedlich sein. Beides hat einen Einfluss auf die restauratorischen Maßnahmen, die an Textilien mit solchen Metallfäden gefahrlos vorgenommen werden können. In diesem Beitrag<sup>1</sup> wird zunächst die Geschichte der Metalleffektfäden kurz umrissen. Der Aufbau von laminierten Metallfäden, die verwendeten Materialien sowie deren Eigenschaften werden erläutert, Methoden zur Untersuchung von Metalleffektfäden vorgestellt. Zusätzlich wird der Identifizierung der verwendeten Kunststoffe nachgegangen.

### *Metal Effect Threads of the Twentieth Century. Identification and Analysis of Laminated Metal Threads*

*The manufacturing of modern metal threads using aluminum foil or metalized plastic films laminated with synthetic materials started in the early twentieth century. Various products from different kinds of materials were produced and sold with names such as Lurex or Cellometal. In this article the structure of the threads and their materials are being defined. Examination of the threads and methods for the identification of their materials are being reviewed. The article is based on the diploma thesis of the author written in 2011 at the University of Applied Sciences Cologne.*

Als laminierte Metallfäden werden moderne Metallfäden des 20. Jahrhunderts bezeichnet, die aus Verbundfolie<sup>2</sup> hergestellt werden. Diese Verbundfolie besteht in der Regel aus einer Aluminiumfolie oder einer metallisierten Transparentfolie, welche ein- oder beidseitig mit weiteren Transparentfolien kaschiert ist. Die Herstellung dieser Metallfäden begann Ende der 1930er Jahre nach der Entwicklung der ersten halbsynthetischen Polymere aus Cellulose.<sup>3</sup> Aus diesen neuen Materialien konnten Transparentfolien hergestellt werden, die sich hervorragend zur Herstellung von Metallfäden eigneten. Aus Transparentfolie und Aluminiumfolie wurde durch Laminieren ein Verbundmaterial hergestellt. Die entstandene Verbundfolie wurde in Streifen geschnitten und um eine textile Seele gewickelt oder als solche verwendet. Diese modernen Fäden sollten Metallfäden imitieren, deren Lahn aus massivem Metall bestanden und die deshalb auch als Metalleffektfäden bezeichnet wurden. Sie imitierten den metallischen Charakter der historischen Metallfäden und brachten neue positive Eigenschaften mit sich. In der Herstellung waren sie günstiger, leichter, geruchlos und korrodierten nicht. Kein Wunder also, dass sie in Textilien des 20. Jahrhunderts vielfältige Verwendung fanden. Laminierte Metallfäden wurden in Bekleidungs- und Dekorationsstoffen, in Hüten, Besatzartikeln und in Posamenten verwendet.

Zunächst wurden laminierte Metallfäden aus Zellglas hergestellt. Dieser durchsichtige und geschmeidige Film bestand aus regenerierter Cellulose und trug die Handelsbezeichnung Cellophan. Etwas später folgte Celluloseacetat als ein weiteres Material zur Herstellung von Folien. Der Kunststoff Polyester wurde ebenfalls bereits in den 1930er Jahren entwickelt. Doch erst die Entwicklung einer neuen Beschichtungsmethode, das Vakuum-Metallisieren, in den 1950er Jahren ermöglichte die Herstellung von Metallfäden aus Polyester. Bei den heute hergestellten Fäden kommen auch die Kunststoffe Polyamid und Polypropylen vor.<sup>4</sup>

Der erste laminierte Metallfaden wurde Ende der 1930er Jahre aus Zellglas von der Firma Kalle und Co. in Wiesbaden hergestellt und hatte den Handelsnamen Cellometall. Ein anderer, ähnlicher Faden mit dem Namen Metalltransparit wurde von einer anderen deutschen Firma, Wolf und Co. in Walsrode, hergestellt. Es folgten zahlreiche weitere Produkte durch verschiedene Hersteller. Unter Handelsnamen wie Lurex, Bedor, Methlon with Mylar, Rexor Methlon und Inoxor wurden weitere laminierte Metallfäden vermarktet.<sup>5</sup> In Tabelle 1 sind alle in der Literatur erwähnten Produktnamen von laminierten Metallfäden sowie deren Aufbau und Materialien aufgelistet.<sup>6</sup>

Der bekannteste Produktname ist sicherlich Lurex, unter dem auch heute noch Fäden verkauft werden. Unter diesem Handelsnamen wurden Produkte aus unterschiedlichen Materialien vermarktet. In der Aufteilung der Typen aus dem Jahr 1961 bestand beispielsweise Lurex MF aus Polyester und Lurex TA aus Celluloseacetat. Somit kann aufgrund des bloßen Handelsnamens „Lurex“ keine sichere Aussage getroffen werden, welches Material vorhanden ist.<sup>7</sup>

### Morphologie

Im Allgemeinen werden Metallfäden anhand ihrer Morphologie in vier Gruppen eingeteilt: Unterschieden wird zwischen Lahn, Draht, Lahn um Seele und Draht um Seele.<sup>8</sup> Bei laminierten Metallfäden besteht der Lahn aus einer mehrschichtigen Verbundfolie. Diese kann unterschiedlich aufgebaut sein. Eine Möglichkeit ist eine Aluminiumfolie, die ein- oder beidseitig mit Transparentfolien kaschiert ist (Abb. 1a). Anstelle von Aluminiumfolie kann auch eine ein- oder beidseitig mit Metall bedampfte Folie verwendet werden (Abb. 1b). Diese metallisierte Folie kann zwischen zwei Transparentfolien kaschiert oder nur mit einer Lackschicht<sup>9</sup> beschichtet sein (Abb. 1c).<sup>10</sup>

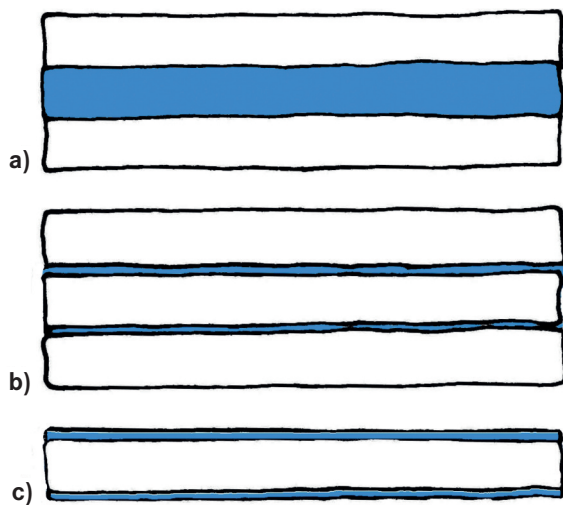
Handelsname	Herstellerfirma	Material
Cellometall®	Kalle & Co. AG, Wiesbaden	Aluminiumfolie beidseitig mit Viskosefolie
Metaphan®		
Metalltransparit®	Wolf & Co., Walsrode	Aluminiumfolie, Viskosefolie
Bedor® CA	Benedict & Dannheißer GmbH, Nürnberg	Aluminiumfolie beidseitig mit Viskosefolie
Bedor® HF		Aluminiumfolie beidseitig mit Polyesterfolie
Bedor® H		Mit Aluminium bedampfte Polyesterfolie, beidseitige Lacksicht
Bedor® HH		Metallisierte Polyesterfolie, beidseitig mit Polyesterfolie
Lurex® Standard	Dobackmun Company, USA/ Dow Chemical Co.	Aluminiumfolie beidseitig mit Acetat- Butyratfolie
Lurex® MF		Aluminiumfolie beidseitig mit Polyesterfolie
Lurex® MM		Mit Aluminium bedampfte Polyesterfolie, beidseitig mit Polyesterfolie
Lurex® TA		Aluminiumfolie beidseitig mit Triacetatfolie
Methlon® with Mylar®	Methlon Corp., USA	Aluminiumfolie beidseitig mit Polyesterfolie
Rexor® A 33 und 40	Société Anonyme Rexor, Frankreich	Aluminiumfolie beidseitig mit Acetatfolie
Rexor® Methlon		Aluminiumfolie beidseitig mit Polyesterfolie
Rexor® Methlon T 20		Aluminiumfolie beidseitig mit Polyesterfolie
Fairtex® with Mylar®	Fairtex Corp., USA	Aluminiumfolie beidseitig mit Polyesterfolie
Lamé with Mylar®	Standard Yarn Mills, Inc., USA	Aluminiumfolie beidseitig mit Polyesterfolie
Reynolds Aluminium Yarn®	Reynolds Metal Co., USA	Aluminiumfolie beidseitig mit Acetatfolie
Inoxor®	Porth Textiles Ltd., Engl.	Aluminiumfolie beidseitig mit Viskosefolie
Conomet® MM	Continental Can. Co.	Mit Aluminium bedampfte Polyesterfolie
Conomet® FM		Polyesterfolie
Malora®	Malina Comp.	Aluminiumfolie mit Cellulosebutyrat-/ Celluloseacetat-/Polyesterfolie

Tabelle 1

1

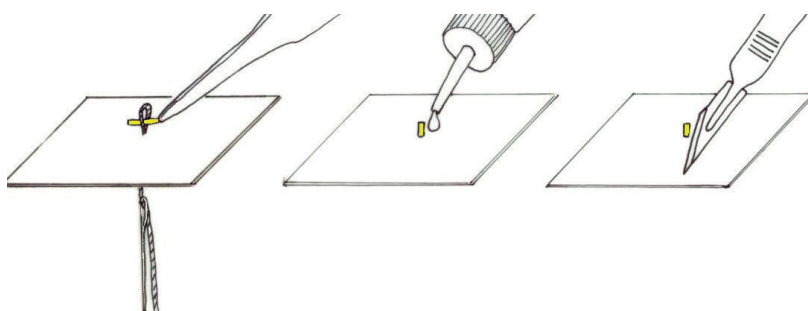
Schematische Zeichnung:

- a) Querschnitt eines Lahn aus einer Aluminiumfolie beidseitig mit Transparentfolie kaschiert
- b) Querschnitt eines Lahn aus einer metallisierten Transparentfolie beidseitig mit Transparentfolie kaschiert
- c) Querschnitt eines Lahn aus einer beidseitig metallisierten Transparentfolie



2

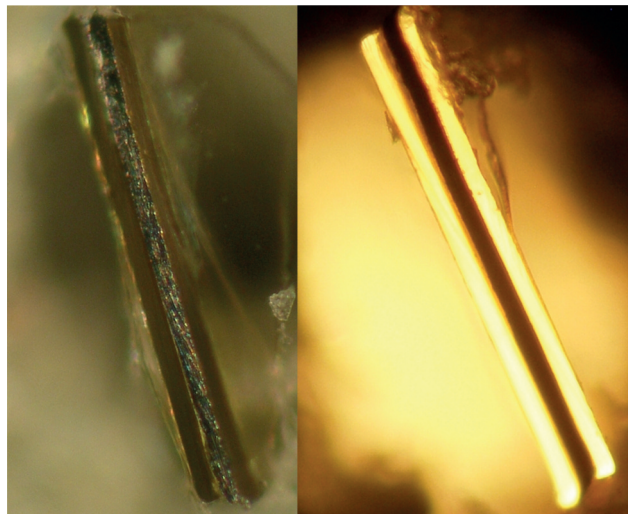
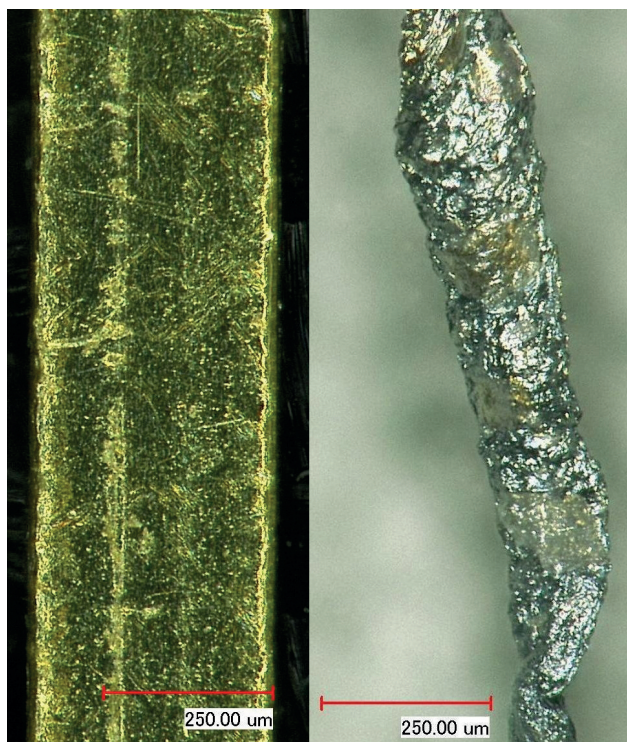
Herstellung eines Querschnittes



3

Links: Ein Metallfaden vor der Brennprobe.

Rechts: Der Metallahn nach der Brennprobe. In der Flamme brannte die Probe rasch. Es blieb ein silberfarbener, metallischer Rest übrig.



4

Links: Lamierter Metallfaden aus Aluminiumfolie, beidseitig mit gelber Transparentfolie kaschiert. Auflicht, aufgenommen mit 20facher Vergrößerung.

Rechts: Derselbe Lahn im Durchlicht

## Materialien

Laminierte Metallfäden wurden aus regenerierter Cellulose, chemisch modifizierter Cellulose bzw. aus den Celluloseacetaten und seit den 1950er Jahren aus dem Kunststoff Polyester hergestellt. Bei den neuesten Fäden kommen neben Polyester auch Polyamid und Polypropylen vor.<sup>11</sup>

Bei regenerierter Cellulose wird das Ausgangsmaterial Cellulose ohne wesentliche chemische Veränderungen zu einer Spinnflüssigkeit aufgelöst und in einem Fällbad zurückgebildet. Die chemische Zusammensetzung der regenerierten Cellulose ist praktisch identisch mit der einer nativen Cellulose. Die physikalischen Eigenschaften sind aber durch den verschwundenen natürlichen Aufbau und die verringerte Kettenlänge weitgehend andere. 60 bis 70 Prozent der Cellulose liegen amorph vor. Dies verursacht eine starke Affinität zu Wasser.<sup>12</sup>

Bei der chemisch modifizierten Cellulose wird Cellulose nach einer chemischen Veränderung in eine lösliche Form überführt, so dass ein Derivat entsteht.<sup>13</sup> Celluloseacetat ist das wichtigste Produkt dieser Gruppe. Die Herstellung geschieht durch den Umsatz von nativer Cellulose mit Essigsäure in Anwesenheit von Schwefelsäure. Es entsteht ein Celluloseester bzw. ein Acetat. Wird statt der Essigsäure Propionsäure zur Veresterung eingesetzt, entsteht Cellulosepropionat. Wenn ein Gemisch aus Essig- und Buttersäure verwendet wird, entsteht Celluloseacetobutyrat.<sup>14</sup> Die Celluloseester haben eine geringe Wasserempfindlichkeit, sind u.a. gegenüber Fett und Öl beständig, dafür aber gegenüber Aceton, Alkoholen und chloriertem Wasserstoff nicht beständig.<sup>15</sup>

Polyester (PES) sind vollsynthetische Polymere, die aus Monomeren über Esterfunktionen miteinander verbunden werden. Der mengenmäßig wichtigste Polyester ist Polyethylenterephthalat (PET). Polyester sind in den meisten organischen Lösungsmitteln nicht löslich, anfällig jedoch gegen alkalische Lösungen wie Ammoniak. Charakteristisch für Polyester ist eine sehr geringe Affinität zu Wasser.<sup>16</sup>

Polyamide<sup>17</sup> und Polypropylen sind thermoplastische Kunststoffe. Generell sind sie gegenüber Lösungsmitteln beständig und sogar gegen Säuren und Basen resistent.<sup>18</sup>

## Herstellung

Das Laminieren, auch Kaschieren genannt, bezeichnet das dauerhafte, vollflächige Zusammenfügen zweier flächiger Materialien. Dabei entsteht eine Verbundfolie.<sup>19</sup> Die Schichten können durch Klebstoffe zusammengefügt werden. Beispielsweise bestehen die laminierten Metallfäden mit den Markennamen Cellometall und Metalltransparit zu 48 % aus Transparentfolie, zu 48 % aus Aluminium und zu 4 % aus Klebstoff.<sup>20</sup> Die Farbigkeit der Verbundfolie kann entweder durch einen Farbstoff in dem Klebstoff oder durch die Farbe der Transparentfolie erzeugt werden. Die Farbe der einschichtigen, metallisierten Lahn kann auch durch die Farbigkeit der Schutzlackierung entstehen.<sup>21</sup>

Der Begriff Metallisieren ist eine allgemeine Bezeichnung für das Aufbringen von Metallschichten auf einen Trägerstoff. Folien, wie sie bei Metalleffektstoffen Verwendung finden, werden unter Hochvakuum bedampft, um eine sehr dünne Metallschicht zu erzeugen.<sup>22</sup>

Laminierte Metallfäden wurden mit Lacken beschichtet, um ihre Eigenschaften zu verbessern. Beispielsweise werden Produkte aus Zellglas lackiert, um die Wasserempfindlichkeit zu verringern. Es handelt sich dabei um Lacke aus Cellulosenitrat, Polyvinylchlorid oder Polyvinylacetat.<sup>23</sup>

## Untersuchungsmethoden

Die ersten optischen und haptischen Untersuchungen eines Metallfadens können unmittelbar am Objekt durchgeführt werden und erfordern somit keine Probenentnahme. Bei den weiteren Methoden handelt es sich um nicht zerstörungsfreie Untersuchungsmethoden. Bei der ersten Untersuchung am Auflichtmikroskop kann das Aussehen des Lahn Hinweise auf das vorliegende Material liefern. Durch die Betrachtung des Lahn von allen Seiten wird klar, ob er von beiden Seiten metallisch wirkt, oder ob es sich um ein einseitig metallisiertes Material handelt. Das Erscheinungsbild eines laminierten Metallahn kann häufig dem eines echten Metallfadens verblüffend ähnlich sein. Die Lahn aus Verbundfolien erscheinen jedoch glatter und glänzender. Auch die Farbe kann als Indiz dienen. Wenn es sich um einen blauen oder roten Lahn handelt, könnte es sich um einen laminierten Metallfaden handeln.

Laminierte Metallfäden lassen sich auch haptisch erkennen. Textile Flächengebilde mit Metallfäden aus Kunststoffen sind deutlich leichter und weniger steif als solche mit massiven Metallahnen. Das verwendete Aluminium gehört zwar auch zu den Metallen, ist aber im Vergleich zu den Edelmetallen viel leichter. Außerdem sind die Transparentfolien als Material sehr biegsam. Diese Eigenschaft haben massive Metallahne nicht. Lahn aus massivem Metall fühlen sich kalt an.

Bei Metallfäden aus Kupfer ist manchmal ein „metallischer“ Geruch festzustellen. Dieser wird von der Berührung ausgelöst, bei der Schweiß von der Haut mit dem Kupfer reagiert und den Geruch hervorruft.<sup>24</sup> Dieser Geruch ist bei laminierten Metallfäden nicht zu bemerken.

Trotz der eindeutigen Merkmale kann es manchmal schwierig sein, die laminierten Metallahne zu erkennen. Eine schnelle und einfache Methode sicher zu gehen, dass es sich um keinen massiven Metallahn handelt, stellt die Brennprobe dar. Ein Metallahn brennt nicht, während ein Lahn aus Kunststoff schmilzt oder brennt. Bei einem Verbundmaterial aus Aluminium- und Kunststoffolie bleibt die Aluminiumfolie nach der Brennprobe übrig (Abb. 2).

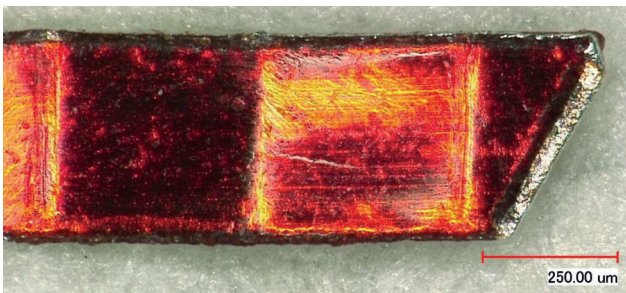
Neben der bereits erwähnten Untersuchung der Lahnoberfläche besteht die Möglichkeit einer Querschnittuntersuchung. Bei der Herstellung eines Querschnittes (Abb. 3) wird mit einer Nadel ein Loch in einen Karton gestochen. Mit einem Faden wird eine Schlaufe gebildet, um somit die Probe in das entstandene Loch hinein zu ziehen. Um die Probe zu befestigen, werden auf beide Seiten mehrere Tropfen des Klebstoffes Kollodium<sup>25</sup> gegeben. Nach der Trocknung können die überstehenden Probeenden mit Hilfe eines Skalpells entlang des Kartons abgeschnitten werden. Der somit entstandene dünne Querschnitt des Lahn kann gut mit dem Mikroskop untersucht werden.

Die mikroskopische Untersuchung der hergestellten Querschnitte sollte auflicht- und durchlichtmikroskopisch erfol-



Gruppe	Reagenz	Faserstoffe die in Lösung gehen
I	Kuoxam	Fasern aus regenerierte Cellulose
IIA	Eisessig, kalt	Acetat und Triacetat
IIB	Eisessig, kochend	Polyamid, Polyharnstoff, Polyurethan
III	6 molare Salzsäure, kalt	Polyamid, Polyvinylacetatfasern
IV	konz. Salpetersäure, kalt	Acrylfasern
V	konz. Schwefelsäure, kalt	Polyester, Nomex, Alginatfasern
VI	unlöslich in I–V	Fasern aus regeneriertem Eiweiß, Polyvinylchloridfasern, Polyethylen, Polypropylen, Polytetrafluoroethylenfasern

Tabelle 2



5

Roter Lahn aus einer Verbundfolie

gen. Somit kann die Schichtenfolge bzw. die Lichtdurchlässigkeit der Materialien beobachtet werden. In einem Verbundmaterial aus Aluminium- und Transparentfolien lassen die Kunststofffolien im Durchlichtmikroskop Licht durchscheinen, während die Aluminiumfolie dunkel erscheint (Abb. 4). Ein massiver Metallahn lässt kein Licht durch und ist nur im Auflicht zu untersuchen und deutlich von einem laminierten Metallahn zu unterscheiden.

Eine weiterführende Möglichkeit, die Morphologie eines Metallahnes zu untersuchen, stellt das Rasterelektronenmikroskop dar. Besonders Lahn aus Verbundfolien lassen sich gut identifizieren. Des Weiteren ermöglicht eine EDX-Messung die Identifizierung der bei der Metallisierung der Folien verwendeten Metalle.<sup>26</sup>

### Materialerkennung mit Hilfe des Löslichkeitsverhaltens

Bei der Identifizierung der verwendeten Kunststoffe kann das Löseverhalten der Materialien genutzt werden. In der Fasermikroskopie ist die Materialerkennung von Kunstfasern mit einer Lösungsmittelreihe möglich. Diese wurde von STRATTMAN 1973 vorgestellt.<sup>27</sup> Die Materialien der laminierten Metallfäden entsprechen denen der Kunstfasern. Daher ist es sinnvoll, dieses Schema auch bei der Identifizierung der Transparentfolien zur verwenden. Wie in Tabelle 2 zu sehen ist, können die Materialien der laminierten Metallfäden mit Hilfe dieser Reagenzien identifiziert werden. Für die Identifizierung der Folienmaterialien sind aus diesem Schema Kuoxam<sup>28</sup>, Eisessig, Salzsäure und Schwefelsäure verwendbar.

Regenerierte Cellulose wird in Kuoxam gelöst. Celluloseacetat löst sich in kaltem Eisessig, Polyamide in Salzsäure, Polyester in konzentrierter Schwefelsäure. Polypropylen gehört zu der Gruppe von Materialien, die in keiner der Reagenzien löslich ist. Da die Metallfäden aus regenerierter

Cellulose stark wasserempfindlich sind, kann deren Identifizierung schon in Wasser möglich sein. Im Wasser würde sich die Aluminiumfolie von der Transparentfolie trennen. Die mögliche Lackierung von Folien kann jedoch die Reaktion verhindern oder verlangsamen. Die Metallfäden aus den Celluloseacetat-Arten sind zusätzlich zu Eisessig auch in Aceton löslich.

### Probereihe

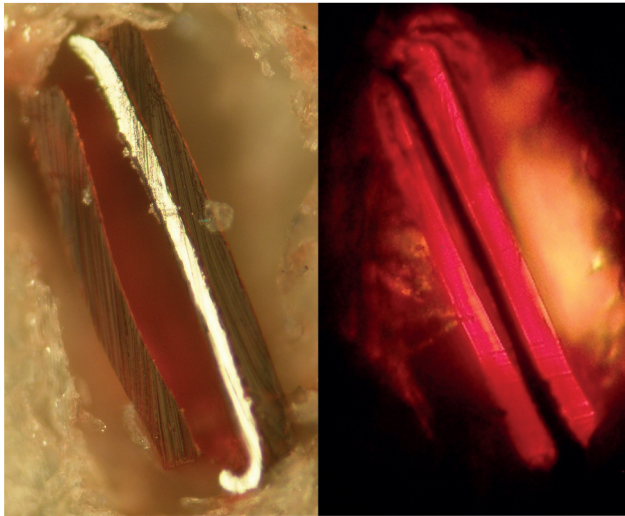
In der Diplomarbeit der Autorin (FH Köln, 2011) wurde eine Versuchsreihe vorgestellt, in der die Verwendbarkeit dieser Lösungsmittelreihe bei den laminierten Metallfäden an Hand von Proben getestet wurde. In Rahmen dieses Beitrages werden Beispiele aus dieser Probereihe vorgestellt. Bei den Proben handelte es sich um Metallfäden, die anhand ihrer Optik und Haptik als laminierte Metallfäden identifiziert wurden. Sie stammten aus verschiedenen textilen Flächengebilden, die auf das Ende des 20. Jahrhunderts datiert werden konnten.

Die Untersuchung eines roten Lahns (Abb. 5) aus den 1960er Jahren mit den oben beschriebenen Methoden hat folgende Ergebnisse erbracht: Optisch kann festgestellt werden, dass es sich um einen roten, laminierten Lahn handelt. Die Untersuchung des Querschnittes konnte dies bestätigen. Der Lahn besteht aus Aluminiumfolie, die beidseitig mit roter Transparentfolie kaschiert ist (Abb. 6). Bei der Untersuchung der Löslichkeit haben sich die roten Folien in Eisessig und in Aceton aufgelöst (Abb. 7). Es handelt sich also um Celluloseacetat. Durch eine FTIR-Untersuchung konnte dieses Ergebnis bestätigt werden.

Bei der Untersuchung eines weiteren Lahns, der optisch silberfarbig und sehr glänzend war und im Querschnitt drei Schichten aufwies, konnte in dem Reagenz Kuoxam folgende Reaktion beobachtet werden: Die mittlere Schicht des

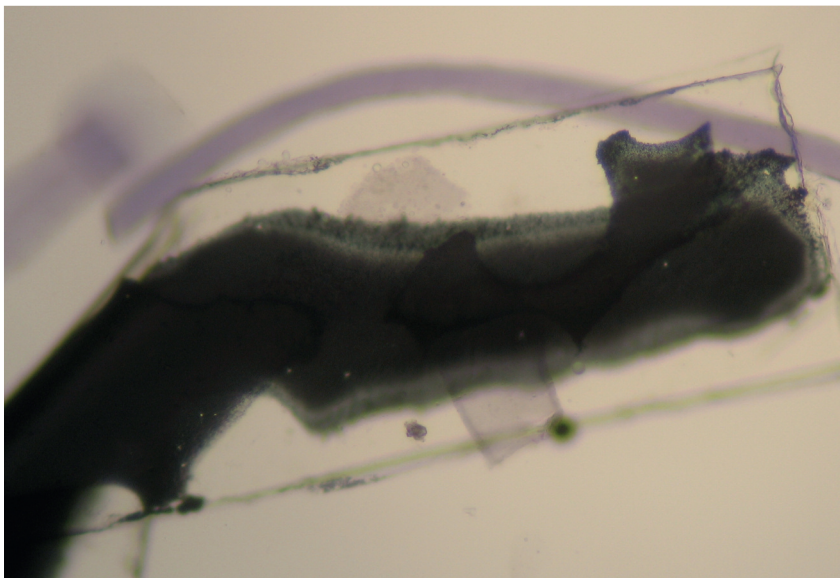
6

Links: Querschnitt des Lahn  
der Abbildung 5 im Auflicht.  
Rechts: Querschnitt des Lahn  
im Durchlicht, aufgenommen mit  
20facher Vergrößerung



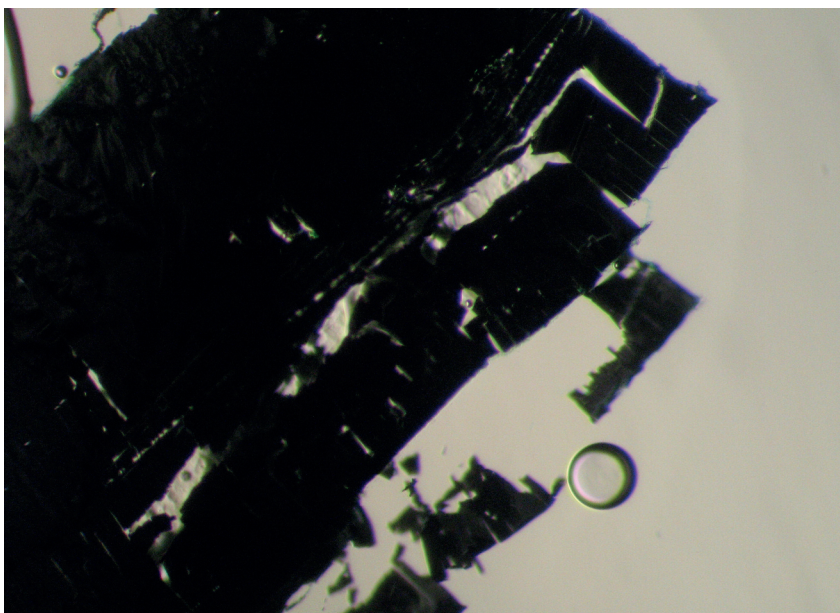
7

Die Transparentfolien des Verbund-  
materials lösen sich in Aceton auf.  
Dieses Löseverhalten ist für Cellulose-  
acetat typisch. Durchlicht, aufgenom-  
men mit 20facher Vergrößerung



8

Die Reaktion eines laminierten  
Metallfadens in Kuoxam einge-  
bettet. Die mittlere Schicht einer  
Verbundfolie aus regenerierter  
Cellulose löst sich auf. Übrig blei-  
ben die äußeren Transparentfolien,  
die nicht in Kuoxam löslich sind.  
Durchlicht, aufgenommen mit  
10facher Vergrößerung



9

Die Reaktion eines Metallfadens  
in Schwefelsäure eingebettet.  
Es folgte die Auflösung der metal-  
lisierten Folie in kleine Stückchen.

laminierten Metalllahn löste sich langsam auf (Abb. 8). Übrig blieben lediglich zwei Transparentfolien, die in Schwefelsäure eingebettet gelatineartig wurden. Diese Reaktionen deuten daraufhin, dass die mittlere Schicht aus regenerierter Cellulose und die äußeren Schichten aus Polyester bestanden.

Bei einer weiteren Probe, einem einschichtigen, metallisierten Lahn, löste sich die Folie in Schwefelsäure eingebettet in kleine Stückchen auf (Abb. 9). Es handelt sich also um eine Polyesterfolie.

In der Probereihe konnten mit Hilfe der Lösemittelreihe die untersuchten Proben identifiziert werden. Es zeigte sich, dass regenerierte Cellulose sowie Celluloseacetat sich gut identifizieren lassen. Dabei lösen sich die Transparentfolien in den Reagenzien auf. Bei dem Kunststoff Polyester kann keine eindeutige Reaktionsart beschrieben werden. Mal löste sich die Transparentfolie in Stücken auf (Abb. 9), mal wurde sie gelatineartig weich (Abb. 8). Dies liegt sicherlich an den verschiedenen Polyestertypen, die unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Die Kunststoffe Polyamid und Polypropylen kamen bei den getesteten Proben nicht vor.

### Fazit

Laminierte Metallfäden sind Verbundmaterialien und bestehen aus Transparentfolien, die entweder metallisiert oder mit Aluminiumfolie kaschiert sind. Sie werden in Textilien seit Mitte der 1930er Jahre eingesetzt. Zu Beginn waren sie aus regenerierter Cellulose und sehr wasserempfindlich. Bald wurden Fäden aus weniger wasserempfindlichem Celluloseacetat hergestellt. Seit den 1950er Jahren wurde außerdem Polyester als Material eingesetzt. Die neuesten Fäden können auch aus Polyamid oder Polypropylen sein. Laminierte Metallfäden aus Kunststoffen lassen sich häufig anhand ihrer optischen und haptischen Eigenschaften identifizieren. Im Zweifelsfall kann mit Hilfe einer Brennprobe festgestellt werden, ob der Lahn aus Metall oder aus Verbundmaterial besteht. Die Herstellung eines Querschnitts ist eine einfache, leicht durchführbare Methode, um die Morphologie eines laminierten Metallfadens zu untersuchen. Im Gegensatz zu einer REM-Untersuchung kann ein Querschnitt ohne großen materiellen oder zeitlichen Aufwand vom Restaurator selbst durchgeführt werden. Die Materialerkennung anhand der Löslichkeit der Materialien hat sich als brauchbar erwiesen. Bei den Reagenzien handelt es sich um in der Fasermikroskopie übliche Chemikalien. Die Untersuchung mit Hilfe eines Durchlichtmikroskops kann relativ einfach von einer in der Fasermikroskopie geübten Person durchgeführt werden. Mit den Reagenzien kann die Löslichkeit der Folienmaterialien bestimmt und somit ein Hinweis für die Materialerkennung gewonnen werden.

Dipl. Rest. (FH) Anu-Susanna Ventelä  
Junge Weinberge 11  
71334 Waiblingen  
anu.ventela@gmail.com

### Anmerkungen

- 1 Der Beitrag basiert auf: Anu-Susanna Ventelä, Laminierte Metallfäden in Textilien des 20. Jahrhunderts. Material- und Schadensanalyse am Beispiel eines Filmkostüms von Marlene Dietrich aus der Sammlung der Deutschen Kinemathek. Diplomarbeit, Fachhochschule Köln, 2011. Betreuerinnen: Prof. Annemarie Stauffer, Dr. Anne Sicken.
- 2 NENTWIG 1994, S. 34: Eine Folie oder ein Film ist ein dünnes, flächiges Material. Folien aus mehreren verschiedenen Schichten werden als Verbundfolien bezeichnet.
- 3 Zur Datierung der ersten laminierten Metallfäden siehe KOCH 1961, S. 17; FRIESER 1958, S. 758; HIGGINS 1993, S. 86–89
- 4 HIGGINS 1993, S. 93; LUREX 2010 <<http://www.lurex.com>> 11.11.2010
- 5 KOCH 1961, S. 17; FRIESER 1958, S. 758; HIGGINS 1993, S. 86–89
- 6 KOCH 1961; FRIESER 1958; HEINRICH 1956; HIGGINS 1993; HÜNLICH, HÜNLICH 1963, S. 133–150
- 7 FRIESER 1958, S. 757; HIGGINS 1993, S. 86–89
- 8 JÁRÓ 1998, S. 128
- 9 Es handelt sich dabei um Cellulosenitrat-, Polyvinylchlorid- und Polyvinylacetatlacke. FALBE, REGITZ 1999, S. 5046; SCHMITZ 1976, 678; BUCHNER 1953, S. 1284; BIETHAN et al. 1978, S. 599–601; JÁRÓ et al. 2000, S. 98
- 10 JÁRÓ et al. 2000, S. 101–102
- 11 JÁRÓ et al. 2000, S. 98; HIGGINS 1993, S. 93; KOCH 1939, S. 479; LUREX 2010 <<http://www.lurex.com>> 11.11.2010
- 12 LOY 1978, S. 15–33; NENTWIG 1994, S. 46
- 13 BUCHNER 1953, S. 1190
- 14 LOY 1978, S. 37
- 15 WAENTIG 2004, S. 218
- 16 WILLMES 2001, S. 843
- 17 Beispielsweise Polyamid 6, das zum Aminocarbonsäure-Typ, sowie Polyamid 6.6, das zum Dicarbonsäure-Typ, gehört. Durch Variationen der Monomerbausteine können verschiedene Polyamide hergestellt werden, die unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. MATTHEIS 1980, S. 39.
- 18 WAENTIG 2004, S. 294; GROPPER et al. 1980, S. 205
- 19 NENTWIG 1994, S. 156
- 20 WAGNER, KOCH 1937, S. 142. Welche Klebstoffe bei den laminierten Metallfäden verwendet werden, wird in der Literatur nicht erläutert. Es wird von einer „Haftmasse“ oder „Spezialleim“ gesprochen. ERNST 1962, S. 956; HEINRICH 1956, S. 288; KOCH 1961, S. 20
- 21 FRIESER 1958, S. 757; KOCH 1961, S. 17, ERNST 1962, S. 956
- 22 NENTWIG 1994, S. 165
- 23 JÁRÓ et al. 2000, S. 98
- 24 GLINDEMANN et al. 2006, S. 7009
- 25 NEUMÜLLER 1981, S. 797: Kollodium: eine zähflüssige Lösung von Cellulosenitrat in einem Gemisch von Ethanol und Ether bzw. Aceton oder Amylacetat.
- 26 MATTEINI, MOLES 1990, S. 45. EDX = Energie-Dispersive-Röntgenstrahlung. Dies ermöglicht die quantitative sowie qualitative Messung von Elementen.
- 27 STRATMANN 1973, S. 97
- 28 STRATMANN 1973, S. 58: Kuoxam = Kupferoxidammoniak, so genanntes Schweizeres Reagenz



## Literatur

- Hans Buchner, Filme und Folien aus Cellulose und deren Estern.  
In: Chemische Textilfasern, Filme und Folien. Grundlagen und Technologie. Hrsg. Rudolf Pummerer. Stuttgart 1953, S. 1190–1288
- Uwe Biethan, Klaus Gorke, Heinz Krönke, Lacke. In: Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie. Band 15. Weinheim 1978, S. 589–726
- Walter Ernst, Metalleffektffäden in Web- und Wirkwaren, ihre Eigenschaften und Ausrüstungsmethoden. In: Melliand-Textilberichte: European textile Journal, Heft 43. Frankfurt am Main 1962, S. 956–961
- Erich Frieser, Neue Metallfäden. In: Zeitschrift für die gesamte Textil-Industrie, Heft 17. Mönchengladbach 1958, S. 757–759
- Dietmar Glindemann, Andrea Dietrich, Hans-Joachim Staerk, Peter Kusch, The Two Odors of Iron when Touched or Pickled: (Skin) Carbonyl Compounds and Organophosphines. In: Angewandte Chemie International Edition, 45: Weinheim 2006, S. 7006–7009
- Hans Gropper, Hans-Walter Birnkraut, Wolfgang Payer, Paul Scheible, Walter Dittmann, Johannes Plenikowsky, Günther Goldbach, Wolfgang Immel, Polyolefine. In: Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie. Band 19. Weinheim 1980, S. 167–223
- A. Heinrich, Nichtoxydierende Metallgarne. In: Zeitschrift für die gesamte Textilindustrie, Heft 8. Mönchengladbach 1956, S. 288–289
- J.P.P. Higgins, Cloth of Gold. A History of metalized Textiles. London 1993
- Richard Hünlich, Hans Hünlich, Textile Rohstoffkunde. Berlin 1963
- Márta Járó, Metall threads. In: Ágnes Tímár-Balátzy, Dinah Eastop: Chemical Principles of Textile Conservation. London 1998, S. 128–138
- Márta Járó, Tamás Gál, Attila Tóth, The characterization and deterioration of modern metallic threads. In: Studies in Conservation, Heft 45. London 2000, S. 95–105
- Paul-August Koch, Kunstbändchen. In: Melliand-Textilberichte: European textile Journal, Heft 5. Frankfurt am Main 1939, S. 479–487
- Paul-August Koch, Metallfäden als Verbundmaterial. In: CIBA-Rundschau, Heft 3. Basel 1961, S. 17–21
- Walter Loy, Chemiefaserstoffe. Aufbau – Eigenschaften – Verwendung. Berlin 1978
- LUREX 2010 <<http://www.lurex.com>> 11.11.2010
- Mauro Matteini, Arcangelo Moles, Naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden in der Restaurierung. München 1990
- Paul Mattheis, Polyamide. In: Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie. Band 19. Weinheim 1980, S. 39–53
- Joachim Nentwig, Kunststoff-Folien. Herstellung, Eigenschaften, Anwendung. Wien 1994
- Otto-Albrecht Neumüller, Römpps Chemie Lexikon. Band 2. Stuttgart 1981
- Peter Josef Schmitz, Folien. In: Ullmanns Enzyklopädie der technischen Chemie. Band 16. Weinheim 1976, S. 673–686
- Maria Stratmann, Erkennen und Identifizieren der Faserstoffe. Stuttgart 1973
- Friederike Waentig, Kunststoffe in der Kunst. Petersberg 2004
- Erich Wagner, Paul-August Koch, Zellglas-Bändchen, ihre Systematik und mikroskopische Untersuchung. In: Klepzig's Textil-Zeitschrift: Zeitschrift für die gesamte Textilindustrie, Heft 8. Leipzig 1937, S. 19–24, 135–142, 279–283
- Arnold Willmes, Taschenbuch der Chemischen Substanzen. Elemente, Anorganika, Organika, Naturstoffe, Polymere. Frankfurt am Main 2001

## Abbildungsnachweis

Alle Abbildungen stammen von der Autorin