

Hildegardis-Schule Bochum

Klinikstraße 1

44791 Bochum

**Facharbeit**

**im**

**Grundkurs Chemie**

**Jahrgangsstufe Q1**

**2018/19**

Betreuender Lehrer: Herr Kuck

**„Chemie des Tatorts“**

**Chemische Untersuchung unterschiedlicher Methoden der  
Daktyloskopie zur Beurteilung der Einsatzmöglichkeiten**

Kristin Wulff

06. März 2019

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	- 3 -
2. Grundsätze der Daktyloskopie.....	- 4 -
2.1 Definition.....	- 4 -
2.2 Entstehungsbedingungen.....	- 4 -
2.3 Daktyloskopie in der Forensik.....	- 5 -
3. Ausgewählte Verfahren und chemische Grundlagen.....	- 6 -
3.1 Adhäsionsverfahren – Versuch 1.....	- 6 -
3.2 Adhäsionsmittel-Suspension - Versuch 2.....	- 7 -
3.3 Cyanacrylat-Bedampfung.....	- 8 -
3.4 Gentian Violett- Versuch 3.....	- 8 -
3.5 Silbernitrat- Versuch 4.....	- 9 -
3.6 Ninhydrin- Anwendungen.....	- 10 -
3.7 Leukokmalachitgrün.....	- 11 -
4. Beurteilung und Einsatz.....	- 12 -
4.1 Nichts saugende Oberflächen.....	- 12 -
4.2 Saugende Spureträger.....	- 13 -
4.3 Klebebänder.....	- 14 -
4.4 Fingerabdrücke mit Blut.....	- 15 -
5. Fazit und Ausblick.....	- 16 -
6. Literaturverzeichnis.....	- 18 -
7. Anhang.....	- 20 -
7.1 Versuch 1- Adhäsionsmittel.....	- 20 -
7.2 Versuch 2- Adhäsionsmittelsuspension.....	- 21 -
7.3 Versuch 3- Gentian Violett/ Methylenblau.....	- 22 -
7.4 Versuch 4- Silbernitrat.....	- 23 -
8. Selbstständigkeitserklärung.....	- 24 -

## 1. Einleitung

Schon seit Beginn der Menschheit gibt es Verbrechen. Sie liegen in der Natur des Menschen und können vielschichtige Gründe haben. Neid, Eifersucht oder Angst bewegen den Menschen immer wieder dazu, gegen das Gesetz zu verstoßen. Mit dem Verbrechen kam aber auch der Wille, diese aufzudecken. Dazu entwickelten sich über hunderte von Jahren verschiedene Methoden mit dem Ziel, den Täter zu überführen. Während diese „Methoden“ anfangs noch auf Folterung zur Erzwingung eines Geständnisses basierten, entwickelten sich mit der Zeit aber auch wissenschaftlich-fundierte Verfahren, einen Täter zu überführen. Dabei kristallisierte sich die naturwissenschaftliche Forensik immer mehr heraus. Heutzutage bildet die forensische Chemie einen wichtigen Bestandteil der Verbrechensaufklärung.

In vielen Krimis, vor allem den älteren, führen Fingerabdrücke - die Unikate des Menschen - zum Erfolg der Kommissare. Jeder kennt die Szene, in der Kriminaltechniker Gläser mit einem schwarzen Pulver einpinseln und die Fingerabdrücke anschließend wie durch Zauberhand sichtbar werden.

Da ich in meiner Freizeit gerne Krimis schaue, war ich sofort neugierig und wollte hinter das „Geheimnis“ des schwarzen Pulvers kommen. Außerdem stellte sich mir die Frage, wie das „funktioniert“ und ob es auch Methoden gibt, um Fingerabdrücke auf anderen Oberflächen erkennbar werden zu lassen. Erste Recherchen ergaben, dass die Fingerabdrucksicherung unter den Begriff Daktyloskopie fällt und eine Wissenschaft für sich ist.

Mein Ziel ist es, in dieser Arbeit die Frage zu klären: Auf welchen chemischen Reaktionen basieren die Verfahren der Daktyloskopie und von welchen Faktoren ist die Wahl der Methode abhängig?

Dazu werde ich erst die Grundsätze der Daktyloskopie erläutern. Darauf folgen mögliche Verfahren, chemische Grundlagen und einige Versuche, bevor diese dann im Zusammenhang mit der Oberfläche betrachtet werden. Abschließend werde ich in einem Fazit eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse liefern, sie beurteilen und zum Schluss einen Ausblick auf zukünftige Methoden geben.

## 2. Grundsätze der Daktyloskopie

### 2.1 Definition

„Das Wort Daktyloskopie leitet sich von den beiden griechischen Begriffen δάκτυλος ("Daktylos" = Finger) und σκοπεῖν ("skopein" = beschauen) ab und kann wörtlich mit "Finger-beschau" übersetzt werden“.<sup>1</sup> Die Daktyloskopie beschäftigt sich mit der Fingerabdruckerkennung und hat das Ziel Individuen zu identifizieren.<sup>2</sup>

Abdrücke von Haut- oder Papillarlinien, welche sich an den Händen und Füßen befinden, werden als daktyloskopische Spuren bezeichnet. Diese Gebilde zeichnen sich sowohl durch ihre Einmaligkeit als auch durch ihre Unveränderlichkeit aus, wodurch die Abdrücke eine hohe Beweiskraft haben. Daktyloskopische Spuren lassen sich gut klassifizieren, weshalb sie sich zum systematischen Erfassen und Registrieren eignen. Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, wird zunächst zwischen drei Grundmustern unterschieden: Schleifen, Bogen und Wirbel.<sup>3</sup>

Zusätzlich gibt es einige Unterkategorien, die unter dem Ausdruck Minuzien zusammengefasst werden. Dieser Begriff kommt aus dem lateinischen und bedeutet „Kleinigkeiten“. Es handelt sich hierbei um besondere, anatomische Merkmale, die bei einem Vergleich von Abdrücken eine wichtige Rolle spielen.<sup>4</sup>

### 2.2 Entstehungsbedingungen

Daktyloskopische Spuren entstehen durch Substanzen der unbekleideten Leistenhaut oder durch Verformungen des Spurenträgers in Form des Papillarleistenverlaufs, die übertragen werden. Diese Übertragung wird als Abdruck bezeichnet. Wie bereits angemerkt befinden sich die Papillarleisten bei Menschen und Primaten an den Händen und Füßen, die Arbeit beschäftigt sich jedoch hauptsächlich mit Fingerabdrücken. Generell sind Fingerspuren Folge der Wechselwirkungen von Spurentägern und Papillarleisten.

---

<sup>1</sup> Bader, Hans Joachim/ Martin Rothweil: Forensische Chemie. Mit Chemie auf Verbrecherjagd. 068\_DE\_Forensik\_Theo\_0.0.pdf 2009, S.8 (Im Folgenden zitiert als: "Forensik")

<sup>2</sup> Vgl.: Scheu, Stefanie: Molekularbiologische Grundlagen der Biometrie. Biometrische Merkmale als physikalische Parameter. In: Hartmann, Bernd J./ Siemens, Daniel/ Vosgerau, Gottfried/ Schöningh, Ferdinand: Biometrie. Sicherheit für den gläsernen Menschen. 2012 Paderborn, S.15

<sup>3</sup> Vgl.: Amerkamp: Udo Spezielle Spurensicherungsmethoden. Verfahren zur Sichtbarmachung von daktyloskopischen Spuren. Frankfurt 2. Auflage 2002, S.9 (im Folgenden zitiert als: „Daktyloskopische Spuren“)

<sup>4</sup> Vgl.: Pohl, Klaus Dieter: Handbuch der Naturwissenschaftlichen Kriminalistik. Unter besonderer Berücksichtigung der forensischen Chemie. Heidelberg 1981, S.282 (im Folgenden zitiert als: „Naturwissenschaftliche Kriminalistik“)

Durch Berührungen überträgt sich das Bild dieser Papillarleisten auf einen Gegenstand. Bei dem Abdruck ist dann die Rede von sogenannten Papillarlinien.<sup>5</sup>

Die erwähnten Substanzen bestehen zum Großteil aus farblosem Schweiß und Talg. Daher sind Abdrücke ohne Spurensicherungsverfahren optisch meist nicht wahrnehmbar. Diese „unsichtbaren“ Spuren werden als latent bezeichnet. Aber auch körperfremde Substanzen, wie beispielsweise Schmutz oder Öl, können einen Teil daktyloskopischer Spuren ausmachen. In der Regel ist der Fingerabdruck dann auch ohne ein Verfahren sichtbar.<sup>6</sup>

Der zu Beginn angesprochene Schweiß besteht zu ungefähr 97-99,5% aus Wasser. Weitere Bestandteile bilden anorganische Salze wie Natriumchlorid, Calcium-, Magnesium-, Eisen-, Kupfer- und Manganverbindungen. Zusätzlich sind stickstoffhaltige Verbindungen (Aminosäuren, Harnstoff, Ammoniumsalze, Kreatinin und Harnsäure), organische Säuren, reduzierende Verbindungen und Fette im Schweiß enthalten.<sup>7</sup> Talg setzt sich ebenfalls aus Wasser, aber auch aus Fetten, Lipoiden, Zellresten sowie freien Fettsäuren zusammen. Gemeinsam bilden Schweiß und Talg einen Hydrolipidfilm.<sup>8</sup> Das darin vorhandene Wasser verdunstet oder wird vom Untergrund aufgesaugt, zurück bleibt dann eine hauptsächlich klebrige und fettige Masse. Diese ist stark Chlorid haltig und besteht aus vielen organischen Verbindungen. Außerdem hat sie die Eigenschaft leicht reduzierbar zu sein.<sup>9</sup>

Zusätzlich gibt es auch umgebungsbedingte Einflüsse. Dazu zählt zum Beispiel Wärme: Die im Wasser des Schweißes gelösten Stoffe können kristallisieren. Unter Wärme lösen sich diese Kristallisationen jedoch, wodurch die Spur ihre Haftfähigkeit verliert. Weitere Einflüsse sind vor allem Kälte, Trockenheit, Feuchtigkeit und Luftströme.<sup>10</sup>

## 2.3 Daktyloskopie in der Forensik

Das Ziel daktyloskopischer Untersuchungen ist, den Verursacher der Fingerabdrücke festzustellen, um so einen möglichen Täter identifizieren zu können. Dafür wird Vergleichsmaterial der Verdächtigen mit den am Tatort gefundenen Spuren abgeglichen. Diese werden zusätzlich mit den Abdrücken des Geschädigten verglichen, um

---

<sup>5</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.10f.

<sup>6</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.10

<sup>7</sup> Vgl.: Naturwissenschaftliche Kriminalistik, S.285

<sup>8</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren S.10ff.

<sup>9</sup> Vgl.: Naturwissenschaftliche Kriminalistik, S.285

<sup>10</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.10 und S.12

Tatrekonstruktionen und mögliche Tatzusammenhänge zu erstellen. Außerdem lassen sich mit Hilfe der Daktyloskopie Personen oder Tote identifizieren.<sup>11</sup> Damit zwei Fingerabdrücke als identisch gelten, müssen zwölf der bereits erwähnten Minuzien übereinstimmen.<sup>12</sup>

Im Folgenden werden einige chemische Verfahren zur Sichtbarmachung latenter Fingerabdrücke erläutert. Die meisten chemischen Verfahren basieren auf Reaktionen mit Indikatoren, bei denen es häufig zur Bildung von Farbkomplexen kommt.<sup>13</sup>

### 3. Ausgewählte Verfahren und chemische Grundlagen

#### 3.1 Adhäsionsverfahren – Versuch 1

Ein mögliches Verfahren, um latente Fingerabdrücke sichtbar zu machen, ist das Adhäsionsverfahren. Dieses basiert auf einem chemisch-physikalischen Prinzip.<sup>14</sup> „Die zwischen den Molekülen verschiedener Stoffe auftretenden Molekularkräfte heißen Adhäsionskräfte. Sie bewirken eine Adhäsion, das heißt ein äußerliches Aneinanderhaften von Körpern aus verschiedenen Stoffen.“<sup>15</sup> Diese Kräfte basieren auf den ungleichmäßig verteilten Ladungen eines Moleküls. Positive und negative Ladungen der daktyloskopischen Spuren und des Adhäsionsmittels führen dazu, dass diese in der Adhäsionszone, welche nur einen Nanometer breit ist, aneinanderhaften.<sup>16</sup> Wie bereits erläutert ist der Hydrolipidfilm sehr klebrig. Dadurch haftet das Pulver besser am Film als an der Oberfläche des Spurenträgers. Der latente Fingerabdruck wird sichtbar und kann nun beispielsweise durch Klebe- oder Gelatinefolien gesichert werden. Häufig werden Rußpulver, Lycopodium (Bärlappsporen), Graphit oder ähnliche Mittel verwendet. Diese und weitere Adhäsionsmittel sind in der Abbildung dargestellt. Generell hängt die Wahl des Pulvers vom Untergrund ab, da ein möglichst hoher Kontrast erreicht werden soll.<sup>17</sup>

---

<sup>11</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.7 und S.9

<sup>12</sup> Vgl.: Naturwissenschaftliche Kriminalistik, S.282

<sup>13</sup> Vgl.: Naturwissenschaftliche Kriminalistik, S.286

<sup>14</sup> Vgl.: Forensik, S.8

<sup>15</sup> Ahlheim, Karl-Heinz: Schülerduden Die Physik. Ein Sachlexikon für die Schule. Mannheim, Wien, Zürich 2.Auflage 1989, S.290

<sup>16</sup> Vgl.: Liesemer, Dirk/ Weiß Bertram: Auf der Spur der klebenden Moleküle. In: Geo kompakt Chemie Nr.31/ 25. Mai 2012, S. 138 und 139

<sup>17</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S. 33, 36, 38ff.

Um dieses Prinzip zu veranschaulichen, wurde in einem Versuch Graphit auf ein Glas aufgepinselt. An den Stellen, an denen ein Fingerabdruck vorhanden ist, bleibt das Graphit haften (Abb. 4). Wie bereits erläutert, sind die Adhäsionskräfte auch bei dem Versuch zwischen Fingerabdruck und Graphit größer als zwischen Oberfläche und Graphit. Der nach dem Benutzen von Handcreme entstandene Abdruck ist dunkler gefärbt, da mehr Fett übertragen wurde. Somit bleibt das Adhäsionsmittel noch besser haften.

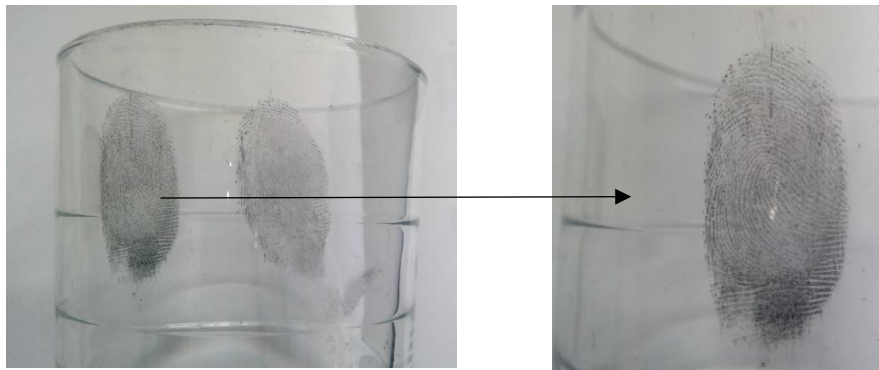


Abbildung 1: Mit Graphit sichtbar gemachte Fingerabdrücke; links mit Handcreme, rechts ohne.

### 3.2 Adhäsionsmittel-Suspension - Versuch 2

Eine ähnliche Anwendung zum gewöhnlichen Adhäsionsverfahren ist die Adhäsionsmittel-Suspension. Sie basiert ebenfalls auf den Adhäsionskräften zwischen Pulver und Hydrolipidfilm. In der Regel wird das Verfahren angewendet, um daktyloskopische Spuren auf der Klebeseite von Klebebändern einzufärben.

Mit einem Versuch sollte die Methode veranschaulicht werden. Dazu wurde die aus Mangandioxid, Spülmittel und Wasser bestehende Suspension auf das Klebeband aufgepinselt.<sup>18</sup> Mit der Erklärung, dass auch hier die Adhäsionskräfte zwischen dem Hydrolipidfilm und dem Mangandioxid am stärksten sind, soll dieses an dem Fingerabdruck haften bleiben. Jedoch scheitert der Versuch und das Mittel bleibt weder an dem Klebeband noch am Abdruck hängen. Für ein besseres Ergebnis hätte vielleicht ein anderes Adhäsionsmittel oder Klebeband gewählt werden müssen.

---

<sup>18</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.94

### 3.3 Cyanacrylat-Bedampfung

Cyanacrylat (Cyanacrylsäureethylester) ist auch bekannt unter dem Trivialnamen Sekundenkleber. Er ist ein Einkomponentenklebstoff und basiert auf monomeren 2-Cyanoacrylsäureestern.<sup>19</sup> Bei der Sichtbarmachung von Fingerabdrücken wird der Kleber auf die daktyloskopische Spur aufgedampft. Während dieser Verdampfung lagert sich das Cyanacrylat hauptsächlich an den Schweißrückständen ab, dabei kommt es zur Polymerisation mit Wasser, Basen und Talg.<sup>20</sup> Abbildung 5 zeigt den „Grundbaustein“ der entstehenden Polymere.

Der Begriff Polymerisation bezeichnet die Reaktion ungesättigter Monomere unter Aufspaltung der Doppelbindung zu Polymeren.<sup>21</sup>

Durchgeführt wird die Bedampfung in Bedampfkammern. Zu beachten ist die Luftfeuchtigkeit, die bei höheren Werten (optimal: 80%) zu schnelleren und kontrastreicherem Ergebnissen führt. Weitere Methoden wie die Hitze-Verdampfung können ebenfalls zu besser ausgeprägten Fingerabdrücken führen. Wird dem Prozess jedoch zu viel Wärme hinzugefügt, kann es zur Bildung von Cyanwasserstoff kommen.

Der Abdruck erscheint weiß-gräulich und ist chemisch fixiert.<sup>22</sup>

### 3.4 Gentian Violett- Versuch 3

Gentian Violett oder auch Kristallviolett genannt ist ein Triphenylmethan-Farbstoff, der sich an den Fetten des Fingerabdrucks anlagert.<sup>23</sup> Er besteht aus einem Ringsystem und weist eine chinoide Struktur auf.<sup>24</sup> Die Mechanismus ist ähnlich dem des Adhäsionsverfahrens. Der Farbstoff bleibt eher an den organischen Substanzen des Abdrucks, hier dem Fett, haften, als an der eigentlichen Oberfläche. Typisch für dieses Verfahren ist die Anwendung bei Fingerabdrücken auf der Klebeseite von Klebbändern.

Um auch dieses Verfahren zu verbildlichen, wurde ein weiterer Versuch durchgeführt. Statt einer Kristallviolett-Lösung wurde in dem Versuch gelöstes Methylenblau

---

<sup>19</sup> Vgl.: Forensik, S.12

<sup>20</sup> Vgl. Geide, Bernd: Aktuelle Methoden der Kriminaltechnik und Kriminalistik. Cyanacrylat-Bedampfung. Wiesbaden 1995, S.239

<sup>21</sup> Vgl.: Kirsch, Wolfgang/ Mangold, Marietta/ Schlachter, Brigitte: fit fürs abi. Oberstufenwissen Chemie. Braunschweig 2018, S.245

<sup>22</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.43ff. und S.49

<sup>23</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.89

<sup>24</sup> Vgl.: Kirsch, Wolfgang/ Mangold, Marietta/ Schlachter, Brigitte: fit fürs abi. Oberstufenwissen Chemie. Braunschweig 2018, S.221



verwendet. Die Farbstoffe unterscheiden sich in ihrem strukturellen Aufbau, wie die Abbildungen 6 und 7 zeigen, der Anwendungsbereich, als Anfärbemittel in der Biologie, ist allerdings identisch.<sup>25</sup> Die eingefärbte Spur erscheint in beiden Fällen violett-blau und sehr farbtintensiv.

Die Methylenblau-Lösung wird auf die klebende Seite eines Klebebandes aufgetropft und anschließend unter fließendem Wasser abgespült. Aus dem positiven Ergebnis des Versuches lässt sich schließen, dass die „Reaktion“ mit dem Fett ähnlich wie bei Gentian Violett zu sein scheint. Wurde vor dem Auftragen des Abdrucks Handcreme verwendet, enthält dieser mehr Fett, wodurch der Farbstoff besser haften bleibt und die Spur sich besser erkennen lässt (Vgl. Abb.8).

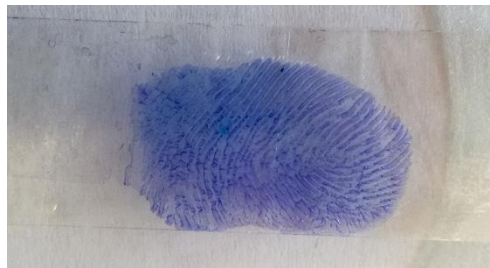


Abbildung 8: Mit Methylenblau eingefärbter Fingerabdruck auf einem Klebestreifen.

Das in der eigentlichen Lösung verwendete Phenol ist giftig und führt bei Kontakt zu Verätzungen. Daher wurde eine ähnliche Methode mit Paraben K, einem weiteren Konservierungsmittel, entwickelt. Beide Lösungen werden gleich angewandt und führen zu ähnlichem Ergebnis. Bei frischen Abdrücken ist es auch möglich, die Lösung ohne das Phenol anzurühren. Das Verfahren kann außerdem zur Verstärkung der mit Cyanacrylat entwickelten Spuren angewendet werden.<sup>26</sup>

### 3.5 Silbernitrat- Versuch 4

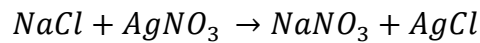
Wässrige Silbernitrat-Lösung wird auf den Spureenträger, in diesem Fall Papier, aufgetupft und anschließend getrocknet. Um den Fingerabdruck sichtbar werden zu lassen, muss das Papier mit UV- Licht bestrahlt werden. Während das im Schweiß enthaltene Wasser verdunstet und die anderen Chemikalien sich zersetzen, bleibt Natriumchlorid auf

---

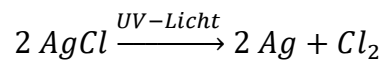
<sup>25</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.89

<sup>26</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.89f.

dem Spureträger zurück. Es reagiert mit Silbernitrat zu Natriumnitrat und lichtempfindlichem Silberchlorid.



Das dabei entstandene Silberchlorid kann dann mit UV-Licht zu atomarem Silber und Chlormolekülen reduziert werden. Das Silber lässt den Fingerabdruck schwarz-braun erscheinen.<sup>27</sup>



Die Reaktion führt allerdings nur zum Erfolg, wenn der Abdruck nicht sehr alt ist. Schätzungen liegen bei 14 bis 60 Tagen. Danach entwickelt sich nur noch ein graubrauner Fleck, „[d]a [die] Chloride im Papier wandern, abhängig von der Papierzusammensetzung und der Feuchtigkeit“.<sup>28</sup> Deswegen wird der Abdruck nach einiger Zeit schwarz.<sup>29</sup> Auch dieses Verfahren wurde zur Verbildlichung durchgeführt. Das mit Silbernitrat betupfte Papier wurde nach dem Trocknen mit einer UV-Lampe bestrahlt. Jedoch führte der Versuch zu keinem Ergebnis, was mit einer sehr niedrigen Silbernitrat-Konzentration zusammenhängen könnte. Auch enthielt der Fingerabdruck wenig Schweiß und damit wenig Natriumchlorid, so dass die Reaktion nur wenig bis gar nicht eingetreten ist.

### 3.6 Ninhydrin- Anwendungen

Eine weitere chemische Methode zur Sichtbarmachung von Fingerabdrücken ist die Farbreaktion zwischen Ninhydrin und den im Fingerabdruck vorhandenen Aminosäuren. Diese Säuren bilden Ketten, an deren Enden sich das Ninhydrin anlagern kann. Die Fingerabdrücke erscheinen hellviolett oder blau, abhängig davon, ob Aceton, Methanol oder Butanol als Lösungsmittel verwendet wird.<sup>30</sup> Eine Zweitbehandlung kann zu weiteren Farbvarianten, wie auch zu fluoreszierenden Spuren führen. Beispielsweise können die entwickelten Spuren mit Kupfer- oder Cadmiumverbindungen zu roten Spuren

---

<sup>27</sup> Vgl.: Svensson, Arne/ Wendel, Otto: Techniques of crime scene investigation. New York 1965, S.50

<sup>28</sup> Daktyloskopische Spuren, S.77

<sup>29</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.76f.

<sup>30</sup> Vgl.: Naturwissenschaftliche Kriminalistik, S. 286

weiterreagieren. Wird eine Zinkchlorid-Lösung verwendet, kommt es zur Bildung eines orangenen Zink-Komplexes, der bei Licht der Wellenlänge von 480 nm fluoresziert.<sup>31</sup>

Allgemein betrachtet bedeutet Fluoreszenz, dass bestimmte Stoffe Licht aussenden. Sie nehmen Strahlung, wie zum Beispiel Sonnenlicht, auf und geben einen Teil dieser Strahlungsenergie in Form von Licht ab.<sup>32</sup> Licht ist elektromagnetische Energie, die sich wellenförmig ausbreitet und durch die Wellenlänge  $\lambda$  beschrieben wird. Für Menschen sichtbares Licht liegt zwischen 400nm und 750nm. Trifft Licht auf einen Gegenstand, wird ein Teil reflektiert, der andere absorbiert. Dadurch erscheinen die Gegenstände farbig. Bei manchen Stoffen regt der absorbierte Teil des Anregungslichts Atome an, sodass Elektronen vom höchsten besetzten Orbital (HOMO) ins niedrigste unbesetzte Orbital (LUMO). Fallen diese angehobenen Elektronen wieder in den Grundzustand zurück, senden sie Emissionen, in diesem Fall Licht, aus. Dieses Licht hat weniger Energie und ist langwelliger als das zu Beginn auftreffenden Anregungslicht. Dieser Vorgang wird als Lumineszenz bezeichnet. Ist der Prozess mit Abschalten der Strahlung beendet, ist die Rede von Fluoreszenz.<sup>33</sup>

Neben der Fluoreszenz können noch weitere Verfahren zur Zweitbehandlung angewendet werden. Ein weiteres Beispiel ist die Verwendung von Eisessig (Essigsäure), welcher die Farberscheinung intensiviert und festigt.<sup>34</sup> Wurden die Fingerabdrücke unter trockenen Verhältnissen „gelagert“, können sie noch bis zu 30 Jahre nach Entstehung mit Ninhydrin sichtbar gemacht werden.<sup>35</sup>

### 3.7 Leukomalachitgrün

Bei der Verbrechersuche kommt es häufig dazu, dass Fingerabdrücke mit Blut „kontaminiert“ sind. Ein mögliches Verfahren zur Sichtbarmachung dieser Spuren ist das Leukomalachitgrün. Leukofarbstoffen wurde der Sauerstoff entzogen, was dazu führt, dass das Pulver fast weiß ist. Kommt das Pulver mit dem im Blut vorhandenen Eisen und

---

<sup>31</sup> Vgl.: Forensik, S.11

<sup>32</sup> Vgl.: Baldus, Ilona/ Hombach, Marion/ Ludwig Jan/ Merlot Julia: Die Chemie im Überblick. Fluoreszenz In: Geo kompakt Chemie Nr.31/ 25.Mai 2012, S.147

<sup>33</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S. 60 und 61

<sup>34</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S. 70

<sup>35</sup> Vgl.: Svensson, Arne/ Wendel, Otto: Techniques of crime scene investigation. New York 1965, S.52

Wasserstoffperoxid in Kontakt, reagiert es unter der Freisetzung von Sauerstoff, was eine Farbreaktion auslöst.<sup>36</sup>

Es besteht der Verdacht, dass Leukomalachitgrün krebserregend ist, weshalb es nur noch selten verwendet wird. Stattdessen wird heutzutage das bereits erwähnte Kristallviolett in seiner Leukoverision gebraucht.

## 4. Beurteilung und Einsatz

Die Anzahl an Verfahren zur Sichtbarmachung latenter Daktyloskopischer Spuren ist groß. Jedoch kann keine der Methoden auf allen Oberflächen angewendet werden. Die Oberflächen können saugend oder nicht saugend sein. Eine weitere Möglichkeit sind Fingerabdrücke auf Klebseiten von Klebebändern. Und auch die Frage, ob Blut im Abdruck enthalten ist, kann zur Auswahl bestimmter Verfahren führen. Des Weiteren gibt es Oberflächen wie Metalle, Holz, Textilien, Gewebe oder Haut, die im folgenden Abschnitt jedoch nicht näher erläutert werden.

### 4.1 Nichts saugende Oberflächen

Unter dem Begriff nicht saugende Oberfläche versteht man glatte Oberflächen, wie zum Beispiel Glas. Das Adhäsionsverfahren stellt hier in der Regel eine gute Wahl dar. Der hinterlassene Hydrolipidfilm bleibt auf dieser Art Untergrund gut erhalten. Anders als bei saugenden Oberflächen werden Wasser, Schweiß und Talg nicht vom Spurenläger aufgesogen, sondern haften auf der Oberfläche. Dadurch sind sie jedoch sehr empfindlich und können leicht zerstört werden. Außerdem ist die Anwendung auf rauen Oberflächen problematisch<sup>37</sup>, da sich der Abdruck nicht auf einer Ebene absetzt und das Mittel somit an den Rillen „hängenbleiben“ oder haften kann.

An sich ist das Verfahren unkompliziert und in den meisten Fällen ungefährlich. Trotzdem sollte auf einen verantwortungsbewussten Umgang mit den Chemikalien geachtet werden. Ein weiterer Vorteil ist die Anzahl und damit die Vielfältigkeit der möglichen Adhäsionsmittel, wodurch sie an den Untergrund, hauptsächlich an die Farbe, angepasst werden können. Einige der Mittel haften jedoch so stark, dass es leicht zum Verschmieren kommen kann.<sup>38</sup>

---

<sup>36</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.109

<sup>37</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.16

<sup>38</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.39

Auch die Cyanacrylat-Bedampfung wird auf nicht saugenden Oberflächen angewendet. Da der Sekundenkleber ohne Berührung mit der Spur aufgetragen wird, stellt das Verfahren bei empfindlichen Oberflächen eine gute Alternative zum Adhäsionsverfahren dar.<sup>39</sup> Wie bereits erläutert, spielt die Feuchtigkeit des Fingerabdrucks bei der Bedampfung eine große Rolle, da sich das Cyanacrylat dort ablegt. Auch ältere Spuren, bei denen Einstaubmittel zu keinen Resultaten führen würden, enthalten häufig noch ausreichend Feuchtigkeit, um der Methode unterzogen zu werden.<sup>40</sup>

Bei einer Direktbedampfung kann es dazu kommen, dass der Spurensicherer den Cyanacrylatdämpfen ohne Schutz ausgesetzt ist. Deshalb wird die Methode aus Sicherheitsgründen häufig im Labor, und nicht direkt am Tatort, angewendet. Ein weiteres Risiko stellt die mögliche Bildung von Cyanwasserstoff dar.<sup>41</sup>

In vielen Fällen muss die Spur anschließend noch mit Gentian Violett oder ähnlichen Methoden eingefärbt werden, da der Kontrast sonst zu gering ist. Das Verfahren ist aufwendiger als die Verwendung von Adhäsionsmittel, jedoch werden die Spuren nicht so schnell beschädigt.

Weitere Methoden wie zum Beispiel die Anwendung von Kolloidalem Gold oder Manoxol-Molybdän können ebenfalls auf nicht saugenden Oberflächen zu brauchbaren Resultaten führen.<sup>42</sup>

## 4.2 Saugende Spurenräger

Im Gegensatz zu den nicht saugenden Oberflächen zählen zu den saugenden Spurenrägern Papier, Pappen, Kartonagen und ähnliche Materialien. Auf diesen Oberflächen sinken die einzelnen Bestandteile des Fingerabdrucks ein, wodurch zum Beispiel die Anwendung von Einstaubmitteln zu keinem Ergebnis führt.

Erst durch das Erproben chemischer Verfahren gelang es, daktyloskopische Spuren auch auf dieser Art Oberfläche sichtbar zu machen. Eine Möglichkeit stellt hierbei die Anwendung von Ninhydrin dar.

Angewendet wird das Ninhydrin durch Aufsprühen oder dem Tauchbad-Verfahren, anschließend entwickeln sich die Spuren bei Raumtemperatur. Die Anwendung ist somit einfach durchzuführen. Allerdings sind einige der verwendeten Lösungen

---

<sup>39</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.16

<sup>40</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.44

<sup>41</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.46 und 50

<sup>42</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.16

gesundheitsschädlich, andere leicht brennbar und explosionsfähig. In manchen Fällen setzt sich außerdem Wasser am Boden ab, was bei Berührung mit der Spur dazu führen kann, dass sie zerstört wird.<sup>43</sup>

Viele der Spuren erscheinen blass oder haben nur einen geringen Kontrast zum Untergrund, weshalb nach der Ninhydrin-Anwendung oft Nachbehandlungsmethoden nötig sind.<sup>44</sup> Die Methode kann auch noch nach vielen Jahren zu brauchbaren Ergebnissen führen,<sup>45</sup> die Verwendung von Ninhydrin inklusive Nachbehandlung ist dafür komplex und aufwendig.

Iod oder Silbernitrat sind weitere Methoden, die zur Sichtbarmachung daktyloskopischer Spuren auf saugenden Spurentägern zu verwertbaren Ergebnissen führen.<sup>46</sup>

### 4.3 Klebebänder

Bei vielen Verbrechen verwenden die Täter Klebebänder. Sie dienen zum Beispiel als Material zum Fesseln und Knebeln, werden bei Fälschungen von Kfz-Kennzeichen verwendet, aber auch bei Spreng- und Brandvorrichtungen spielen sie eine große Rolle. Werden dabei Fingerabdrücke auf der Klebeseite hinterlassen, gibt es verschiedene Methoden diese zu sichern. Die Wahl des Verfahrens ist abhängig vom verwendeten Klebeband, da Klebekraft, Dicke und chemische Zusammensetzung des Klebstoffs, sowie weitere Faktoren von Klebeband zu Klebeband verschieden sind. Meistens muss das Klebeband erst vorsichtig vom Untergrund gelöst werden, bevor eine Untersuchung auf daktyloskopische Spuren stattfinden kann.<sup>47</sup> Nach dem Ablösen kann die Spur zum Beispiel mit Gentianviolett eingefärbt werden. Die Lösung wird mit dem Tauchbadverfahren aufgetragen. Anschließend wird der gefärbte Klebestreifen mit Wasser abgespült. Die Anwendung ist einfach, jedoch färbt die Lösung alles ein, womit sie in Kontakt kommt. Ein weiterer Nachteil ist das in der Lösung verwendete Phenol, welches stark ätzend ist. Sind die Spuren frisch, kann die Lösung auch ohne Phenol oder Paraben K, welches als Ersatz verwendet wird, angerührt werden. Hierbei ist der Kontrast jedoch geringer.<sup>48</sup>

Je nach Klebeband führt die Methode zu gut sichtbaren, kontrastreichen Ergebnissen.

---

<sup>43</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.67ff.

<sup>44</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.70

<sup>45</sup> Vgl.: Svensson, Arne/ Wendel, Otto: Techniques of crime scene investigation. New York 1965, S.52

<sup>46</sup> Vgl.: Svensson, Arne/ Wendel, Otto: Techniques of crime scene investigation. New York 1965, S.50

<sup>47</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.83

<sup>48</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.89f.

Mittlerweile gibt es weitere Verfahren, die weniger gesundheitsschädlich sind und zu ähnlichen Ergebnissen führen. Eine dieser Methoden sind das Sticky-Side Powder oder die Adhäsionsmittel-Suspension. Aber auch hier ist die Auswahl in erster Linie von der Farbe des Klebebands abhängig. Es sollte ein hoher Kontrast erreicht werden, der den Fingerabdruck deutlich sichtbar macht.

#### 4.4 Fingerabdrücke mit Blut

An vielen Tatorten kommt es vor, dass Blut hinterlassen wird. Allerdings sollte die Anwendung chemischer Mittel gut bedacht sein, da Bestandteile des Bluts, wie die DNA, zerstört werden können. Werden daktyloskopische Spuren mit Blut hinterlassen, müssen sie nicht zwingend sichtbar sein. In diesem Fall gibt es neben den herkömmlichen Methoden Verfahren, die Fingerabdrücke durch Bestandteile des Blutes sichtbar werden lassen. Sie sollten jedoch nur angewendet werden, wenn der ganze Fingerabdruck mit Blut kontaminiert ist.<sup>49</sup>

Eine mögliche Vorgehensweise ist der Einsatz von Leukomalachitgrün. Die Lösung muss vernebelt aufgesprüht werden. Dabei dürfen keine Tropfen auf den Spurenläger gelangen, da die Spur sonst zu keinem verwertbaren Ergebnis führen würde. Außerdem sollte auf Grund eines hohen Anteils an Eisessig eine Maske getragen werden. Dieser gilt als Auslöser vieler Allergien. Außerdem besteht der Verdacht, dass das Leukomalachitgrün krebserregend ist.<sup>50</sup> Der Gebrauch von Leukomalachitgrün ist aufwendig und empfindlich. Weitere Mittel bei Fingerabdrücken mit Blut sind Amido-Schwarz oder Ungarisch Rot.<sup>51</sup>

---

<sup>49</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.104f.

<sup>50</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.70

<sup>51</sup> Vgl.: Daktyloskopische Spuren, S.109

## 5. Fazit und Ausblick

Jeder Fingerabdruck ist einmalig. Gewisse Muster treten jedoch häufiger auf, weshalb sich die Abdrücke systematische Erfassen lassen. Im Bereich der Daktyloskopie gibt es zwei „Arten“ von Fingerabdrücken: die sichtbaren und die latenten. Während die sichtbaren einfach fotografisch gesichert werden können, müssen die latenten Abdrücke überhaupt erst einmal sichtbar gemacht werden. Diese Verfahren basieren häufig auf chemischen Reaktionen und Eigenschaften. Generell hängt die Wahl der Vorgehensweise von der Oberfläche des Spurenträgers, des Alters, den äußeren Bedingungen und auch ein wenig vom Forensiker ab. Jeder Untergrund nimmt die Bestandteile eines Fingerabdrucks anders auf, hat eine andere Farbe oder ist unterschiedlichen Bedingungen ausgesetzt. Ziel ist es, ein Verfahren zu wählen, was an den Spurenträger angepasst ist und gleichzeitig einen möglichst hohen Kontrast bildet.

Die in der Arbeit analysierten Vorgehensweisen und Versuche stellen nur eine kleine Anzahl der möglichen Techniken dar. Aber schon daraus lässt sich die Vielfältigkeit der daktyloskopischen Verfahren erkennen. Jede Methode ist genauso einzigartig wie Fingerabdruck und Spurenträger und birgt seine eigenen Vor- und Nachteile.

Ein „perfektes“ Mittel, das in jeder Situation verwendbar ist, gibt es noch nicht. Viele der Methoden bauen sogar aufeinander auf, um am Ende zu einem bestmöglichen Ergebnis zu kommen. Die Anwendung der meisten Verfahren mag zwar leicht sein, der Mechanismus hingegen ist häufig komplex. Zu jedem Zeitpunkt sollte zusätzlich bedacht werden, dass durch manche Reaktionen weitere Spuren zerstört werden können. Egal wie „einfach“ ein Verfahren scheint, es sollte immer sorgfältig und verantwortungsbewusst gehandelt werden, da jede Chemikalie mit Risiken, wie zum Beispiel Verätzungen, verbunden ist.

Die richtige Wahl und Anwendung einer Methode hängt also von vielen Faktoren ab und sei damit gut bedacht. Und auch wenn die Daktyloskopie nur einen kleinen Teilbereich der forensischen Chemie bildet, wirkt sie für mich wie eine eigene Wissenschaft.

Zurzeit forschen Firmen wie Scanovis an einem Infrarot-Scanner, der in Zukunft beispielsweise latente Fingerabdrücke auf Metall, Plastik, Glas oder Spiegeln sichtbar machen soll. Hier reagiert Licht mit einer Wellenlänge im Infrarotbereich mit dem Fett der Fingerabdrücke. Trifft der Strahl auf die Spur, wird ein Teil des Lichts absorbiert und die



Reflexion so vermindert. Ist jedoch keine Substanz vorhanden, ist die Signalintensität fast unverändert.<sup>52</sup> Aber auch diese Methode ist kein „Alleskönner“, Abdrücke auf saugenden Oberflächen können mit dieser neuen Technologie momentan noch nicht sichtbar gemacht werden.

Abschließend lässt sich sagen, dass es sich bei dem in der Einleitung erwähnten schwarzen Pulver also keines Wegs um „Zauberei“ handelt, sondern lediglich um ein Adhäsionsmittel, das den latenten Fingerabdruck einfärbt. Meiner Meinung nach klingt das zwar weniger „cool“, der Effekt dahinter ist jedoch um so spannender!

---

<sup>52</sup> Vgl.: Eberl, Heinrich/ Marx, Jürgen/ Steil, Sebastian: Infrarot-Laserscanner zur Substanzerkennung auf Oberflächen. Photonik\_Scanovis.pdf 2018

## 6. Literaturverzeichnis

Ahlheim, Karl-Heinz: Schülerduden Die Physik. Ein Sachlexikon für die Schule. Mannheim, Wien, Zürich 2.Auflage 1989

Amerkamp: Udo Spezielle Spurensicherungsmethoden. Verfahren zur Sichtbarmachung von daktyloskopischen Spuren. Frankfurt 2. Auflage 2002

Bader, Hans Joachim/ Martin Rothweil: Forensische Chemie. Mit Chemie auf Verbrecherjagd. 068\_DE\_Forensik\_Theo\_0.0.pdf 2009

Eberl, Heinrich/ Marx, Jürgen/ Steil, Sebastian: Infrarot-Laserscanner zur Substanzerkennung auf Oberflächen. Photonik\_Scanovis.pdf 2018

Geide, Bernd: Aktuelle Methoden der Kriminaltechnik und Kriminalistik. Cyanacrylat-Bedampfung. Wiesbaden 1995

Kirsch, Wolfgang/ Mangold, Marietta/ Schlachter, Brigitte: fit fürs abi. Oberstufenwissen Chemie. Braunschweig 2018

Liesemer, Dirk/ Weiß Bertram: Auf der Spur der klebenden Moleküle. In: Geo kompakt Chemie 2012 Nr.31

Pohl, Klaus Dieter: Handbuch der Naturwissenschaftlichen Kriminalistik. Unter besonderer Berücksichtigung der forensischen Chemie. Heidelberg 1981

Scheu, Stefanie: Molekularbiologische Grundlagen der Biometrie. Biometrische Merkmale als physikalische Parameter. In: Hartmann, Bernd J. / Schönigh, Ferdinand / Siemens, Daniel/Vosgerau, Gottfried: Biometrie. Sicherheit für den gläsernen Menschen. 2012 Paderborn

Svensson, Arne/ Wendel, Otto: Techniques of crime scene investigation. New York 1965

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Pohl, Klaus Dieter: Handbuch der Naturwissenschaftlichen Kriminalistik. Unter besonderer Berücksichtigung der forensischen Chemie. Heidelberg 1981, S.283

Abbildung 2: Pohl, Klaus Dieter: Handbuch der Naturwissenschaftlichen Kriminalistik. Unter besonderer Berücksichtigung der forensischen Chemie. Heidelberg 1981, S.284

Abbildung 3: Bader, Hans Joachim/ Martin Rothweil: Forensische Chemie. Mit Chemie auf Verbrecherjagd. 068\_DE\_Forensik\_Theo\_0.0.pdf 2009, S.9

Abbildung 4: eigene Aufnahme

Abbildung 5: Bader, Hans Joachim/ Martin Rothweil: Forensische Chemie. Mit Chemie auf Verbrecherjagd. 068\_DE\_Forensik\_Theo\_0.0.pdf 2009, S.12

Abbildung 6: Bader, Hans Joachim/ Martin Rothweil: Forensische Chemie. Mit Chemie auf Verbrecherjagd. 068\_DE\_Forensik\_Theo\_0.0.pdf 2009, S.13

Abbildung 7: [https://media.zwp-online.info/images/1360142620\\_abb1methylenblau-embed\\_image.jpg](https://media.zwp-online.info/images/1360142620_abb1methylenblau-embed_image.jpg)

Abbildung 8: eigene Aufnahme

Abbildung 9: Bader, Hans Joachim/ Martin Rothweil: Forensische Chemie. Mit Chemie auf Verbrecherjagd. 068\_DE\_Forensik\_Theo\_0.0.pdf 2009, S.11

## 7. Anhang

### 7.1 Versuch 1- Adhäsionsmittel

Materialien und Chemikalien: Pinsel, Glas, Graphit (Bleistift), Handcreme

Durchführung: Zuerst wird ein Fingerabdruck auf dem Glas hinterlassen. Dann wird etwas Graphit vom Bleistift „abgehobelt“. Mit Hilfe eines Pinsels dieses Graphit dann auf den Abdruck aufgetragen. Anschließend wird der Versuch erneut durchgeführt. Die Finger werden jedoch vorher mit Handcreme eingecremt.

Beobachtung: Die Fingerspur wird bei Auftragen des Graphits sichtbar. Der mit Handcreme durchgeführte Versuch führt zu einem deutlicheren Ergebnis.

Auswertung: Durch die Adhäsionskräfte bleibt das Graphit am Fingerabdruck haften. Die Kräfte sind zwischen Hydrolipidfilm und Graphit stärker, als zwischen dem Glas und dem Graphit. Das führt dazu, dass das Graphit eher an dem Abdruck haftet. Somit wird dieser sichtbar. Ein Bestandteil des Hydrolipidfilms ist Fett. Bei dem Versuch mit Handcreme sind die Finger fettiger und das Graphit bleibt dadurch noch besser haften. Die Fingerspur wird folglich noch deutlicher erkennbar.



## 7.2 Versuch 2- Adhäsionsmittelsuspension

Materialien und Chemikalien: 3gr. Adhäsionsmittel (hier: Mangandioxid) 15ml Spülmittel (Pril sensitiv), 35ml destilliertes Wasser, Pinsel, Schale, Spatel, Schale mit Wasser, Klebeband

Durchführung: Das Adhäsionsmittel wird mit dem Spülmittel vermischt und anschließend mit dem destillierten Wasser aufgefüllt. Auf dem Klebeband wird ein Fingerabdruck hinterlassen, auf den dann die Suspension aufgespritzt wird. Anschließend wird das Klebeband in der Schale mit Wasser abgespült.

Beobachtung: Erst erscheint das ganze eingespitzte Stück schwarz. Beim Abwaschen löst sich jedoch die ganze Suspension vom Klebeband.

Auswertung: Das Adhäsionsmittel hätte besser am Fingerabdruck als am Klebeband haften müssen, es hat jedoch gar nicht gehalten. Das Scheitern des Versuchs könnte damit erklärt werden, dass vielleicht zu wenig des Hydrolipidfilms übertragen wurde. Vielleicht hätte auch ein anderes Klebeband oder Adhäsionsmittel gewählt werden müssen.

### 7.3 Versuch 3- Gentian Violett/ Methylenblau

Materialien und Chemikalien: Klebeband, Pipette, Methylenblau- Lösung

Durchführung: Auf dem Klebeband wird ein Fingerabdruck hinterlassen. Das Methylenblau wird mit Hilfe der Pipette aufgetragen und anschließend unter fließendem Wasser abgespült.

Beobachtung: Bei Abspülen der überschüssigen Lösung wird der Fingerabdruck in blau sichtbar.

Auswertung: Das Methylenblau lagert sich wie das Gentian Violett am Fett an. Es bleibt also an dem klebrigen Fett haften. Daher funktioniert auch dieser Versuch mit vorher eingecremten Händen besser.



## 7.4 Versuch 4- Silbernitrat

Materialien und Chemikalien: Silbernitrat-Lösung, UV-Lampe, Papier, Watte

Durchführung: Auf dem Papier wird ein Fingerabdruck hinterlassen. Anschließend wird mit Watte Silbernitrat aufgetupft. Ist die Probe getrocknet, wird der Abdruck unter eine UV-Lampe gehalten.

Beobachtung: Der Abdruck wird unter der UV-Lampe nicht sichtbar.

Auswertung: Es hätte eine Reaktion zwischen Silbernitrat und Natriumchlorid stattfinden sollen. Jedoch war die verwendete Silbernitrat-Konzentration sehr gering. Auch war vermutlich wenig Schweiß im Fingerabdruck enthalten, sodass die Reaktion nur wenig bis gar nicht stattgefunden hat.

## 8. Selbstständigkeitserklärung

Ich erkläre, dass ich die Facharbeit ohne fremde Hilfe angefertigt und nur die im Literatur- und Quellenverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift