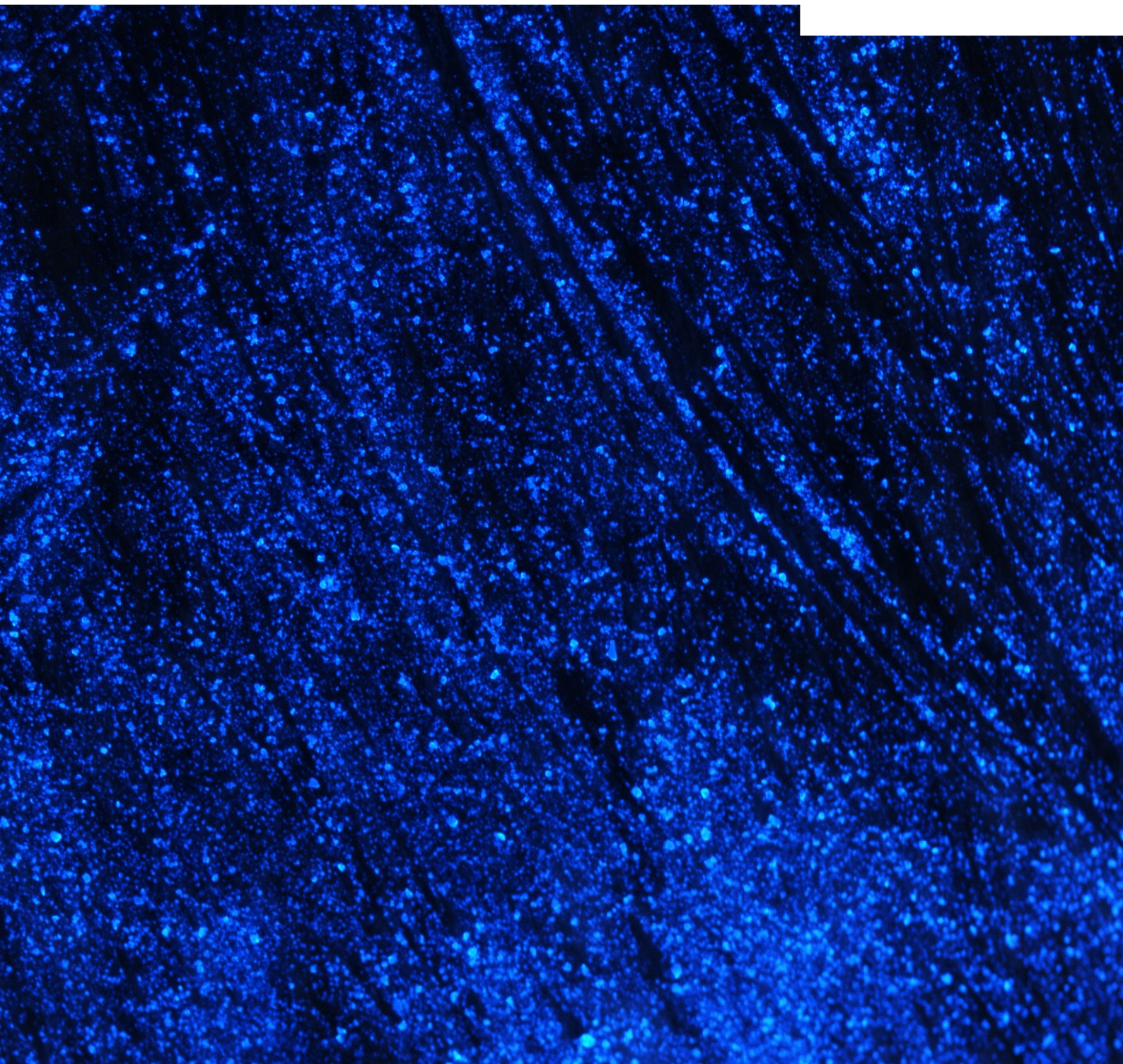


# Runter mit dem Wachs!

Eine Untersuchung der Reversibilität von Renaissance Wachs™ von degenerierten Lackoberflächen

Marie-Luise Rönsch



## Runter mit dem Wachs!

### Eine Untersuchung der Reversibilität von Renaissance Wachs™ von degenerierten Lackoberflächeng

Marie-Luise Rönsch

Renaissance Wachs™ ist seit Jahrzehnten ein Standardprodukt in vielen Fachbereichen der Konservierung und Restaurierung. Jedoch bestehen schon seit geraumer Zeit Zweifel bezüglich der Reversibilität des Wachses. Da die Forschungslage in Bezug auf historische Beschichtungen auf Möbeln nicht sehr umfangreich ist, wurde dieses Thema im Rahmen einer Masterthesis am West Dean College of Arts and Conservation behandelt. Das Ziel der Arbeit war die Entwicklung einer umwelt- und gesundheitsverträglichen Methode zur Entfernung des Wachses von einer degenerierten Schellackoberfläche. Hierfür wurde eine umfassende Literaturrecherche sowie experimentelle Forschung basierend auf mikroskopischen Untersuchungen und der ATR-FTIR-Analyse von Proben durchgeführt.

## Off with the wax!

### An investigation into the reversibility of Renaissance Wachs™ on degenerated paint surfaces

Renaissance Wax™ has been a standard conservation material in many specialisms of conservation and restoration for decades. There have been concerns, however, regarding the reversibility of the wax. As research focussing on historical degraded polishes on furniture is sparse a master's thesis at West Dean College of Arts and Conservation focused on this topic. The aim was to develop an environmentally and health-friendly method to remove the wax from degraded polished shellac surfaces. This aim was approached firstly by a comprehensive literature review and secondly by experimental research based on microscopic examination and ATR-FRTI-analysis.

## Zusammensetzung und Verwendung von Renaissance Wachs™ und seiner Komponenten<sup>6</sup>

Renaissance™ Micro-Crystalline Wax Polish, im Folgenden unter der in Deutschland gängigen Bezeichnung „Renaissance Wachs™“ geführt, wurde und wird seit Jahrzehnten in weiten Bereichen der Konservierung und Restaurierung genutzt und gehört zur Standardausstattung vieler Werkstätten und Ateliers. Der Hersteller Picreator Enterprises Ltd. bewirbt das Produkt nach wie vor als „universally respected standard conservation material“.<sup>1</sup>

Jedoch werden seit Jahren verstärkt Bedenken bezüglich der Reversibilität von Renaissance Wachs™ aus verschiedenen Restaurierungsfachbereichen geäußert. Wissenschaftliche Arbeiten zu diesem Thema stammen primär aus den Fachbereichen der Gemälde- und Metallkonservierung.<sup>2</sup> Die Ergebnisse der Studien deuten darauf hin, dass die Reversibilität von Renaissance Wachs™ stark von der Porosität und Struktur der Originalsubstanz abhängig ist.<sup>3</sup> Mikrorisse und Porosität, hervorgerufen durch Abbauprozesse und Degeneration, liegen aber bei historischen, naturharzbasierten Beschichtungen auf Möbeln vor. Die Untersuchungen zeigen außerdem, dass zur Entfernung des Wachses erhitzte, hocharomatische und gesundheitsgefährdende Kohlenwasserstofflösemittel eingesetzt werden müssen. Für eine gewünschte re-treatability, also die Wiederbehandelbarkeit von historischen Lackoberflächen, beispielsweise durch die Regenerierung mit Lösemitteln<sup>4</sup> oder Kunstharzen<sup>5</sup>, wäre eine restlose Entfernung des Wachses (und anderer Pflegeprodukte) unabdingbar.

Die Verwendung von Wachsen zum Schutz von Möbeloberflächen hat v. a. in England, wo das Wachsen von bereits gewachsenen Möbeln im Jahresturnus immer noch im „The National Trust Manual of Housekeeping“ empfohlen wird,<sup>7</sup> eine lange Tradition. Da natürliche Wachse u. a. durch Alterungsprozesse nachteilige Auswirkungen auf historische Beschichtungen haben können, entwickelte das Forschungslabor des British Museums in den frühen 1950er Jahren Renaissance Wachs™, anfänglich speziell zur Verwendung auf Möbeloberflächen. Seit 1968 wird Renaissance Wachs™ von Picreator kommerziell hergestellt. In den folgenden Jahrzehnten wurde dieses Produkt verstärkt auch im Bereich der Metallkonservierung eingesetzt.<sup>8</sup> Die Hauptkomponente der Mischung, das mikrokristalline Wachs Cosmoloid H80, kam hingegen in fast allen Fachbereichen der Restaurierung-Konservierung auf einer Vielzahl unterschiedlichster Materialien zum Einsatz.

Plenderleith beschreibt die Zusammensetzung von Renaissance Wachs™ als Mischung von 100 g mikrokristallinem Wachs (Cosmoloid H80) und 25 g Polyethylenwachs (Wax A entspricht heute Luwax® A von BASF)<sup>9</sup>, die unter Zugabe von Testbenzin<sup>10</sup> geschmolzen wird.<sup>11</sup> Auf Anfrage bestätigte Picreator diese seit der Entwicklung nahezu unverändert gebliebene Zusammensetzung.

## Bereits existierende Forschung und Synopsis

Sowohl mikrokristallines Wachs als auch Polyethylenwachs sind synthetische, reine Kohlenwasserstoffwachse, die durch die Polymerisation von Ethen synthetisiert werden. Mikrokristalline Wachse haben mit 360 bis 420 eine deutlich niedrigere molekulare Masse und somit einen niedrigeren Schmelzbereich (62,8 bis 90,6 °C)<sup>12</sup> als Polyethylenwachs mit einer molekulare Masse von 2.000 bis 10.000<sup>13</sup>. Dies resultiert in einem generell höheren Schmelzbereich der Polyethylenwachse (55–106 °C)<sup>14</sup>. Der größte Unterschied zwischen mikrokristallinen und Polyethylenwachsen besteht darin, dass in die Molekülstruktur von mikrokristallinen Wachsen Cycloalkane (gesättigte Ringstrukturen) eingebunden sind.<sup>15</sup> Zudem sind mikrokristalline Wachse stark verzweigt, während Polyethylenwachse sowohl verzweigt als auch unverzweigt sein können. Polyethylenwachse weisen in ihrer Struktur sowohl amorphe als auch kristalline Bereiche auf.<sup>16</sup>

Anders als häufig angenommen zeigen auch Kohlenwasserstoffwachse Alterungserscheinungen. Sie neigen zu Photooxidation und damit verbunden zu Farbveränderungen, Versprödung und der weiteren Vernetzung der Polymere (cross-linking). Vor allem Letzteres wirkt sich negativ auf die Löslichkeit der Wachse aus.<sup>17</sup>

Aufgrund der chemischen Spezifikationen lässt sich eine Löslichkeit der beiden Wachse in Kohlenwasserstofflösemitteln vermuten. Laut Angaben des Vertriebs lässt sich Cosmoloid H80 durch Einschmelzen in Shellsol® T, einem isoparaffinischen, niedrig aromatischen Kohlenwasserstoff, lösen.<sup>18</sup> Jedoch weist, dem Prinzip „Gleiches löst Gleiches“ folgend, die chemische Struktur der mikrokristallinen Wachse darauf hin, dass eine bessere Löslichkeit dieser Wachse in Kohlenwasserstofflösemitteln, die Cycloalkane enthalten, gegeben sein sollte. Zu diesen zählen beispielsweise Shellsol® D70 und Cyclohexan. Um die kristallinen Strukturen von Luwax® A zu lösen, müssen, laut technischem Datenblatt, chlorierte oder aromatische Kohlenwasserstoffe bei erhöhten Temperaturen eingesetzt werden.<sup>19</sup>

Eine systematische Forschung zur Entfernung von Renaissance Wachs™ und seiner Komponenten hat bislang in wenigen Fachbereichen der Konservierung und Restaurierung stattgefunden. Die vorliegenden Ergebnisse sind jedoch sehr aufschlussreich: In der Gemälderestaurierung wurde festgestellt, dass eine Imprägnierung mit mikrokristallinem Wachs als problematisch zu betrachten ist, da das Wachs nur durch Abbürsten (scrubbing) in Kombination mit Lösemitteln zu entfernen ist, was weitere Maßnahmen, wie beispielsweise die Sicherung oder Festigung mit polar löslichen Stoffen, unmöglich macht.<sup>20</sup> Gleiches gilt für mit Wachs imprägnierte Steinobjekte.<sup>21</sup> Mikrokristallines Wachs zum Füllen von Fehlstellen in japanischen Lackarbeiten kann nur entfernt werden, wenn die umgebenden Lackschichten dick und stabil, nicht jedoch, wenn diese porös sind. Eine weitere Behandlung im Rahmen der oben genannten Maßnahmen ist somit nicht möglich.<sup>22</sup>

Im Bereich der Metallrestaurierung wurde durch zahlreiche Untersuchungen belegt, dass Renaissance Wachs™ die Erwartungen zum Korrosionsschutz nur bedingt erfüllt<sup>23</sup> und es erhebliche Probleme bei der Entfernung des Produkts gibt.<sup>24</sup> Eine im Jahr 1996 von Dana L. Moffett verfasste Forschungsarbeit trägt gar den für sich selbst sprechenden Titel „Wax coatings on ethnographic metal objects: Justifications for allowing a tradition to wane“. In dieser Arbeit kommt Moffett zu dem Ergebnis, dass der mikrokristalline Wachsanteil von Renaissance Wachs™ von (in diesem Fall ethnografischen) Metallobjekten durch ein Toluol-Tauchbad entfernt werden muss. Für die Entfernung des Polyethylenwachsanteils ist gar der Einsatz von auf 82 °C erhitztem Toluol notwendig.<sup>25</sup> Toluol ist eine vom Umweltbundesamt als neurotoxisch und reproduktionstoxisch eingestufte Substanz.

Moffetts Ergebnisse werden durch weitere Forschungsarbeiten bestätigt. Rosemarie Johnson, die die Löslichkeit von Cosmoloid H80 untersuchte, kommt zu dem Schluss, dass diese nur mit erhitzten, aromatischen Kohlenwasserstofflösemitteln erreicht werden kann.<sup>26</sup> Tamara Jaeger, die die Entfernung von Paraffinwachs, das chemisch und strukturell große Ähnlichkeiten mit Polyethylen- und mikrokristallinen Wachsen aufweist, von Metallobjekten untersuchte, setzte unter anderem gar auf die Verwendung von auf 150 °C erhitztem Xylol.<sup>27</sup> Bei Xylol handelt es sich ebenfalls um eine vom Umweltbundesamt als neurotoxisch eingestufte Substanz.

Alterungseigenschaften und die komplizierte Löslichkeit der Wachse des über Jahrzehnte andauernden, intensiven Einsatzes von Renaissance Wachs™ verweisen auf eine zukünftige Problematik.

Für den Fachbereich der Konservierung und Restaurierung von Möbeln und Holzobjekten ist es nachteilig, dass sich die bisherige Forschung wenig mit den in diesen Bereichen übli-

chen Oberflächenbeschichtungen und Materialien beschäftigt hat. Speziell zu nennen sind hier historische Lacke, deren Tendenz, mit der Alterung ein Netz von Hohlräumen und Mikrorissen zu entwickeln, sie durchaus in den Bereich der „porösen Oberflächen“ rückt. Wie bereits festgestellt, ist es jedoch gerade die Porosität, die eine Entfernung von Renaissance Wachs™ erschwert. Erhitzung und Toxizität der vorgeschlagenen Lösemittel erfordern eine alternative Lösung für die Behandlung von historischen Lackoberflächen, da die geforderten Temperaturen teilweise eindeutig im Schmelzbereich liegen, so beispielsweise bei Schellack (80 bis 120 °C).<sup>28</sup>

### Methodik

Der Fokus der experimentellen Forschung lag auf der Reversibilität bzw. Entfernung von Renaissance Wachs™ von Oberflächen mit degeneriertem Schellacküberzug. Diese Oberflächenbeschichtung tritt häufig an historischen Holzobjekten auf. Das Ziel war, eine Methode zur restlosen Entfernung des Wachses von einer polierten Lackoberfläche zu entwickeln.

Die Annäherung an diese Zielsetzung fand in zwei Phasen statt:

In einer ersten Phase wurde die Wirksamkeit der gewählten Methoden durch mikroskopische Untersuchung der Probenoberfläche eruiert. Da die Eigenfluoreszenz von Renaissance Wachs™ nicht ausreicht, um unter UV-Licht eine eindeutige Identifikation der An- bzw. Abwesenheit des Wachses zu gewährleisten, wurde das Wachs für diesen Schritt mit dem UV-reaktiven Pigment Apex invisible Blue S versetzt. Diese erste Phase lieferte vor allem qualitative Ergebnisse, die auf der Interpretation und dem Vergleich von vor und nach der Durchführung der Entfernungsvorversuche erstellten Mikrofotografien basierten.

In der zweiten Phase wurden die Ergebnisse aus der ersten Phase überprüft, indem, basierend auf den bereits erlangten Erkenntnissen, eine weitere Serie von Testdurchläufen durchgeführt wurde. In diesem zweiten Stadium wurden die Ergebnisse mit Hilfe der Fourier-Transformations-Infrarotspektroskopie (FTIR) unter Verwendung der ATR (attenuated total reflectance)-Probentechnik analysiert. Die ATR-FTIR-Analyse lieferte quantitative Daten bezüglich der An- bzw. Abwesenheit des Wachses nach Durchführung der Entfernungsvorversuche in Form von IR-Spektren. Anhand der Spektren war eine Abstufung der Effektivität der Entfernungsmethoden im Verhältnis zueinander möglich.

In einem letzten Schritt wurde die Effektivität der Methoden mit einem Schädlichkeitsranking in Relation gesetzt, welches auf den Sicherheitsdatenblättern der verschiedenen Substanzen basiert.

### Entfernungsmethoden (Phase 1) und Voruntersuchungen für Phase 2

Die Wahl der Lösemittel für die Entwicklung einer Methode zur Entfernung von Renaissance Wachs™ stützte sich auf die in der Literaturrecherche gewonnenen Informationen. Aufgrund der chemischen Spezifikationen der beiden Komponenten des Wachsgemischs fiel die Wahl auf Kohlenwasserstofflösemittel, speziell auf einige Lösemittel der Shellsol®-Linie von Shell. Die engere Auswahl der Lösemittel umfasste Shellsol® T als primär isoparaffinischer Kohlenwasserstoff, Shellsol® A100 als primär aromatischer Kohlenwasserstoff und Shellsol® D70 als Kohlenwasserstoff mit einem hohen Anteil an Cykloalkanen. Letzteres Lösemittel wurde wegen seines Anteils an Cykloalkanen als am vielversprechendsten eingestuft. Shellsol® A100 und Shellsol® D70 wurden auch als Gemisch (1:1) verwendet, um aromatische Eigenschaften und Cykloalkane zu kombinieren.

Genauere Angaben zu den drei ausgewählten Lösemitteln können **Tabelle 1** entnommen werden.

Das Lösemitteldreieck nach Teas wurde bei der Wahl der Lösemittel nicht herangezogen, da sich gezeigt hat, dass dieses in Bezug auf die Bestimmung der Löslichkeit von (semi-) kristallinen Materialien, wie Wachsen, deutlichen Limitationen unterliegt.<sup>29</sup> Außerdem gilt dieses System zur Klassifizierung der Lösungseigenschaften in Bezug auf aromatische und aliphatische Kohlenwasserstofflösemittel als zu ungenau und teilweise gar als falsch.<sup>30</sup>

Um die „schwächeren“ Lösungseigenschaften der gewählten Lösemittel auszugleichen, wurden diese nicht nur flüssig mittels Wattestäbchen, sondern auch modifiziert in Form von zwei Gelen appliziert. Der Grund für das Einbinden der gewählten Lösemittel in Gele war, die längere Retention und Kapillarwirkung der Gele zu nutzen. Durch die Anwendung von Gelen ist ein geringerer Einsatz von Lösemitteln möglich. Damit wird auch eine geringere Menge Lösemittel beim Abdampfen freigesetzt. Bei dem ersten Gel handelte es sich um ein chemisches Gel basierend auf Carbopol® E22 (kreuzvernetzte Polymere auf Basis von Acrylsäure, ein Gelbildner) und Ethomeen® C12 (Kokosalkyl(dihydroxyethyl)amin, ein Emulgator/Netzmittel). Da Ethomeen® C12 im Verdacht steht, Rückstände zu hinterlassen, wurde das Gel als Kompressen auf Japanpapier aufgetragen und die Probenfläche entsprechend nachgereinigt.<sup>31</sup> Das zweite Gel ist ein physikalisches Gel basierend auf Xanthan (ein Polysaccharid), das als wässriges Gel hergestellt wird, in das bis zu 30 % unpolare Lösemittel als Emulsion eingebunden werden können.<sup>32</sup>

Shellsol® T <sup>1</sup>	Ein isoparaffinischer Kohlenwasserstoff mit einem niedrigen Anteil an Cykloalkanen (2 %) und einem sehr niedrigen Anteil an aromatischen Bestandteilen (0,1 %)
Shellsol® A100 (C9–C10) <sup>2</sup>	Ein aromatischer Kohlenwasserstoff, der fast ausschließlich aus Aromaten besteht (> 99 %). Aufgrund des hohen Anteils an Aromaten wurde von diesem Lösemittel durch die längere Retention eine ähnliche Wirkung erwartet wie von Toluol, obwohl die aromatische Komponente in Toluol, Methylbenzen, eine höhere Lösekraft aufweist.
Shellsol® D70 (C11–C14) <sup>3</sup>	Ein aliphatischer Kohlenwasserstoff mit einem hohen Anteil an Cykloalkanen und einem niedrigen aromatischen Anteil (< 0,2 %). Cykloalkane sind gesättigte, ringförmige Kohlenwasserstoffe, die starke Löseeigenschaften haben.
Gemisch Shellsol® A100 und Shellsol® D70 (1:1)	Zur Kombination von aromatischen Eigenschaften mit Cykloalkanen

Tabelle 1 Kriterien zur Auswahl der Lösemittel

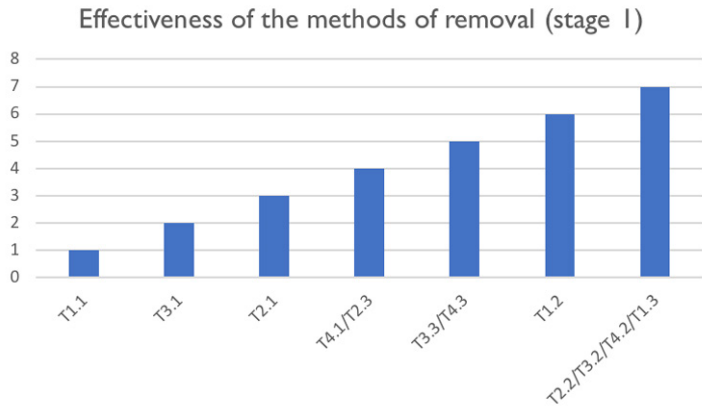
- 1 Shellsol® T: Webseite Shell Globl, <https://www.shell.com/content/dam/shell/assets/en/business-functions/product/chemical-product/documents/shellsol-t-q7412-am.pdf> [Zugriff: 07.06.2024]
- 2 Shellsol® A100: Webseite Shell Global: <https://www.shell.com/content/dam/shell/assets/en/business-functions/business-customer/chemicals/documents/shellsol-a100-q7591-eu-2023.pdf> [Zugriff: 07.06.2024]
- 3 Shellsol D70: Webseite Shell Global, <https://www.shell.com/content/dam/shell/assets/en/business-functions/product/chemical-product/documents/shellsol-d70-q7712-eu.pdf> [Zugriff: 07.06.2024]

	Shellsol® T	Shellsol® A100	Shellsol® D70	Shellsol® A100/D70 (1:1)
Wattestäbchen (15 s)	Serie: T1.1 Proben: 3	Serie: T2.1 Proben: 3	Serie: T3.1 Proben: 3	Serie: T4.1 Proben: 3
Gel I (Carbopol® + Ethomeen®, Einwirkzeit: 5 min)	Serie T1.2 Proben: 5	Serie: T2.2 Proben: 5	Serie: T3.2 Proben: 5	Serie. T4.2 Proben: 5
Gel II (Xanthan, Einwirkzeit: 10 min)	Serie: T1.3 Proben: 5	Serie: T2.3 Proben: 5	Serie: T3.3 Proben: 5	Serie: 4.3 Proben: 5

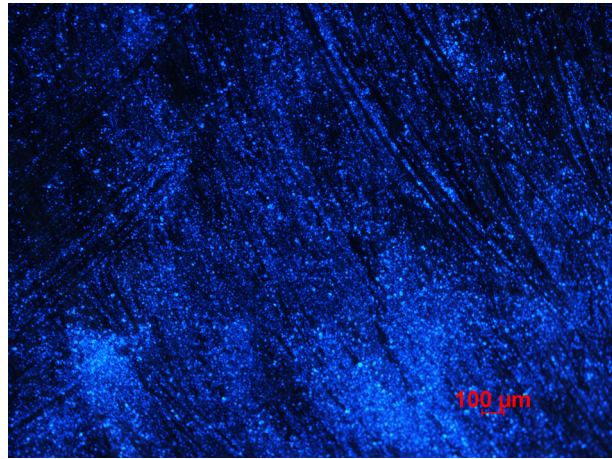
Tabelle 2 Entfernungsmethoden und Testserien, Phase 1

Die Proben für die erste Phase der experimentellen Forschung wurden aus einer sechs Jahre alten, mit einer Schellack-Ballen-Politur versehenen Nussbaumtafel hergestellt. Auf die auf eine Größe von 2 x 2 cm zugeschnittenen Proben wurde das mit 10 % des UV-reaktiven Pigments Apex invisible Blue S versetzte Renaissance Wachs™ aufgetragen und nach zehn Minuten leicht poliert. Es folgte der erste Durchgang der Entfernungversuche, deren genaue Benennung und Durchführung **Tabelle 2** entnommen werden kann.

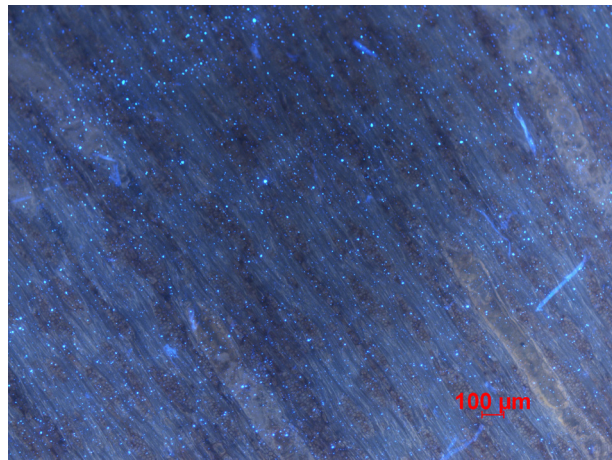
Die mikroskopische Untersuchung<sup>33</sup> der Proben vor und nach den Entfernungversuchen ergab, basierend auf der Reduktion des deutlich sichtbaren UV-reaktiven Pigments, folgende Ergebnisse: Die Effektivität der Entfernungsmethoden kann grob in sieben Stufen unterteilt werden (**Abb. 1**).



1 Effektivität der Entfernungsmethoden, Phase 1



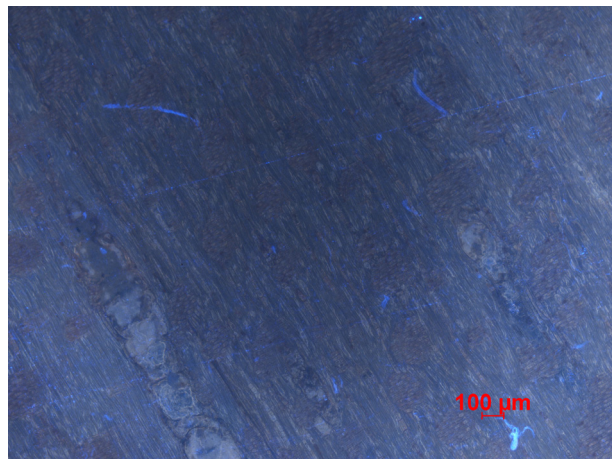
2 Mikrofotografie unter UV-Strahlung nach der Anwendung von Entfernungsmethode T1.1



3 Mikrofotografie unter UV-Strahlung nach der Anwendung von Entfernungsmethode T4.1

Als am wenigsten effektiv erwiesen sich generell die Entfernungsversuche mit dem Wattestäbchen. Darauf folgten das Gemisch Shellsol® A100/ D70 auf dem Wattestäbchen und die Xanthan-basierten Gele, die Shellsol® A 100 und Shellsol® D70 beinhalten. Am effektivsten reinigten drei der Carbopol®-basierten Gele (Shellsol® A100, Shellsol® D70; Shellsol® A100 (D70) und das Xanthan-Gel mit Shellsol® A100. Die in dieser Phase erstellten Mikrofotografien zeigen deutlich die unterschiedlichen Mengen an UV-reaktivem Pigment (s. beispielhaft Abb. 2–4).

Die Ergebnisse dieser ersten Phase zeigen eine deutlich größere Effektivität der gelbasierten Entfernungsmethoden. Es ist jedoch anzumerken, dass es zwar eine Korrelation zwischen der Anwesenheit des Pigments und der Anwesenheit des Wachses gibt, aber keine Kausalität. Pigmentpartikel könnten sich in Mikrorissen im Lack abgesetzt haben und auch in Abwesenheit des Wachses verbleiben. Ebenso könnten Reste des Wachses auf der Oberfläche verbleiben, auch wenn das Pigment entfernt wurde.<sup>34</sup> Die Konsistenz der Ergebnisse innerhalb der verschiedenen Testdurchläufe ließ jedoch eine grundlegende, erste Einschätzung der Effektivität der Entfernungsmethoden zu, auf die in der zweiten Phase aufgebaut werden konnte.



4 Mikrofotografie unter UV-Strahlung nach der Anwendung von Entfernungsmethode T3.2

### Probenvorbereitung und Testdurchgänge (Phase 2)

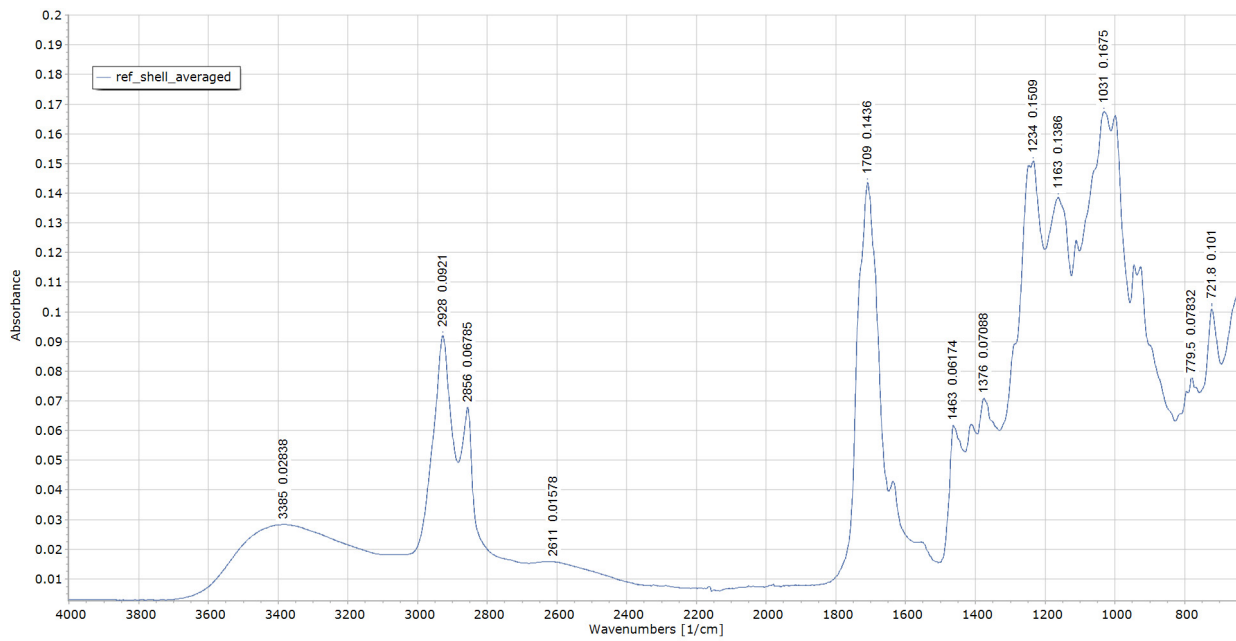
Für die zweite Phase wurden eigens Proben hergestellt, um eine genaue Kenntnis der beteiligten Parameter und Materialien zu erhalten. Zu diesem Zweck wurden zwei Ahornbrettchen mit einer klassischen Schellack-Ballen-Politur beschichtet. Um den Effekt einer gealterten Lackoberfläche zu simulieren, wurden die Probeplatten in einer XENON Test Chamber<sup>35</sup> intensiver UV-Strahlung ausgesetzt (Bestrahlungsstärke: 1,1 W/m<sup>2</sup> bei 420 nm, Temperatur: 45 °C, Expositionsdauer: 168 Stunden, was einer Alterung von ca. 80,8 Jahren unter „normalen“ Bedingungen entspricht).<sup>36</sup> Natürlich ist der Effekt einer derartig beschleunigten und aggressiven Art der induzierten Alterung nicht mit der natürlichen Alterung einer Lackoberfläche gleichzusetzen. Das Ziel dieser Maßnahme war in diesem Fall jedoch, eine degenerierte, mit Mikrorissen und Hohlräumen durchzogene und somit „poröse“ Oberfläche zu erzeugen. Bestimmt wurde der Grad der Degeneration durch die Messung des Glanzgrades vor und nach der induzierten Alterung mit einem Glossmeter<sup>37</sup> (Messwinkel: 20°, Messeinheit: Gloss Units). Basierend auf den an verschiedenen Stellen vorgenommenen Messungen ergab sich ein Glanzverlust von 40 % bei Probeplatte 1 und 44 % bei Probeplatte 2. Auf die gealterten Probeplatten wurde das Renaissance Wachs™ in Streifen aufgetragen. Daraufhin wurden Probestücke (2 x 4 cm) geschnitten, deren Oberfläche zu je 50 % gewachst und zu 50 % unbehandelt war. Ein Set von 30 Probestücken wurde erneut in die XENON Test Chamber gelegt (Bestrahlungsstärke: 1,1 W/m<sup>2</sup> bei 420 nm, Temperatur: 45 °C, Expositionsdauer: 109 Stunden, was einer Alterung von ca. 50 Jahren unter „normalen“ Bedingungen entspricht)<sup>38</sup>, um im Rahmen der Möglichkeiten zumindest eine ansatzweise Alterung des Wachses zu induzieren.<sup>39</sup>

Die Reihe der Entfernungsmethoden, denen die Proben im Anschluss unterzogen wurden, wurde auf Basis der in Phase 1 gewonnenen Erkenntnisse modifiziert. Außerdem fiel bei ersten Testläufen auf, dass die Carbopol®-Ethomeen®-Gele, die Shellsol® A 100 beinhalteten (T2.2 und T2.4), die Oberfläche der künstlich gealterten Lackplatten angriffen und deutlich eintrübten. Auch diese beiden Gele wurden in der Folge aus der Auswahl entfernt. Die übrig gebliebenen Entfernungsmethoden der Testserie T können **Tabelle 3** entnommen werden.

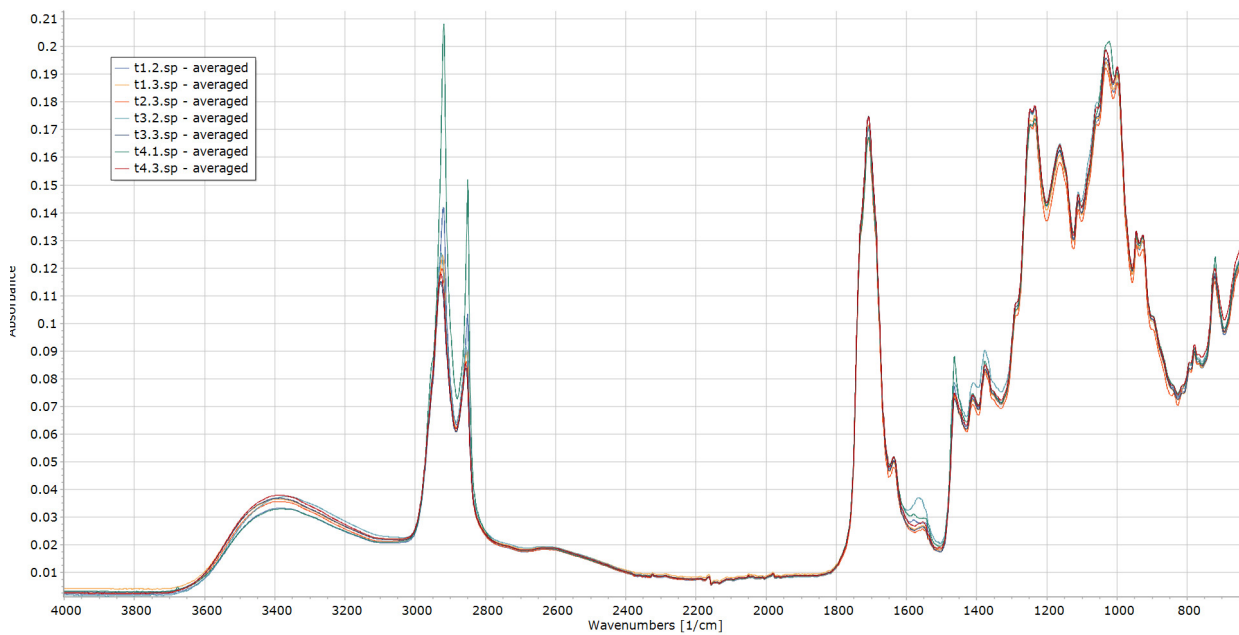
In einem ersten Durchlauf wurden je Methode fünf Proben behandelt. Nach der Auswertung der Zwischenergebnisse wurden je fünf weitere Proben mit den fünf erfolgreichsten Methoden behandelt, um die Reliabilität der Ergebnisse zu steigern. Die nach dem Wachsauftrag erneut künstlich gealterten Proben wurden in einer zweiten Testserie (TD) bearbeitet. Hier fiel auf, dass die in der Folge der verlängerten induzierten Alterung noch stärker degenerierte Lackoberfläche nun auch von den verbleibenden zwei Carbopol®-Ethomeen®-Gele angegriffen wurde. Daraufhin wurde das Shellsol® T-Gel aufgrund mangelnder Effektivität aus den Versuchen ausgeschlossen. Die Einwirkzeit des Shellsol® D70-Gels wurde auf 2,5 Minuten verkürzt. Eines der Carbopol®-Ethomeen®-Gele wurde beibehalten, um der möglichen Notwendigkeit der Behandlung von wasserempfindlichen Oberflächen mit einem nicht-wässrigen Gel Rechnung zu tragen.

	Shellsol® T	Shellsol® A100	Shellsol® D70	Shellsol® A100/ D70 (1:1)
Wattestäbchen (20 s)				Serie: 4.1 Proben: 5
Gel 1 (Carbopol® + Ethomeen®, Einwirkzeit: 5 min)	Serie: T1.2 Proben: 5		Serie: T3.2 Proben: 10	
Gel II (Xanthan, Einwirkzeit: 10 min)	Serie: T1.3 Proben: 10	Serie: T2.3 Proben: 10	Serie: T3.3 Proben: 10	Serie: 4.3 Proben: 10

Tabelle 3 Entfernungsmethoden und Testserien, Phase 2



5 Referenzspektrum Schellack. Aus 14 Messungen erstelltes Durchschnittsspektrum. Methode: ATR-FTIR



6 Durchschnittsspektren der Testreihe T Methode: ATR-FTIR

### Analyse und Auswertung (Phase 2)

Die Analyse der Proben erfolgte mit ATR-FTIR<sup>40</sup>, je Probe wurden fünf Messungen an unterschiedlichen Stellen der zuvor behandelten Probenoberfläche genommen. Die Spektren wurden als Absorptionsspektren aufgezeichnet und mit der Software „Spectragryph“ verarbeitet.

Die Auswertung der Spektren mit dem Ziel, die An- oder Abwesenheit des Renaissance Wachses™ eindeutig festzustellen, ist nicht einfach. Sowohl mikrokristallines Wachs als auch Polyethylenwachs besteht ausschließlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff. C-H-Bindungen sind also das, was ein

FTIR-Spektrum dieser Stoffe abbildet. Doch auch Schellack besteht als organischer Stoff vorrangig aus diesen Elementen. Ein von einer gewachsenen Oberfläche erstelltes Spektrum zeigt zusätzlich zu den C-H-Bindungen des Wachses immer auch die C-H-Bindungen des Schellacks. Es ließ sich jedoch feststellen, dass ein „Überhang“ an C-H-Bindungen auf die Anwesenheit des Wachses verweist. Um einen Basiswert für diesen Überhang festzulegen, wurde ein auf 14 Messungen basierendes Durchschnittsspektrum der unbehandelten Schellackoberfläche erstellt (Abb. 5). Das Verhältnis des C-H-Peaks in der Region 2928 Wellennummer/cm

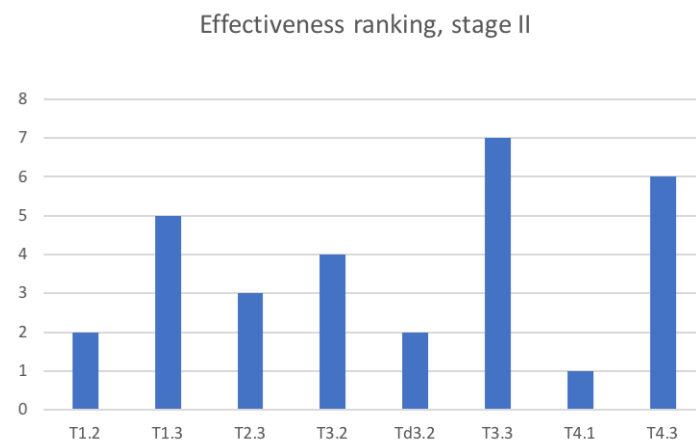


zum OH-Peak in der Region 1709 Wellennummer/cm wurde aus diesem Durchschnittsspektrum berechnet. Die Absorption lag mit 0,09072 Absorptionseinheiten (AU) in der Region 2928 Wellennummer/cm (C-H) um 0,05138 AU niedriger als in der Region 1709 Wellennummer/cm (O-H) mit 0,1421. Der Wert von 0,05138 AU Unterschied zwischen O-H-Peak und C-H-Peak wurde somit als kritischer Wert festgelegt, an dem die Effektivität der Entfernungsmethoden gemessen werden kann.

Um erste Erkenntnisse über die Effektivität der Methoden zu erlangen, wurden auf Basis der von der behandelten Oberfläche genommenen Spektren je Entfernungsmethode ein Durchschnittsspektrum erstellt. Diese Durchschnittsspektren wurden in der Folge auf den kritischen Wert hin überprüft. **Abbildung 6** zeigt die in der Testreihe T erstellten Durchschnittsspektren.

Die Auswertung der Durchschnittsspektren der Testserie T ergab, dass lediglich das Xanthan-Gel mit Shellsol® D70 bzw. dasjenige mit Shellsol® A100/ D70 das Wachs vollständig entfernen konnten. Alle anderen Methoden führten nur zu einer Reduktion des Wachses (**Tabelle 4**).

Aufgrund relativ starker Schwankungen in der Peakintensität der einzelnen Spektren wurde der Vergleich der Durchschnittsspektren als unzureichend für die definitive Feststellung einer Effektivitätshierarchie eingestuft. Um eine verlässliche Graduierung vorzunehmen, wurden alle 450 individuellen Spektren auf den kritischen Wert von 0,0515 AU zwischen O-H- und C-H-Peak hin überprüft. Im Ergebnis konnte Folgendes festgestellt werden: In Testserie T3.3 zeigten 45 von 50 Spektren (± 90 %) eine Differenz über dem kritischen Wert, während es in T4.3 nur 37 von 50 (± 74 %) waren. In T1.3 waren es 24 von 50 (± 48 %), in T3.2 18 von 50 (± 36 %) und in T2.3 16 von 50 (± 32 %), in T1.2 nur 1 von 25 (± 4 %). In T4.1 erreichte kein Spektrum den kritischen Wert, tatsächlich war die Differenz zwischen O-H- und C-H-Peak in der Mehrzahl der Spektren ein negativer Wert. Die Analyse und Auswertung der in Testserie TD er-



7 Effektivität der Entfernungsmethoden, Phase 2

stellten Spektren bestätigten mit wenigen Ausnahmen diese Ergebnisse mit leichten Variationen in den Prozentzahlen, die entscheidend durch die deutlich geringere Anzahl an Proben beeinflusst wird. Das auf Basis aller gemessenen und ausgewerteten Spektren erstellte Effektivitätsranking ist in **Abbildung 7** zu sehen.

Zusammenfassen lassen sich die Ergebnisse der zweiten Phase der experimentellen Forschung wie folgt: Das Xanthan-Gel mit Shellsol® D70 erwies sich als effektivstes Mittel zur Entfernung des Renaissance Wachses™ von einer degenerierten Schellackoberfläche. Auch unter Berücksichtigung der Umweltverträglichkeit und der Angaben zur gesundheitsschädigenden Wirkung der getesteten Lösemittel und Gelbildner ist diese Methode zu empfehlen.

**Marie-Luise Rönsch M. A.**  
 Konservatorin-Restauratorin für Möbel  
 und Holzobjekte  
 Kaulbachstraße 77  
 80802 München  
[nachricht@restaurierung-roensch.de](mailto:nachricht@restaurierung-roensch.de)

	O-H-Peak	C-H-Peak	Differenz
Schellack, Durchschnitt	0,1436	0,0921	0,0515
T1.2, Durchschnitt	0,1684	0,1485	0,0199
T1.3, Durchschnitt	0,1718	0,1284	0,047
T2.3, Durchschnitt	0,1672	0,1199	0,0473
T3.3, Durchschnitt	0,1749	0,1152	0,0597
T3.2, Durchschnitt	0,1711	0,1255	0,0456
T4.1, Durchschnitt	0,1674	0,2081	-0,0407
T4.3, Durchschnitt	0,1746	0,1179	0,0567

Tabelle 4 Vergleich der O-H- und C-H-Peaks der Durchschnitts-Spektren, Phase 2, Testserie 1 (T)

## Anmerkungen

- 1 Übers.: „allgemein anerkanntes Standard-Produkt in der Konservierung“
- 2 BERGER/ZELIGER 1975; MOFFETT 1996; SCHOTTE/ADRIAENS 2006; WEBB 1998
- 3 BERGER/ZELIGER 1975, S. 75, 11, 2–8; MOFFETT 1996, S. 5; SCHOTTE/ADRIAENS 2006, S. 297–304, WEBB 1998, S. 119
- 4 REBBER 2007, S. 118–129
- 5 HERRSCHAFT 2012, S. 367–386; HEGINBOTHAN 2001
- 6 Mit Komponenten gemeint sind die beiden Wachse, Cosmoloid H80 und Luwax A, aus denen sich Renaissance Wachs zusammensetzt.
- 7 CAPADOSE 2011, S. 371
- 8 PATERSON/MAHONEY/SPIRYDOWICZ 1979, S. 93–107; VUORI/HANSEN 2000, S. 115–128; CANO ET AL. 2007, S. 121
- 9 HORIE 2011, S. 127
- 10 Im Originaltext ist von „White Spirit“ die Rede, eine relativ unspezifische Bezeichnung, hinter der sich Testbenzine verschiedenster Siedepunkte verbergen können.
- 11 PLENDERLEITH 1971, S. 374
- 12 NIIR BOARD OF CONSULTANTS AND ENGINEERS 2011, S. 139
- 13 BOWER 2006, Kapitel 21, S. 3
- 14 YETGIN ET AL. 2020, S. 493 (Die Schmelzbereiche variieren je nach Quelle, liegen am oberen Ende aber stets über den mikrokristallinen Wachsen.)
- 15 TORRACA 2005, S. 24–25
- 16 NICHOLSON 1994, S. 48
- 17 HORIE 2011, S. 126
- 18 Cosmoloid H80: Webseite Kremer Pigmente GmbH & Co. KG, <https://www.kremer-pigmente.com/elements/resources/products/files/62800.pdf> [Zugriff: 07.06.2024]
- 19 Webseite Mychem.IR: <https://mychem.ir/uploads/tds/25352.pdf> [Zugriff: 05.05.2020]
- 20 BERGER/ZELIGER 1975, S. 75, 11, 2–10
- 21 ASHLEY-SMITH 1999, S. 308
- 22 WEBB 1998, S. 119
- 23 CANO ET AL. 2007, S. 125; THICKETT/PRETZEL 2020, S. 9
- 24 SCHOTTE/ADRIAENS 2006, S. 297–304
- 25 MOFFETT 1996, S. 5
- 26 JOHNSON 1984, S. 107–109
- 27 JAEGER 2008, S. 220
- 28 LAUGHTON/WARNE 2002, S. 7, 15
- 29 MCGLINCHEY 2002
- 30 STAVROUDIS/BLANK 1989
- 31 BURNSTOCK/KIESLICH 1996, S. 260; PIETSCH 2005, S. 149
- 32 KOPP 2017, S. 244
- 33 Technische Informationen: Mikroskop: Zeiss Axioskop 2, Lichtquelle: Prior Lumen 200 (Belichtungsstärke 25), Betrachtung bei 50-facher Vergrößerung
- 34 Bei einer Zugabe von 10 % Pigment entsteht keine geschlossene Pigmentschicht. Dadurch gibt es in der gewachsenen Oberfläche Bereiche, in denen kein Pigment sichtbar ist. Eine höhere Konzentration an Pigment kann nicht zugegeben werden, ohne die Eigenschaften des Waxes zu verändern.
- 35 Technische Informationen: Das verwendete Gerät war die Xenon Test Chamber von Q-Lab mit dem Filter Q-Sun.
- 36 Die Exposition der Probeplatten entspricht unter diesen Parametern einer konservativen Berechnung zufolge 80,8 Jahren unter „normalen“ Bedingungen bei einer Beleuchtung von 12/h/d und 365 d/y. Die Berechnung dieser Expositionsdauer basiert auf den Angaben des Herstellers der Xenon-Test-Kammer (Q-Lab), den eingestellten Parametern, Empfehlungen aus Garry Thomsons „The Museum Environment“ (THOMSON 2011 und der vom Canadian Conservation Institute publizierten Formel zur Berechnung der maximalen akzeptierten UV-Exposition von Museums-Objekten:  
$$UVAB = \frac{LxUVR}{1000}$$
  
<https://www.canada.ca/content/dam/cci-icc/documents/services/conservationpreservation-publications/canadian-conservation-institute-notes/2-2-eng.pdf> [Zugriff: 05/06/2020])
- 37 Technische Information: Bei dem verwendeten Glossmeter handelte es sich um das Novo-Gloss Trio von Rhopoint.
- 38 Entspricht o. g. Berechnungen nach etwa 50 Jahren
- 39 Die Alterung von Polyethylen findet vor allem durch chemische Einflüsse, ionisierte Strahlung oder Bestrahlung im Wellenlängen-Bereich unter 320 nm statt – Bedingungen, die für diese Arbeit nicht realisiert werden konnten.
- 40 Technische Information: Bei dem verwendeten Gerät handelte es sich um das Frontier FT-IR-Spektrometer von Perkin Elmer.

## Literatur

### ASHLEY-SMITH 1999:

Jonathan Ashley-Smith, Risk assessment for object conservation. London/New York 1999

### BERGER/ZELIGER 1975:

Gustav A. Berger und Harold I. Zeliger, Detrimental and irreversible effects of wax impregnation on easel painting. In: International Council of Museums (ICOM) (Hrsg.), ICOM Committee for Conservation 4<sup>th</sup> triennial meeting, 13.–18. Oktober 1975, Venedig. Paris 1975, 75/11/2–16

### BOWER 2006:

J. D. Bower, Waxes. In: Arthur A. Tracton (Hrsg.), Coatings materials and surface coatings. Boca Raton 2006, Kapitel 21, S. 1–6

### BURNSTOCK/KIESLICH 1996:

Aviva Burnstock und Tanya Kieslich, A study of the clearance of solvent gels used for varnish removal from paintings. In: International Council of Museums (ICOM) (Hrsg.), Proceeding of ICOM Committee for Conservation 11<sup>th</sup> triennial meeting, 1.–6. September 1996, Edinburgh. London 1996, S. 153–262

### CANO ET AL. 2007:

Emilio Cano, David M. Bastidas, Vasilike Argyropoulos und Amelia Siatou, Electrochemical techniques as a tool for testing the efficiency of protecting systems for historical steel objects. In: Vasilike Argyropoulos, Anno Hein und Mohamed Abdel Harith (Hrsg.), Strategies for Saving our Cultural Heritage. Papers presented at the International Conference on Conservation Strategies for saving indoor metallic Collections with a satellite meeting on legal issues in the conservation of cultural heritage, 25. Februar–1. März 2007, Kairo. Athen 2007, S. 121–126

### CAPADOSE 2011:

Jeremy Capadose, Furniture. In: The National Trust manual of housekeeping. Care of collections in historic houses. Swindon 2011, S. 363–373

### HEGINBOTHAN 2001:

Arlen Heginbothan, What's old is new: B-72 and the treatment of degraded furniture finishes. In: WAG sessions of the AIC Annual Meetings. Dallas 2001, [https://www.wag-aic.org/2001/WAG\\_01\\_heginbotham.pdf](https://www.wag-aic.org/2001/WAG_01_heginbotham.pdf) [Zugriff: 19.06.2024]

### HERRSCHAFT 2012:

Jana Herrschaft, Firniskrepiierung. Ansätze zur Behandlung des Schadensbildes mit dem niedermolekularen Kohlenwasserstoffharz Regalrez. In: Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung, Bd. 2, 2012, S. 367–386

### HORIE 2011:

Velson Horie, Materials for Conservation. Organic consolidants, adhesives and coatings. Abingdon/New York 2011, S. 126–127

### JAEGER 2008:

Tamara Jaeger, Removal of paraffin wax in the re-treatment of archeological iron. In: Journal of the American Institute for Conservation, Bd. 47 (4), 2008, S. 217–223

### JOHNSON 1984:

Rosemarie Johnson, The removal of microcrystalline wax from archeologic ironwork. In: Studies in Conservation, Bd. 29, Suppl. 1, 1984, S. 107–109

### KOPP 2017:

Peter Kopp, Reinigung von Möbeloberflächen und Oberflächen architekturgebundener Holzausstattungen. In: Paul-Bernhard Eipper (Hrsg.): Handbuch der Oberflächenreinigung, Bd 1. München 2017, S. 241–250

### LAUGHTON/WARNE 2002:

M. A. Laughton und D. F. Warne, Electrical engineer's reference book. Oxford 2002

### MCGLINCHY 2002:

Christopher McGlinchey, Boundaries of the Teas solubility concept. In: WAAC Newsletter 22(2), 2002, <https://cool.culturalheritage.org/waac/wn/wn24/wn24-2/wn24-205.html> [Zugriff: 31.05.2020]

### MOFFETT 1996:

Dana L. Moffett, Wax coatings on ethnographic metal objects: Justifications for allowing a tradition to wane. In: Journal of the American Institute for Conservation, Bd. 35 (1), 1996, S. 1–7

### NICHOLSON 1994:

John W. Nicholson, The chemistry of polymers. Cambridge 1994

### NIIR BOARD OF CONSULTANTS AND ENGINEERS 2011:

NIIR Board of Consultants and Engineers, The complete technology book on wax and polishes. Delhi 2011

### PATERSON/MAHONEY/SPIRYDOWICZ 1979:

Edward T. Paterson, Suzanne M. Mahoney und Krystyna E. Spirydowicz, The conservation of the HD-4: Alexander Graham Bell's Hydrofoil. In: Studies in Conservation, Bd. 24 (3), 1979, S. 93–107

### PIETSCH 2005:

Annik Pietsch, Lösemittel. Ein Leitfaden für die restauratorische Praxis. Stuttgart 2005

### PLENDERLEITH 1971:

Harold J. Plenderleith, Alfred E. A. Werner, The Conservation of Antiquities and Works of Art. Treatment, Repair and Restoration, 2. Aufl. Oxford 1971

### REBBER 2007:

Wolfgang Rebber, Lösemittel für die Regenerierung. Eine wissenschaftliche Langzeitstudie zu ihrer Wirkung. In: Restaura, Heft 2, 2007, S. 118–129

### SCHOTTE/ADRIAENS 2006:

Bart Schott und Mieke Adriaens, Treatments of corroded lead artefacts: an overview. In: Studies in Conservation, Bd. 51 (4), 2006, S. 297–304

### STAVROUDIS/BLANK 1989:

Chris Stavroudis und Sharon Blank, Solvents & sensibility. In: WAAC Newsletter 11 (2), 1989, <https://cool.culturalheritage.org/waac/wn/wn11/wn11-2/wn11-202.html> [Zugriff: 31.05.2020]

### THICKETT/PRETZEL 2020:

David Thickett und Boris Pretzel, FTIR surface analysis for conservation. In: Heritage Science, Bd. 8, 2020, Artikel Nr. 5

### THOMSON 2011:

Garry Thomson, Museum Environment. London/New York 2011

### TORRACA 2005:

Giorgio Torracca, Solubility and solvents for conservation problems. Rom 2005

### VUORI/HANSEN 2000:

Jan Vuori und Robin Hansen, Conservation of a military tunic including the use of guide threads for positioning repairs. In: Journal of the American Institute of Conservation, Bd. 29 (2), 2000, S. 215–228

### YETGIN ET AL. 2020:

Senem Yetgin, Sevdije Atakul Sarik, Mehmet Gönen und Devrim Balköse, Polyethylene wax: uses, characterization, and identification. In: European Journal of Technique (EJT), Bd. 10, 2, 2020, S. 489–500

### WEBB 1998:

Marianne Webb, Methods and Materials for filling losses on lacquer objects. In: Journal of the American Institute for Conservation, Bd. 38 (1), 1998, S. 117–133

## Abbildungsnachweis

Alle Abbildungen und Grafiken wurden von der Autorin 2020 erstellt.

### Titel:

Detail aus Abb. 2

## Lizenz

Dieser Beitrag ist unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY-NC-ND 4.0 veröffentlicht.

