
Bachelorarbeit

Frau
Lisa Mäder

**Prototyp eines
standardisierten
Fingerabdrucks zur
Validierung von Such- und
Sicherungsverfahren**

Mittweida, 2022

Bachelorarbeit

Prototyp eines standardisierten Fingerabdrucks zur Validierung von Such- und Sicherungsverfahren

Autor:
Frau

Lisa Mäder

Studiengang:
Allgemeine und Digitale Forensik

Seminargruppe:
FO19w-5B

Erstprüfer:
Prof. Dr. rer. nat. Dirk Labudde

Zweitprüfer:
M. Sc. Michele-Nadine Wagner

Einreichung:
Mittweida, 24.08.2022

Verteidigung/Bewertung:
Mittweida, 2022

BACHELORTHESIS

Prototype of a standardized fingerprint for validation of search and backup procedures

author:

Ms. Lisa Mäder

course of studies:

Allgemeine und Digitale Forensik

seminar group:

FO19w5-B

first examiner:

Prof. Dr. rer. nat. Dirk Labudde

second examiner:

M. Sc. Michele-Nadine Wagner

submission:

Mittweida, 24.08.2022

defence/ evaluation:

Mittweida, 2022

Bibliografische Beschreibung:

Mäder, Lisa:

Prototyp eines standardisierten Fingerabdrucks zur Validierung von Such- und Sicherungsverfahren. - 2022. - 17, 70, 27 S.

Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften, Bachelorarbeit, 2022

Referat:

Die vorliegende Bachelorarbeit beschäftigt sich mit der theoretischen Modellierung eines Prototyps von einem Fingerabdruckstempel. Dabei behandelt sie die chemischen, physischen sowie technischen Merkmale und deren Funktionsweise innerhalb des Stempels. Dieser soll im Hinblick auf die Tatortarbeit dazu dienen, künstliche Fingerabdrücke zu schaffen, um an ihnen die verschiedenen Spurensicherungsverfahren zu testen. Im Zuge dessen geht die Arbeit näher auf das chemische Spurensicherungsverfahren der Kaltbedampfung in einer Vakuumkammer ein. Die Grundlage für dieses Verfahren bildet flüssiges Cyanacrylat, mit dem versucht wird, latente Fingerabdrücke auf einem Objektträger unter verschiedenen Bedingungen sichtbar zu machen. Dabei wird analysiert, welche Voraussetzungen gegeben sein müssen, damit sich der Fingerabdruck in der Vakuumkammer optimal entwickelt.

Inhalt

Inhalt	I
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	I
1. Motivation und Zielstellung	1
2. Theoretische Grundlagen	4
<i>2.1 Daktyloskopie</i>	<i>4</i>
2.1.1 Eigenschaften eines Fingerabdrucks.....	4
2.1.2 Klassifizierungsmerkmale eines Fingerabdrucks.....	5
2.1.3 stoffliche Zusammensetzung	7
2.1.4 Übertragung des Fingerabdrucks	8
<i>2.2 Aufbau und Funktionsweise der Kaltbedampfung</i>	<i>8</i>
<i>2.3 Cyanacrylat</i>	<i>10</i>
3. Material und Methoden	12
<i>3.1 Geräte und Chemikalien</i>	<i>12</i>
<i>3.2 Versuchsaufbau Kaltbedampfung</i>	<i>13</i>
3.2.1 Die Vakuumkammer.....	14
3.2.2 Das Vakuummessgerät.....	14
3.2.3 Der Vakuumkompressor	15
3.2.4 Das Hydrauliköl.....	15
<i>3.3 Bedampfung von daktyloskopischen Spuren</i>	<i>16</i>
3.3.1 Vorüberlegungen	16
3.3.2 Vorbereitung	17
3.3.3 Bedampfung der Spurenträger	17
3.3.4 Vergleich der Vorgehensweise mit wissenschaftlicher Arbeit	18

3.4 Spurenauswertung	18
3.4.1 fotografische Dokumentation und Asservierung	18
3.4.2 Vergleich der fotografischen Dokumentation mit wissenschaftlicher Arbeit	20
3.4.3 Spurenbewertung	20
4. Ergebnisse und Diskussion	23
4.1 Ergebnisse der daktyloskopischen Spuren mit der Kaltbedampfung	23
4.1.1 Veränderungen des Verfahrens gegenüber im Praktikum	23
4.1.2 Ergebnisse der daktyloskopischen Spuren am Deckel	24
4.1.3 Ergebnisse der daktyloskopischen Spuren an Befestigungsklammer	27
4.1.4 Fazit	29
4.2 Diskussion	31
5. Zusammenfassung und Ausblick	35
5.1 Zusammenfassung	35
5.2 Ausblick	36
6. Grundidee des validierten Fingerabdruckstempels	38
6.1 Einsatzbereiche künstlicher Fingerabdrücke	38
6.2 Veranschaulichung der Grundüberlegungen	40
7. Aufbau des Stempels	42
7.1 grundlegender Aufbau und Funktionsweise eines Automatikstempels	42
7.2 technische Voraussetzungen	44
7.3 materieller Aufbau des Stempels	45
7.3.1 Materialien des Stempelgehäuses	45
7.3.2 Materialien des Stempelkissens	49
7.3.3 Materialien der Stempelplatte	50
7.4 Realisierung eines konstanten Stempelergebnisses	53
7.4.1 Einfluss auf das Stempelergebnis	53

7.4.2 Versuchsreihe	54
7.4.3 Lösungsansatz für die entstandene Problematik.....	55
8. Zusammensetzung der Stempelflüssigkeit	57
8.1 chemische Bestandteile.....	57
8.2 Lagerung der Stempelflüssigkeit	60
9. Prototyp eines validierten Fingerabdrucks	63
9.1 bildliche Veranschaulichung	63
9.2 Qualitätsmerkmale des Prototypen	64
10. Zusammenfassung und Ausblick	67
10.1 Zusammenfassung	67
10.2 Ausblick	68
11. Fazit	70
Literaturverzeichnis	72
Anlagen	A
Selbstständigkeitserklärung.....	FF

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: die drei Grundmuster einer Fingerbeere	5
Abbildung 2: anatomische Merkmale eines Papillarleistenmusters	5
Abbildung 3: daktyloskopisch relevante Erscheinungsformen	6
Abbildung 4: Struktur eines 2-Cyanoacrylsäureestern-Polymer	10
Abbildung 9: Bedampfungsgerät mit den benötigten Materialien.....	13
Abbildung 10: Vakuumkammer (r.) und Vakuumpumpe (l.).....	14
Abbildung 11: Vakuummessgerät.....	15
Abbildung 11: Vakuummessgerät.....	15
Abbildung 12: befestigte Spurenräger an der Innenseite des Deckels (l.) und an Befestigungsklammern (r.)	17
Abbildung 13: Kontrast zwischen heller Spur und dunklem Hintergrund	19
Abbildung 14: gut (l.), mittelmäßig (m.) und schlecht (r.) klassifizierter Fingerabdruck.....	21
Abbildung 15: grafische Darstellung der Ergebnisse	29
Abbildung 16: linker Daumen (l.), linker Zeigefinger (m.) und rechter Zeigefinger (r.)	30
Abbildung 17: linker Daumen, gut (l.), linker Zeigefinger, gut (m.) und rechter Zeigefinger, mittelmäßig (r.)	31
Abbildung 18: Grundidee des Fingerabdruckstempels	40
Abbildung 19: Aufbau eines Stempels	42
Abbildung 20: eingebauter Druckplattenträger sowie Wendemechanismus.....	43
Abbildung 21: gitterartige Struktur eines Metallatoms.....	46
Abbildung 22: Aussehen eines Solikissens.....	49
Abbildung 23: Aussehen eines fingerprint ink pads	49
Abbildung 24: leicht vernetzte Molekülstruktur der Elastomere	51
Abbildung 25: künstlich hergestellter Fingerabdruck aus Silikon	52
Abbildung 26: Qualitätsmerkmale des standardisierten Fingerabdrucks	63

Abbildung 27: bedampfender Objektträger mit linkem Daumen bei einer Bedampfungszeit von 20 Minuten sowie -0,4 bar	C
Abbildung 28: bedampfender Objektträger mit linkem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 20 Minuten sowie -0,4 bar	C
Abbildung 29: bedampfender Objektträger mit rechtem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 20 Minuten sowie -0,4 bar	D
Abbildung 30: bedampfender Objektträger mit linkem Daumen bei einer Bedampfungszeit von 20 Minuten sowie -0,8 bar	D
Abbildung 31: bedampfender Objektträger mit linkem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 20 Minuten sowie -0,8 bar	E
Abbildung 32: bedampfender Objektträger mit rechtem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 20 Minuten sowie -0,8 bar	E
Abbildung 33: bedampfender Objektträger mit linkem Daumen bei einer Bedampfungszeit von 40 Minuten sowie -0,4 bar	F
Abbildung 34: bedampfender Objektträger mit linkem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 40 Minuten sowie -0,4 bar	F
Abbildung 35: bedampfender Objektträger mit rechtem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 40 Minuten sowie -0,4 bar	G
Abbildung 36: bedampfender Objektträger mit linkem Daumen bei einer Bedampfungszeit von 60 Minuten sowie -0,4 bar	G
Abbildung 37: bedampfender Objektträger mit linkem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 60 Minuten sowie -0,4 bar	H
Abbildung 38: bedampfender Objektträger mit rechtem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 60 Minuten sowie -0,4 bar	H
Abbildung 39: bedampfender Objektträger mit linkem Daumen bei einer Bedampfungszeit von 60 Minuten sowie -0,8 bar	I
Abbildung 40: bedampfender Objektträger mit linkem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 60 Minuten sowie -0,8 bar	I
Abbildung 41: bedampfender Objektträger mit rechtem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 60 Minuten sowie -0,8 bar	J
Abbildung 42: bedampfender Objektträger mit linkem Daumen bei einer Bedampfungszeit von 80 Minuten sowie -0,4 bar	J

Abbildung 43: bedampfender Objektträger mit linkem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 80 Minuten sowie -0,4 bar	K
Abbildung 44: bedampfender Objektträger mit rechtem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 80 Minuten sowie -0,4 bar	K
Abbildung 45: bedampfender Objektträger mit linkem Daumen bei einer Bedampfungszeit von 80 Minuten sowie -0,8 bar	L
Abbildung 46: bedampfender Objektträger mit linkem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 80 Minuten sowie -0,8 bar	L
Abbildung 47: bedampfender Objektträger mit rechtem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 80 Minuten sowie -0,8 bar	M
Abbildung 48: bedampfender Objektträger mit linkem Daumen bei einer Bedampfungszeit von 20 Minuten sowie -0,4 bar	O
Abbildung 49: bedampfender Objektträger mit linkem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 20 Minuten sowie -0,4 bar	O
Abbildung 50: bedampfender Objektträger mit rechtem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 20 Minuten sowie -0,4 bar	P
Abbildung 51: bedampfender Objektträger mit linkem Daumen bei einer Bedampfungszeit von 20 Minuten sowie -0,8 bar	P
Abbildung 52: bedampfender Objektträger mit linkem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 20 Minuten sowie -0,8 bar	Q
Abbildung 53: bedampfender Objektträger mit rechtem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 20 Minuten sowie -0,8 bar	Q
Abbildung 54: bedampfender Objektträger mit linkem Daumen bei einer Bedampfungszeit von 40 Minuten sowie -0,4 bar	R
Abbildung 55: bedampfender Objektträger mit linkem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 40 Minuten sowie -0,4 bar	R
Abbildung 56: bedampfender Objektträger mit rechtem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 40 Minuten sowie -0,4 bar	S
Abbildung 57: bedampfender Objektträger mit linkem Daumen bei einer Bedampfungszeit von 40 Minuten sowie -0,8 bar	S
Abbildung 58: bedampfender Objektträger mit linkem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 40 Minuten sowie -0,8 bar	T

Abbildung 59: bedampfender Objektträger mit rechtem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 40 Minuten sowie -0,8 bar	T
Abbildung 60: bedampfender Objektträger mit linkem Daumen bei einer Bedampfungszeit von 60 Minuten sowie -0,4 bar	U
Abbildung 61: bedampfender Objektträger mit linkem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 60 Minuten sowie -0,4 bar	U
Abbildung 62: bedampfender Objektträger mit rechtem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 60 Minuten sowie -0,4 bar	V
Abbildung 63: bedampfender Objektträger mit linkem Daumen bei einer Bedampfungszeit von 60 Minuten sowie -0,8 bar	V
Abbildung 64: bedampfender Objektträger mit linkem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 60 Minuten sowie -0,8 bar	W
Abbildung 65: bedampfender Objektträger mit rechtem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 60 Minuten sowie -0,8 bar	W
Abbildung 66: bedampfender Objektträger mit linkem Daumen bei einer Bedampfungszeit von 80 Minuten sowie -0,4 bar	X
Abbildung 67: bedampfender Objektträger mit linkem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 80 Minuten sowie -0,4 bar	X
Abbildung 68: bedampfender Objektträger mit rechtem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 80 Minuten sowie -0,4 bar	Y
Abbildung 69: bedampfender Objektträger mit linkem Daumen bei einer Bedampfungszeit von 80 Minuten sowie -0,8 bar	Y
Abbildung 70: bedampfender Objektträger mit linkem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 80 Minuten sowie -0,8 bar	Z
Abbildung 71: bedampfender Objektträger mit rechtem Zeigefinger bei einer Bedampfungszeit von 80 Minuten sowie -0,8 bar	Z

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Materialien	12
Tabelle 2: Chemikalien	12
Tabelle 3: technische Geräte.....	12
Tabelle 4: Klassifizierungsmerkmale	21
Tabelle 5: Ergebnisse der Spurenräger am Deckel.....	25
Tabelle 6: Ergebnisse der Spurenräger an den Befestigungsklammern	27
Tabelle 7: Vergleich der drei Ergebnisse mit einer Bedampfungszeit von 80 Minuten sowie einem Druck von -0,4 bar.....	30
Tabelle 8: Vergleich der drei Ergebnisse mit einer Bedampfungszeit von 40 Minuten sowie einem Druck von -0,4 bar.....	31
Tabelle 9: Gegenüberstellung der einzelnen Materialien	48
Tabelle 10: chemische Materialien des Schweißes.....	58
[Sisco, E.].....	58
Tabelle 11: chemische Materialien des Talgs	59
[82]	59
Tabelle 12: Lagerungsbedingungen der einzelnen chemischen Bestandteile.....	BB

1. Motivation und Zielstellung

„Der Fingerabdruck stellt die berühmteste aller Spuren in der Forensik dar“ [59, S. 147]. Bei der Polizeiarbeit sowie vor Gericht gilt die Fingerspur als ein wichtiges Beweismittel zur Personenidentifizierung. Die Analyse eines klassischen Fingerabdrucks bildet trotz verschiedener moderner Techniken die Grundlage die Spurensicherung am Tatort und besitzt einen hohen Beweiswert [60, S. 40]. Er ist einzigartig geprägt durch den individuellen Papillarlinienverlauf der daktyloskopischen Spur, sodass dieser selbst bei eineiigen Zwillingen verschieden ist [59, S. 143]. Seit 1952 ist der Fingerabdruck ein im Strafverfahren anerkanntes Beweismittel [60, S. 40] und ist bis heute „die einzige Spur, die eine eindeutige Identifizierung des Spurenverursachers ermöglicht“ [2 S.1].

Das von Edmond Locard entwickelte Austauschprinzip besagt, dass jeder Kontakt zwischen zwei Objekten wechselseitige Spuren am Tatort hinterlässt [59, S. 2]. Dabei sind die hinterlassenen Fingerabdruckspuren häufig mit bloßem Auge nicht erkennbar. Daher ist es von großer Bedeutung, latent vorhandene Fingerabdrücke möglichst schonend und umfassend zu sichern. Um dies zu gewährleisten, kommen in der Praxis verschiedene Spurensicherungsmethoden zum Einsatz. Das bekannteste Verfahren ist das Adhäsionsverfahren, bei welchem mit verschiedenen Einstaubpulvern gearbeitet wird. Allerdings führt dieses nicht immer zu optimalen Ergebnissen. Entscheidende Einflussfaktoren sind dabei die Oberfläche, die Qualität sowie das Alter der Spuren [2, S. 43]. In dem Fall, dass physikalische Methoden für eine Spurensicherung ungeeignet werden, kommen chemische Methoden zum Einsatz [35, S. 27].

Weiterhin beschränkt sich die Sicherung der aufgefundenen Spuren am Tatort auf einen Versuch, sodass es unmöglich ist, jedes Verfahren zu überprüfen. Daher ist es in manchen Situationen schwierig, richtig zu entscheiden, welche Spurensicherungsmethode zum besten Ergebnis führt, da aufgrund der falschen Auswahl das Spurenmaterial mit hoher Wahrscheinlichkeit zerstört werden kann [2 S. 2].

Ein weitere Herausforderung stellt die Verminderung der Menge abgesonderter Spurengrundsubstanz dar, weshalb die Aussagekraft der Spuren sinkt [2, S. 43].

Um diese Probleme zu umgehen, könnte zur Spurensicherung am Tatort ein Fingerabdruck nach validiertem Standard in Betracht gezogen werden. Dabei handelt es sich um einen kontinuierlichen Fingerabdruck, welcher bestimmte Qualitätsmerkmale erfüllt und immer dieselbe Menge an Spurengrundsubstanz absondert. Weiterhin sollte dieser gewährleisten, dass je nach Spurensituation die bestmögliche Methode für die Spurensicherung gewählt wird, da durch den validierten Fingerabdruck die Sicherung vorher schon getestet werden könnte. Das Risiko der falschen Wahl der Sicherungsmethode könnte so verringert und die Spurenqualität erhöht werden.

Die Grundlage zur Umsetzung eines solchen standardisierten Fingerabdrucks bildet die Daktyloskopie. Die vorliegende Bachelorarbeit umfasst dabei zwei grundlegende Themen. Einerseits wird das im Praktikum durchgeführte chemische Spurensicherungsverfahren der Kaltbedampfung in einer Vakuumkammer nochmals etabliert. Hierbei werden einige aufgetretene

Fehler aus letzteren Versuchen korrigiert. Weiterhin ist das dabei entstandene Ergebnis noch einmal auf Redundanz zu prüfen, um festzustellen, ob die damals vorliegenden Bedingungen für die Sichtbarmachung latenter Fingerabdrücke das bestmögliche Resultat erzielen. Die Basis für das grundlegende Verfahren bildet eine vorhergehende Bachelorarbeit von Alessa Jordan über die „Kaltbedampfung von Fingerabdruckspuren mit fluoreszierendem Cyanacrylat im Vakuum sowie mit einem mobilen Bedampfungsgerät“ . Bezugnehmend auf ihre Bachelorarbeit werden dabei die Vorgehensweise und Fehler aufgegriffen und analysiert.

Andererseits wird sich mit der Modellierung eines standardisierten Fingerabdrucks beschäftigt, welcher als theoretische Grundlage für einen Prototypen des Stempels dienen soll. Dabei wird sich mit dem Aufbau des Stempels, dessen technische Voraussetzungen sowie die Flüssigkeit für den Stempel, in Form einer künstlich hergestellten Fingerabdrucksubstanz, befasst. Beachtung finden dabei auch Qualitätsmerkmale, welche für den zu erstellenden Fingerabdruck festgelegt werden.

Der Stempel, für welchen diese Arbeit eine theoretische Grundlage dienen soll, könnte eine Bereicherung für die forensische Spurensicherung darstellen, indem verschiedene Spurensicherungsverfahren zur Sichtbarmachung der latenten Fingerabdrücke, wie zum Beispiel die Kaltbedampfung in einer Vakuumkammer, zuerst an künstlich geschaffenen Spuren des Stempels getestet und ausgewählt werden können.

2. Theoretische Grundlagen

Im folgenden Kapitel werden die Grundlagen der Daktyloskopie sowie wichtige Informationen zur Erstellung des Prototypen in Form eines Fingerabdruckstempels für ein besseres Verständnis dargelegt.

2.1 Daktyloskopie

Das Wort Daktyloskopie leitet sich aus den beiden griechischen Wörtern „daktylos“ („daktylos“ = Finger) und „skopein“ („skopein“ = schauen) ab und wird im Deutschen auch als Fingerschau bezeichnet [108, S. 72]. Sie „beschäftigt sich mit den Papillarleisten in den Handinnen- sowie Fußunterseiten“ [59, S. 138] und basiert auf dem biometrischen Verfahren des sogenannten Fingerabdruckverfahrens [59, S. 140].

Die Aufgabe der Daktyloskopie ist es, die Papillarleisten auf der menschlichen Haut näher zu untersuchen und auszuwerten [108, S. 72]. Ebenfalls spielt sie bei der Personen- und Leichenidentifizierung sowie bei der Überführung von Straftätern eine essentielle Rolle [8, S. 7].

2.1.1 Eigenschaften eines Fingerabdrucks

Die Daktyloskopie besitzt aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften einen hohen Stellenwert in der Forensik. Einerseits sind Fingerabdrücke einmalig, weshalb es keine absolute Übereinstimmung der Papillarlinien bei zwei Menschen gibt [2, S. 9] und „sich in der Natur keine individuelle Erscheinungsform wiederholt“ [59, S. 142]. Ebenso bei eineiigen Zwillingen kann eine Übereinstimmung der Papillarlinienverläufe nicht festgestellt werden [59, S.143].

Eine weitere Eigenschaft bezeichnet die natürliche Unveränderlichkeit der Rillenmuster [2, S. 9], dessen Beweis der deutsche Anthropologe Hermann Welker lieferte [60, S. 27]. Die Papillarleisten entwickeln sich im Laufe des vierten Embryonalmonats und bleiben bis zum Tod bestehen [8, S. 5]. Es ließ sich beweisen, dass es nicht möglich ist, dass Papillarleisten verschwinden bzw. hinzukommen können. Zudem wurde festgestellt, dass diese auch in ihrer Länge sowie Form und Lage unveränderlich sind [59, S. 142].

Weiterhin tragen Fingerabdrücke in der Praxis einen großen Nutzen, denn „daktyloskopische Spuren lassen sich gut klassifizieren, weshalb sie sich zum systematischen Erfassen und Registrieren eignen“ [2, S. 9]. So lässt sich der Fingerabdruck als ein individuelles

Papillarleistenmuster bezeichnen, welches bis heute noch eines der sichersten und häufigsten Beweismittel darstellt [48, S. 101].

2.1.2 Klassifizierungsmerkmale eines Fingerabdrucks

Das Henry-Klassifizierungssystem ist eine bis heutige angewandte Methode, mit der Fingerabdrücke nach bestimmten Merkmalen klassifiziert werden [59, S. 141].

Für den daktyloskopischen Identitätsnachweis eines Menschen werden verschiedene Informationsebenen genutzt. Die erste Ebene beschreibt die Anordnung der Papillarlinien, welche das Grundmuster bilden. Dessen Merkmale dienen als Orientierung sowie der groben Einteilung der Fingerbeere [85]. Grundsätzlich wird zwischen Schleife, Bogen und Wirbel unterschieden (Abbildung 1). Dabei bildet die Schleife mit 60% bis 65% das häufigste aller Grundmuster, gefolgt von dem Wirbel mit 30 bis 35%. Bögen sind nur mit etwa 5% vorhanden [59, S. 144]. Zusammen bilden alle drei Grundmuster bis heute noch die Grundlage zur Fingerabdruckidentifizierung [59, S. 144].

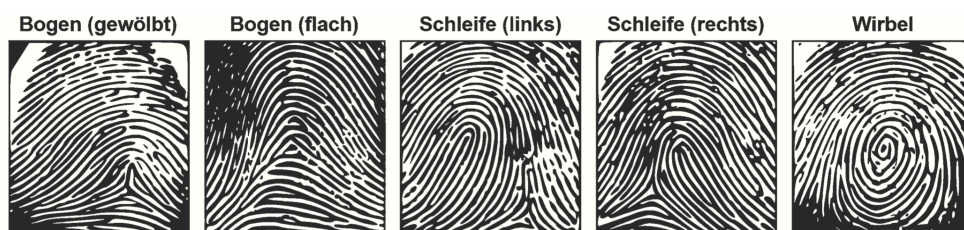


Abbildung 1: die drei Grundmuster einer Fingerbeere
[59, S. 144]

Die zweite Ebene bezieht sich auf die anatomischen Merkmale des Papillarenverlaufs, welche auch als Minuzien bezeichnet werden [59, S. 144]. Dabei sind Form und Lage der Papillarlinien bei der Analyse sehr entscheidend. Zudem bilden sie die Grundlage für den Gebrauch des daktyloskopischen Identitätsnachweises [85]. „Da die Papillarlinien eine Vielzahl von Formen bilden können, gibt es auch entsprechend viele anatomische Merkmale, welche jedoch mit bloßem Auge nicht mehr erkennbar sind (Abbildung 2)“ [85].

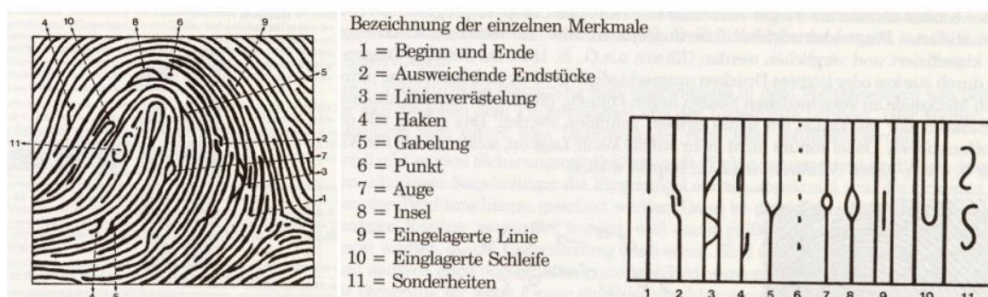


Abbildung 2: anatomische Merkmale eines Papillarleistenmusters
[110]

Aufgrund des hohen Informationsgehaltes [59, S. 144], wodurch die Minuzien charakterisiert sind, spielen sie ebenfalls bei der Identifizierung des Fingerabdrucks eine entscheidend Rolle. Der Identitätsnachweis gilt als erfolgreich, sobald das Grundmuster sowie acht Minuzien miteinander übereinstimmen. Sobald das Grundmuster nicht erkennbar ist, sind zwölf übereinstimmende Minuzien erforderlich [85]. Selbst bei bestimmten negativen Einflussfaktoren, z.B. Verletzungen oder Erkrankungen behalten sie ihren Informationsgehalt [59, S. 144].

Die dritte Ebene bezeichnet zusätzlich daktyloskopisch relevante Erscheinungsformen [59, S. 144], welche erst mit Hilfe eines Mikroskops zu erkennen sind [85]. Man unterscheidet zwischen Poren, Kantenverläufen, Zwischenleisten sowie Feinstrukturen von Falten, Furchen und Narben (Abbildung 3) [85]. „Merkmale der Ebene drei werden ebenfalls als eindeutig und unveränderlich beschrieben und können daher im Identifizierungsprozess verwendet werden“ [103, S. 10, übersetzt durch Autorin].

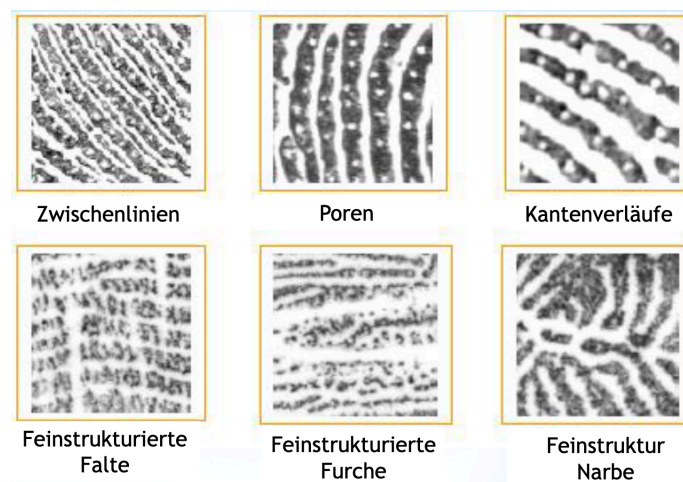


Abbildung 3: daktyloskopisch relevante Erscheinungsformen
[85 , S. 35]

Weitere Klassifizierungsmerkmale als Teil des Fingerabdrucks bestimmen das Delta und der Kern. Das Delta befindet sich am äußeren Rand des Fingerabdrucks und bekam aufgrund der Ähnlichkeit zum griechischen Buchstaben Delta seinen Namen [35, S. 3]. Es bezeichnet den Papillarlinienverlauf, bestehend aus „zwei auseinanderlaufenden oder einer sich gabelnden Papillarlinie sowie aus einer dritten vorbeiführenden Papillarlinie“ [85]. Abhängig vom Grundmuster ist die Anzahl an vorkommenden Deltas verschieden. Das Bogenmuster enthält kein Delta, während das Schleifenmuster ein Delta und das Wirbelmuster zwei Deltas besitzt [85].

Als Kern wird der spezifische Punkt beschrieben, "an dem sich das Zentrum des Grundmusters befindet" [85]. Er ist „aufgrund großer Variationen in der Krümmung innerer Linien schwer“ erkennbar [85].

2.1.3 stoffliche Zusammensetzung

Der Fingerabdruck findet einen großen Verwendungszweck im Rahmen polizeilicher Ermittlungen, dennoch enthält er vielmehr Informationen, als nur das Rillenmuster. Chemisches Wissen über die Zusammensetzung könnte zur Erhöhung des Beweiswertes sehr nützlich sein [104, S. 2]. Zudem verrät die Fingerspur neben der Identität einer bestimmten Person genauere Informationen zu zuletzt berührten Gegenständen und Substanzen. Durch spezielle Analyseverfahren können selbst kleinste exogene Bestandteile, demnach keine körpereigenen Substanzen, von Drogen, Sprengstoff oder Stoffwechselprodukten [59, S. 145] sowie Kosmetik, Zigaretten, Schussrückständen und Blut nachgewiesen werden [35, S. 6].

Grundsätzlich besteht der größte Teil des Fingerabdrucks aus körpereigenen Substanzen, welche den endogenen Teil darstellen. Darunter versteht man Schweiß und Talg [59, S. 146]. „Ungefähr 80% der Papillarleistenabdrücke werden durch Schweiß bzw. dessen Inhaltsstoffe übertragen“ [59, S. 146]. Dieser ist am ganzen Körper vorhanden, am häufigsten jedoch an den Handflächen und Fußsohlen zu finden [103, S. 12]. In erster Linie besteht Schweiß zu 97-99,5% aus Wasser, welche den größten Anteil ausmachen [2, S. 10].

Weiterhin sind organische und anorganische Komponenten im Schweiß enthalten, unter anderem Ammoniak, Kochsalz (0,22%), Harnsäure, Milchsäure und Aminosäuren (0,0017%) [2, S. 10]. Zudem kann die Zusammensetzung des Schweißes durch verschiedene Faktoren beeinflusst werden. Hierbei seien Alter, Geschlecht, Nahrung, momentaner Stoffwechsel sowie physische Belastung wichtige Einflussfaktoren [59, S. 146]. Den geringeren Anteil der Zusammensetzung macht der Talg aus. „Talgdrüsen befinden sich in Bereichen des Körpers, die Haarfollikel enthalten und sind am häufigsten im Gesichtsbereich und nicht an den Handflächen, Fingerspitzen und Fußsohlen vorhanden“ [104, S. 2]. Obwohl sich an den Fingerspitzen keine Talgdrüsen befinden, sorgt das menschliche Verhalten dafür, die Stirn sowie den Gesichtsbereich zu berühren. Das führt dazu, dass talgartiges Material in den Fingerabdruckrückständen feststellbar ist. Im Wesentlichen besteht Talg aus Triglyceriden (43%), freie Fettsäuren (15%), Wachse (23%), Squalen (15%) sowie Cholesterin (4%) [78]. Allerdings ist auch die Zusammensetzung des Talgs durch verschiedene Faktoren beeinflussbar, bedingt durch Ernährung, Alter und Geschlecht [103, S. 12].

Schweiß und Talg als Bestandteile des Fingerabdrucks sind farblos und müssen daher mit Hilfe von Spurensicherungsverfahren sichtbar gemacht werden. Man bezeichnet diese auch häufig als latente Spuren [2, S. 10]. Damit werden Spuren bezeichnet, welche mit bloßem Auge nicht erkennbar sind [35, S. 25]. Zusammen bilden Schweiß und Talg eine Emulsion, welche auch als Hydrolipidfilm bezeichnet wird [2, S. 11].

2.1.4 Übertragung des Fingerabdrucks

Häufig ist es so, dass am Tatort daktyloskopische Spuren, meist in Form latenter Fingerabdrücke, hinterlassen werden. Diese entstehen „im Regelfall durch Übertragung von Substanzen der unbekleideten Leistenhaut oder durch reliefartige Verformung des Spurenträgers entsprechend dem Papillarleistenverlauf“ [2, S. 10]. Bei der Übertragung eines Fingerabdrucks kann man entweder einen Abdruck oder Eindruck vorfinden. Ein Abdruck entsteht durch die körpereigenen Substanzen, welche sich an der Leistenhaut der Fingerspitzen befinden. Beispielhaft dafür sind Hautausscheidungssubstanzen, welche sich auf eine Oberfläche übertragen. Es besteht auch die Möglichkeit, dass Abdruckspuren durch körperfremde Substanzen übertragen werden [35, S. 24]. Die Stoffe werden mit den Fingerspitzen aufgenommen und durch Berührung von Gegenständen wieder abgegeben. Dabei handelt es sich beispielsweise um Schmutz, Fett, Öl, Farben oder Blut. Daktyloskopische Eindruckspuren nehmen den geringsten Anteil am Spurenaufkommen ein [2, S. 10]. „Diese entstehen durch eine Veränderung des weicheren Spurenträgers, [...] [2, S. 10]“. Der Eindruck in Wachs, frische Farbe sowie Silikon oder Teer sind wichtig vorkommende Beispiele [2, S. 10].

Durch die übertragende Substanz auf einen bestimmten Spurenträger entsteht ein dreidimensionaler Hydrolipidfilm [2, S. 11]. Eine durchschnittliche durch den Fingerabdruck abgegebene Mengensubstanz ist nicht eindeutig bekannt. Dennoch wurde anhand von verschiedenen Studien über Fingerabdrücke ein grobes Volumen von 5µg bis 10µg angegeben, was durch die Papillarlinien im Durchschnitt abgesondert wird [42, S. 3] [113, S. 9]. Allerdings ist die Entstehung dieser Spuren von verschiedenen Faktoren abhängig. Eine große Rolle spielen dabei die Höhe des ausgeübten Drucks, der Zustand der Papillarleisten, die Oberflächenbeschaffenheit des Gegenstandes sowie die Berührungsdauer. Ebenfalls ist das Vorhandensein der Spurengrundsubstanz sowie der Umweltbedingungen ein essentieller Einflussfaktor [48, S. 108]. Allerdings ist es dem Spurensicherer nicht möglich, Einfluss auf die Entstehungsbedingungen zu nehmen [2, S. 12].

2.2 Aufbau und Funktionsweise der Kaltbedampfung

Latente Fingerabdrücke können mittels verschiedener Spurensicherungsmethoden sichtbar gemacht werden. Grundsätzlich wird zwischen optischen, physikalischen und chemischen Methoden unterschieden [35, S. 26, 27]. Abhängig von der Oberflächenstruktur sowie der Qualität des Fingerabdrucks wird das passende Verfahren zur Sichtbarmachung gewählt [35, S. 25]. „Die Sichtbarmachung von daktyloskopischen Spuren auf glatten Oberflächen wurde und wird auch heute noch mit Hilfe von Einstaubmitteln durchgeführt“, welches in die physikalischen Methoden eingeordnet wird. Allerdings führt dieses Verfahren nicht immer zu optimalen Ergebnissen. Dabei spielt die Oberfläche, die Qualität sowie das Alter der Spur eine entscheidende Rolle [2, S. 43].

Mit optischen Methoden wird versucht, die Spur unter speziellen Lichtquellen sichtbar zu machen. Man unterscheidet dabei zwischen Durchlicht, Schräglicht, Auflicht oder Gegenlicht. Insbesondere bei glänzenden Oberflächen, z.B. Glas oder poliertem Metall können dabei latente Abdrücke sichtbar gemacht werden [35, S. 26].

Ist ein physikalisches Verfahren für eine Spurensicherung ungeeignet, kommen chemische Methoden zum Einsatz. Dafür können verschiedene Spurensicherungsmethoden verwendet werden. „Zur Sichtbarmachung daktyloskopischer Spuren auf nicht saugenden Oberflächen werden die Spurenträger mit Cyanacrylat bedampft“ [35, S. 27]. Dabei kann zwischen der Heißbedampfung und Kaltbedampfung unterschieden werden [2, S. 49, 55]. Während die Spuren bei der Heißbedampfung erhitzt werden, unterliegt das daktyloskopische Material bei der Kaltbedampfung nicht der Hitze, sondern einem Vakuum [72]. Als Vakuum bezeichnet man einen Raum mit einem Luftdruck unterhalb der Atmosphäre von 1013,25 mbar [40]. Während der Bedampfung wird der Druck reduziert, sodass ein bestimmtes Grobvakuum erreicht wird. Das Grobvakuum bezeichnet den Druckbereich zwischen dem Umgebungsdruck und 1mbar [40, S. 7]. Für die Sichtbarmachung der Spuren wird nicht wie üblicherweise ein Vakuum-Cyanacrylat-Bedampfungsgerät genutzt, sondern eine kostengünstigere Variante in Form einer zwei Gallone großen Vakuumkammer mit Vakuumpumpe. Dafür werden alle zu untersuchenden Asservate gemeinsam mit dem Cyanacrylat in die Vakuumkammer gegeben. Anschließend kommt der Kompressor zum Einsatz [72]. Dieser sorgt für das Absaugen der Luft in der Vakuumkammer, wodurch das Cyanacrylat beginnt zu verdampfen [2, S. 55] und ein Unterdruck entsteht. [72]. „Die daktyloskopischen Spuren entwickeln sich innerhalb von 60 Minuten“ [2, S. 55]. Allerdings kann die benötigte Bedampfungszeit je nach Alter der Spur, ihren Entstehungsbedingungen sowie der Oberfläche des Spurenträgers variieren. Bei dieser Spurensicherungsmethode zeigt sich ein weißer Niederschlag, wodurch die latente Spur sichtbar wird. Ausgelöst wird der Vorgang durch die Polymerisation, welche durch das verdampfende Cyanacrylat entsteht [72]. „Der Begriff Polymerisation bezeichnet die Reaktion ungesättigter Monomere unter Aufspaltung der Doppelbindung zu Polymeren“[55]. Die daktyloskopischen Spuren erzielen sowohl bei der Cyanacrylat-Bedampfung im Vakuum als auch bei der Heißbedampfung gute Resultate [2, S. 55]. Weiterhin haben längere Bedampfungszeiten keinen Einfluss auf das Endergebnis, da die Gefahr einer Überentwicklung ausgeschlossen ist [72].

Im Anschluss an die Bedampfung von daktyloskopischen Spurenträgern besteht die Möglichkeit, die Spuren mit fluoreszierenden Farbstoffen einzufärben [2, S. 56], um einen besseren Kontrast zwischen der Spur und dem Hintergrund zu erzielen. Dieser bleibt dunkel, während sich die Spur weiß abbildet [2, S. 59].

2.3 Cyanacrylat

Mithilfe des Cyanacrylats ist es nun möglich, die hinterlassenen Fingerabdrücke auf dem zu untersuchenden Spurenmaterial sichtbar zu machen. Das Cyanacrylat ist auch als Sekundenkleber bekannt [47]. Es handelt sich um einen Einkomponentenklebstoff. Chemisch gesehen besteht der Klebstoff aus monomeren 2-Cyanoacrylsäureestern (Abbildung 4). Zur Bedampfung eignet sich z.B. das Produkt SICOMET. Im Rahmen der Arbeit handelte es sich um das Cyanacrylat des Produkts „SICOMET 40“. Der Kleber weist eine hohe Stabilisation auf, wodurch bestimmte enthaltene Stoffe für eine zeitlich verzögerte Polymerisation sorgen [8, S. 12]. Davon spricht man, sobald sich der Klebstoff an der Restfeuchtigkeit der Fingerspur, den Schweißrückständen, ablegt [2, S. 43].

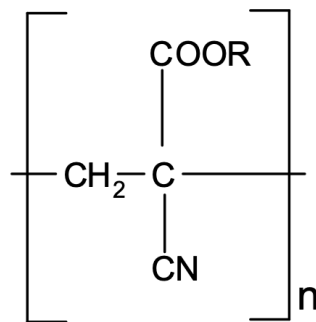


Abbildung 4: Struktur eines 2-Cyanoacrylsäureestern-Polymer
[8, S.12]

Nach der Behandlung mit Cyanacrylat sind die daktyloskopischen Spuren "chemisch fixiert als grauweißes Muster sichtbar und weitestgehend vor Zerstörung geschützt" [8, S. 12].

Die um 1978 entdeckte Bedampfung mit Cyanacrylat ist ein bis heute essentieller Fortschritt für die Sicherung latenter Fingerabdrücke.

3. Material und Methoden

Dieses Kapitel umfasst den Versuch der Cyanacrylat-Kaltbedampfung in einer Vakuumkammer. Dafür werden Einblicke rund um den Versuchsaufbau, die Bedampfung der daktyloskopischen Spuren sowie deren fotografische Dokumentation beleuchtet.

3.1 Geräte und Chemikalien

Für den folgenden Versuch wurden verschiedene Materialien (Tabelle 1), Chemikalien (Tabelle 2) sowie technische Geräte (Tabelle 3) für die Kaltbedampfung in einer Vakuumkammer verwendet.

Tabelle 1: Materialien

Materialien	Hersteller	Artikelnummer
Hydrauliköl HLP 32	Knaus Schmierstoffe	Referenz: 687

Tabelle 2: Chemikalien

Chemikalien	Hersteller	Artikelnummer
Cyanacrylat SICO MET 40	Henkel Corp.	12099459

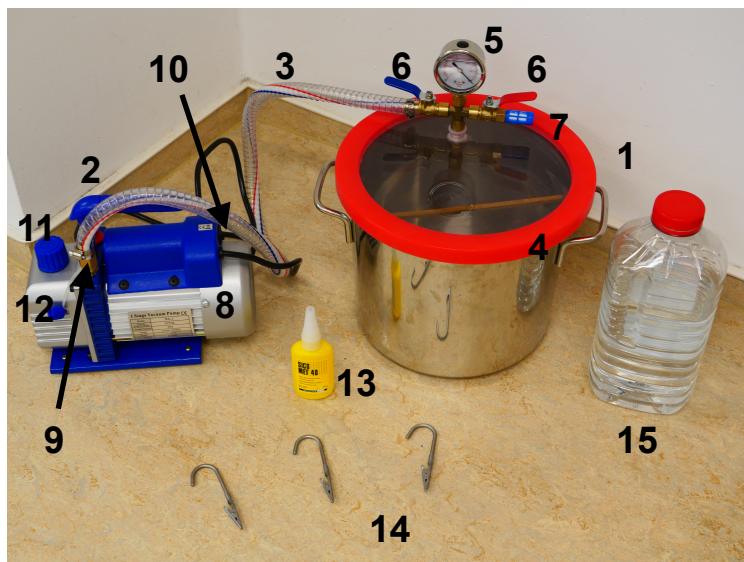
Tabelle 3: technische Geräte

technische Geräte	Hersteller	Artikelnummer
Spiegelreflexkamera	Panasonic Lumix DC-G91M	WE9EA003566EAN
2 Gallone Vakuumkammer mit 3cfm Vakuumpumpe	Vevor Corporation GmbH	-

Der Versuch umfasst verschiedene Komponenten zur Durchführung des Verfahrens (Abbildung 9). Grundsätzlich wird das Bedampfungsgerät in Form einer Vakuumkammer mit Vakuumpumpe, destilliertes Wasser sowie das Cyanacrylat zur Bedampfung der Spurenräger benötigt. Die Edelstahlklammern werden zur Befestigung der Spurenräger verwendet. Für die visuelle Auswertung der Spuren wird eine Spiegelreflexkamera herangezogen. Diese ist essentiell, um das daktyloskopische Material fotografisch festzuhalten.

3.2 Versuchsaufbau Kaltbedampfung

Die Vakuumkammer wurde zusammen mit der Pumpe zur Durchführung der Kaltbedampfung herangezogen, um die Annahme zu prüfen, dass die Sichtbarmachung latenter Fingerabdrücke mit Cyanacrylat mit einem solchen Gerät möglich ist.



Legende

- 1: Vakuumkammer
- 2: Vakuumpumpe
- 3: Schlauch aus Stahldraht
- 4: Deckel aus Acryl
- 5: Vakuummessgerät
- 6: Einlass- und Auslassventil
- 7: Schalldämpfer
- 8: Gehäuse aus Aluminium
- 9: Einlassöffnung
- 10: Stromschalter
- 11: Öleinfüllhahn
- 12: Schauglas
- 13: Cyanacrylat „SICOMET 40“
- 14: Edelstahlklammern
- 15: destilliertes Wasser

Abbildung 9: Bedampfungsgerät mit den benötigten Materialien

Der Aufbau des Bedampfungsgerätes beinhaltet verschiedene Bestandteile (Abbildung 9). Es besteht aus einer Vakuumkammer und einer Vakuumpumpe. Beide sind über einen Schlauch miteinander verbunden. Dabei umfasst die Vakuumkammer eine Edelstahlkammer, einen Deckel aus Acryl, sowie das Vakuummessgerät. Dieses setzt sich aus dem Einlass- und dem Auslassventil sowie dem Schalldämpfer zusammen. Die Vakuumpumpe besteht aus einem Gehäuse aus Aluminium. An diesem befindet sich die Einlassöffnung, der Stromschalter, der Öleinfüllhahn und ein Schauglas.

3.2.1 Die Vakuumkammer

Die Abbildung 10 visualisiert den grundsätzlichen Aufbau des Bedampfungsgerätes. Dieser lässt sich aus einer Vakuumkammer und einem Kompressor, welche beide über einen Schlauch miteinander verbunden sind, beschreiben (s. Kapitel Material und Methoden Abschnitt Versuchsaufbau Kaltbedampfung). Der Schlauch besteht aus Stahldraht, um Stärke sowie Haltbarkeit des Gerätes zu gewährleisten [105]. Darüber hinaus wurde zusätzlich ein Konstrukt aus Holz in die Kammer eingebaut, damit es ebenso möglich ist, die Materialien durch Befestigungsklammern anzubringen.



Abbildung 10: Vakuumkammer (r.) und Vakuumpumpe (l.)

3.2.2 Das Vakuummessgerät

Das Vakuummessgerät ist direkt am Deckel befestigt. Es wird verwendet, um eine genaue Bestimmung der Höhe des Drucks zu erfassen. Der Druck wird mit dem vorliegenden Messgerät in Bar erfasst. An diesem Messinstrument befindet sich das Einlassventil und Auslassventil. Das Einlassventil kommt zum Einsatz, sobald ein Vakuum erzeugt wird. Dabei beginnt der Druck zu steigen und sobald der gewünschte Druck erreicht ist, wird das Ventil geschlossen. Das Auslassventil bleibt während des gesamten Vorgangs geschlossen und wird nach Beendigung des Bedampfungsverfahrens geöffnet, um den Druck zu senken. Darüberhinaus befindet sich seitlich des Messgerätes der Schalldämpfer. Dieser besitzt die Funktion, den ausbreitenden Luftschall zu verhindern. Aufgrund des Schalldämpfers ist eine Verringerung des Drucks möglich. Sollten Gase in die Umgebung austreten, würde es ohne die Reduzierung des Drucks zur Entstehung eines lauten Knalls kommen [44].



Abbildung 11: Vakuummessgerät

3.2.3 Der Vakuumpressor

Zur Erzeugung eines Vakuums wird ein Vakuumpressor (Abbildung 10) benötigt. Er besitzt die Funktion, die in der Edelstahlkammer befindliche Luft über den verbundenen Schlauch abzupumpen, sodass in der Kammer ein Vakuumzustand vorliegt. Weiterhin ist die Pumpe mit einem Ölglas zur Überprüfung des Ölstandes ausgestattet [105].

3.2.4 Das Hydrauliköl

Für die Bedampfung in der Vakuumkammer wird spezielles Hydrauliköl verwendet. Es gehört zu den Druckflüssigkeiten, deren Basis das Mineralöl ist. Grundsätzlich gibt es verschiedene Arten von Hydraulikölen. Mithilfe des Öls kann der entstehende Druck übertragen werden [41]. Im durchführenden Versuch handelt es sich um das Hydrauliköl HLP 32 (s. Kapitel Material und Methoden Abschnitt Geräte und Chemikalien).

3.3 Bedampfung von daktyloskopischen Spuren

Der folgende Versuch stellt die Präparation daktyloskopischer Spuren auf einen Spurenräger dar. Die Untersuchung umfasst dabei die Vorbereitung des Spurenrägers, dessen Bedampfung und im Anschluss die fotografische Dokumentation des Spurenmateriäls.

3.3.1 Vorüberlegungen

Grundsätzlich stellt der Versuch verschiedene Testläufe mit unterschiedlichen Zeiten sowie Druckeinstellungen dar, um später feststellen zu können, welche Standards das bestmögliche Ergebnis erzielen. Insgesamt wurden sechs Versuche mit je vier unterschiedlichen Bedampfungszeiten sowie zwei verschiedenen Druckeinstellungen auf einen Spurenräger durchgeführt. Dabei wurden jeweils drei Objektträger an die Innenseite des Deckels geklebt und drei Objektträger hingen durch Befestigungsclammern in der Vakuumkammer. Die Ausführungen sind der Tabelle 5 und 6 zu entnehmen.

Die Präparation der Fingerabdrücke erfolgte hierbei ausschließlich auf einem Objektträger, weil eine Oberfläche aus Glas für die Sichtbarkeit sowie Erkennbarkeit der Fingerabdrücke optimal ist. Standardmäßig wird der Versuch je Bedampfungszeit sowie Druckeinstellung dreimal durchgeführt, um das dabei entstandene Ergebnis mit Sicherheit nachweisen zu können und es zu keinen Abweichungen oder Veränderungen kam. Um Zeit einzusparen, wurden jeweils immer drei Objektträger zeitgleich in der Vakuumkammer bedampft.

Die Spuren entwickeln sich innerhalb von 60 Minuten (s. Kapitel Aufbau und Funktionsweise der Kaltbedampfung). Um diese Aussage zu bestätigen, werden die Spurenräger für jeweils 20, 40, 60 sowie 80 Minuten bedampft. Damit wird getestet, innerhalb welchen Zeitraumes sich die Spurenräger am besten entwickeln und ob eine Überentwicklung der Spuren ausgeschlossen ist.

Weiterhin findet die Bedampfung der Objektträger mit je zwei unterschiedlichen Druckeinstellungen statt. Um ein besseres Druckverhältnis abschätzen zu können, sollte ein geringer sowie hoher Druckwert festgelegt werden. Diese betragen -0,4 bar oder -0,8 bar. Dabei soll geprüft werden, ob ein geringer oder hoher Druck ein besseres Ergebnis erzielt.

Schlussendlich sind ebenfalls Überlegungen zu der Menge an Cyanacrylat notwendig, ob diese einen Einfluss auf die Sichtbarkeit der Fingerabdrücke hat. Im Praktikum wurde die für die Vakuumkammer optimale Menge mit acht Tropfen Cyanacrylat bestimmt, weshalb diese für die weiteren Versuche verwendet wird.

3.3.2 Vorbereitung

Die Vorbereitung der Versuchsreihe belief sich auf die Präparation der Fingerabdrücke auf alle Objektträger. Hierbei galt es zu beachten, dass alle Objektträger makellos vorliegen müssen sowie von Schmutz befreit sind. Dies führe andernfalls zu ungenauen Endergebnissen. Die Präparation unterschiedlicher Fingerbeeren eines Spurenverursachers lief einheitlich ab. Dabei wurden der linke Daumen, der linke und der rechte Zeigefinger in Betracht gezogen.

3.3.3 Bedampfung der Spurenräger

Im Anschluss an die Vorbereitung und die Präparation der Spurenräger erfolgte deren Bedampfung. Dafür wurden immer jeweils drei Objektträger in die Vakuumkammer eingebracht und entweder an die Innenseite des Deckels geklebt (Abbildung 12 l.) oder an Befestigungsklammern gehängt (Abbildung 12 r.), sodass sich immer drei Spurenräger in der Vakuumkammer befanden.



Abbildung 12: befestigte Spurenräger an der Innenseite des Deckels (l.) und an Befestigungsklammern (r.)

Anschließend wurde die Menge von 8 Tropfen Cyanacrylat und 5g destilliertes Wasser mittels der Analysewaage abgewogen und danach in die Vakuumkammer gegeben. Nachdem die Spurenräger sowie Chemikalien in die Kammer hineingelegt wurden, begann der Vorgang. Mit dem Deckel wurde die Edelstahlkammer geschlossen. Das Einlassventil wurde geöffnet, während das Auslassventil geschlossen blieb. Sobald der entsprechende Druck von -0,4 bar oder -0,8 bar erreicht wurde, konnte das Einlassventil ebenfalls geschlossen werden. Die dabei befindliche Luft wurde durch den Vakuumkompressor über den verbundenen Schlauch abgepumpt, sodass in der Kammer nun ein Vakuum vorlag. Die Spuren verblieben je nach Bedampfungszeit für 20, 40, 60

oder 80 Minuten in der Vakuumkammer. Nach Ablauf der Zeit wurde das Auslassventil geöffnet, wodurch sich der Druck verringerte. Anschließend fand die Entnahme der Spurenräger statt.

3.3.4 Vergleich der Vorgehensweise mit wissenschaftlicher Arbeit

Bezugnehmend auf die vorgehende Bachelorarbeit von Alessa Jordan über die „Kaltbedampfung von Fingerabdruckspuren mit fluoreszierendem Cyanacrylat im Vakuum sowie mit einem mobilen Bedampfungsgerät“ beschäftigte sie sich ebenfalls mit diesem chemischen Spurensicherungsverfahren [54]. Mithilfe ihrer Arbeit konnte das grundlegende Wissen über die Kaltbedampfung erworben werden. Allerdings bestanden zwischen beiden Arbeiten Unterschiede. Während sie für ihre Versuche ein übliches Vakuum-Cyanacrylat-Bedampfungsgerät nutzte [54], wurden hierbei für die mittels Cyanacrylat bedampften Spuren eine Vakuumkammer mit Vakuumpumpe herangezogen, weshalb die dafür gegebenen Bedingungen in ihrer Arbeit zur Sichtbarmachung latenter Fingerabdrücke in einem Vakuum nicht übertragen werden konnten, weil es sich um komplett unterschiedliche Geräte handelte. Weiterhin nutzte sie zur Bedampfung mehrere Spurenräger, bestehend aus verschiedenen Materialien [54], wobei sich im Rahmen dieser Arbeit die Versuche nur auf einen Spurenräger aus Glas begrenzten. Allerdings wird das dargelegte Wissen über die Kaltbedampfung in einem Vakuum-Cyanacrylat-Bedampfungsgerät teilweise unstrukturiert vermittelt, weshalb bestimmte Zusammenhänge, insbesondere die idealen Druckbedingungen in einem Vakuum [54], unklar sind. Weiterhin werden Druckwerte aufgeführt, welche es dem Leser erschweren, den richtigen Zusammenhang zu verstehen, weshalb der Versuchsablauf ebenfalls teilweise schwer verständlich ist. Dennoch war es trotz der unterschiedlichen Vorgehensweise möglich, bestimmtes Grundlagenwissen für das Verfahren der Kaltbedampfung für die vorliegende Bachelorarbeit zu nutzen.

3.4 Spurenauswertung

Nach der Versuchsdurchführung wurden die mit Cyanacrylat bedampften Spuren fotografisch dokumentiert und anschließend erfolgte deren Spurenbewertung, indem jede Fingerspur einem bestimmten Erkennungsmerkmal zugeordnet worden ist.

3.4.1 fotografische Dokumentation und Asservierung

Nach allen Cyanacrylat-Bedampfungen fand die fotografische Dokumentation aller Spurenräger statt. Dabei war die Spiegelreflexkamera mithilfe eines Stativs senkrecht zum Objekträger ausgerichtet. Weiterhin wurde ein Makroobjektiv verwendet, welches für nahe und detailreiche Aufnahmen genutzt wird [102]. Als Messinstrument wurde ein Maßstab hinzugezogen und an den Spurenräger gelegt, ohne ihn dabei abzudecken. Die Ablage des Maßstabs sowie der

Objektträger erfolgte auf schwarzem Untergrund zur besseren Erkennung der daktyloskopischen Spuren (Abbildung 13). Ziel war es damit einen besseren Kontrast zwischen der Spur und dem Untergrund zu erzielen.

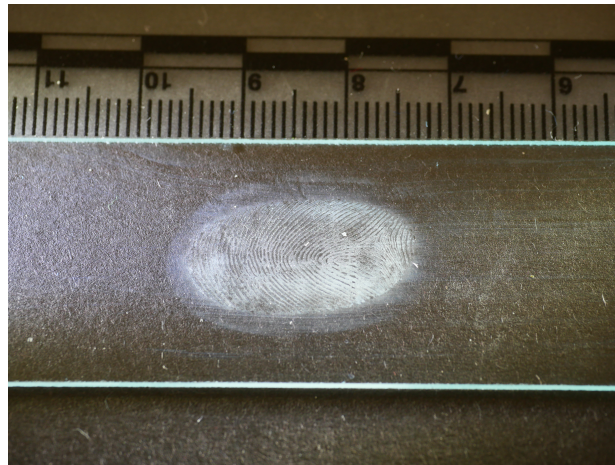


Abbildung 13: Kontrast zwischen heller Spur und dunklem Hintergrund

Während der gesamten Dokumentation blieben die Kameraeinstellungen der Spiegelreflexkamera unverändert. Somit ist es möglich, einen besseren Vergleich zwischen den Spurentägern zu erzielen. Dafür wurde der AE-Modus mit Blendenpriorität genutzt. Dabei wird je nach Einstellung der Blende die optimale Verschlusszeit für die Helligkeit des Motivs eingestellt. Für die fotografische Dokumentation lag die Blende bei 5,6. Die Verschlusszeit passte sich der eingestellten Blende an und betrug 1/40. Der ISO-Wert blieb mit einem Wert von 250 ebenfalls unverändert. Alle drei Kameraparameter haben einen Einfluss auf das entstehende Bild. Zur Belichtung der Spurentäger wurde das Deckenlicht des Raumes und zwei flexible LED-Beleuchtungen zur besseren Beleuchtung verwendet. Zu jedem Spurentäger wurden jeweils drei Bilder fotografisch dokumentiert und insgesamt 144 Bilder angefertigt.

Nach der fotografischen Dokumentation erfolgte dessen Verpackung in eine Asservatentüte. Jeder Objektträger wurde dabei luftdicht verpackt. Weiterhin war es wichtig, jede Asservatentüte mit der Bedampfungszeit, der Druckeinstellung sowie dem entsprechenden Finger zu beschriften. Eine zusätzliche Notiz mit der Position am Deckel auf der zutreffenden Asservatentüte ist ebenfalls von Bedeutung. Alle Spurentäger wurden bei Raumtemperatur trocken gelagert.

3.4.2 Vergleich der fotografischen Dokumentation mit wissenschaftlicher Arbeit

Bezugnehmend auf die vorgehende Bachelorarbeit von Alessa Jordan nahm sie ebenfalls eine fotografische Dokumentation für die bedampften Spureenträger nach der Kaltbedampfung in einem Vakuum-Cyanacrylat-Bedampfungsgerät vor [54]. Die in ihrer Arbeit vermittelten Kenntnisse zur Spurenfotografie fanden im vorliegenden Fall zum besseren Verständnis ebenfalls Anwendung. Allerdings nutzte sie aufgrund der mit fluoreszierendem Lumicyano bedampften Spuren eine spezielle Form der Fotografie, bei der die Spuren unter UV-Licht fotografisch festgehalten wurden [54]. Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Fingerspuren mit einem nicht fluoreszierenden Cyanacrylat bedampft, weshalb hierbei ein UV-Licht nicht von Nöten war. Des Weiteren bestanden weiterhin Unterschiede, denn in der vorliegenden Bachelorarbeit blieben die festgelegten Kameraeinstellungen während der gesamten fotografischen Dokumentation unverändert, wodurch ein besserer Vergleich zwischen den Spuren erzielt werden konnte. Allerdings passte Frau Jordan die Kameraparameter je nach Spurensituation erneut an [54]. Aufgrund der unterschiedlichen Kameraeinstellungen bei der fotografischen Dokumentation ihrer Spurenräger sind diese untereinander nicht vergleichbar und somit eine eindeutige Auswertung unterschiedlicher fotografischer Ergebnisse nicht gewährleistet.

3.4.3 Spurenbewertung

Für eine ordnungsgemäße und korrekte Spurenanalyse ist es unerlässlich, im Voraus Klassifizierungsmerkmale für deren Auswertung festzulegen. Dies ist hilfreich, um die Spuren einem bestimmten Merkmal zuzuordnen und anschließend miteinander vergleichen zu können. Somit ist es möglich, die Zuverlässigkeit und Gültigkeit des Ergebnisses zu erhöhen.

Nach der Kaltbedampfung wurde jeder Objektträger einzeln betrachtet und visuell sowie mikroskopisch ausgewertet. Dabei lag der Fokus allerdings auf der mikroskopischen Analyse. Ebenso wurde jede einzelne Spur noch einmal fotografisch erfasst (s. Kapitel Spurenauswertung Abschnitt fotografische Dokumentation und Asservierung). Die entstandenen Fingerspuren wurden einem von drei festgelegten Klassifizierungsmerkmalen zugeordnet. Dabei wurde zwischen den Kategorien „gut“, „mittelmäßig“ oder „schlecht“ erkennbar unterschieden (Abbildung 14). Bei der Untersuchung des Spurenmaterials unter dem Mikroskop wurden die Minuzien mit hinzugezogen. Dabei basiert das Ergebnis der jeweiligen Fingerspuren auf der Erkennbarkeit des Grundmusters sowie Anzahl der Minuzien (Tabelle 4).

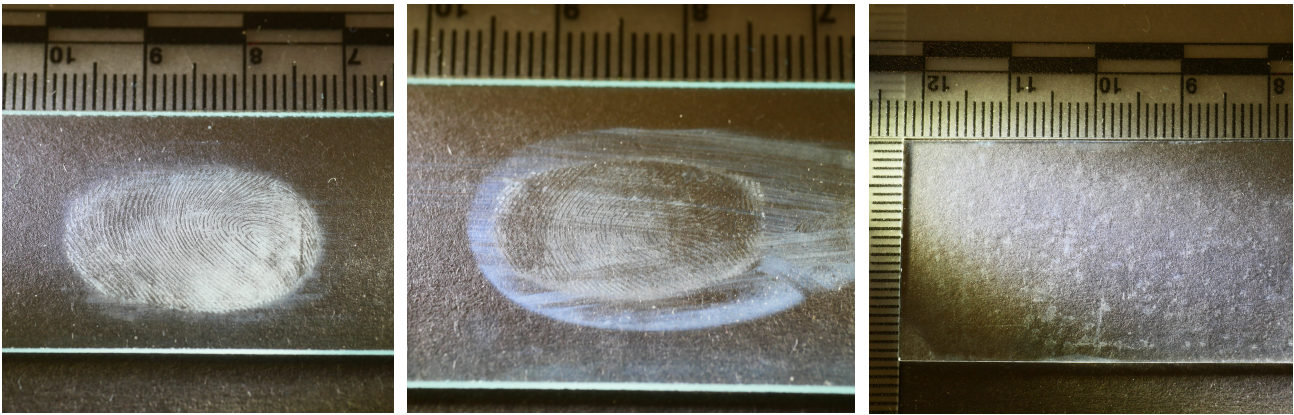


Abbildung 14: gut (l.), mittelmäßig (m.) und schlecht (r.) klassifizierter Fingerabdruck

Tabelle 4: Klassifizierungsmerkmale

Erkennungsmerkmal	Beschreibung
„gut“ (Abbildung 14 l.)	<ul style="list-style-type: none"> - Grundmuster und 8 Minuzien erkennbar - kein Grundmuster, aber 12 Minuzien vorhanden
„mittelmäßig“ (Abbildung 14 m.)	<ul style="list-style-type: none"> - Grundmuster vorhanden, aber weniger als 8 Minuzien erkennbar
„schlecht“ (Abbildung 14 r.)	<ul style="list-style-type: none"> - kein Grundmuster sowie keine Minuzien erkennbar

Diese Klassifizierungsmerkmale stellen die Grundlage für die weitere Analyse und Auswertung der daktyloskopischen Spuren dar.

4. Ergebnisse und Diskussion

Das folgende Kapitel spiegelt die Endergebnisse der mit Cyanacrylat bedampften Spuren sowie mögliche Ursachen für deren unterschiedliche Entwicklungen wider.

4.1 Ergebnisse der daktyloskopischen Spuren mit der Kaltbedampfung

Dieses Kapitel beschreibt die Veränderungen des Verfahrens gegenüber im Praktikum sowie alle Ergebnisse der Objektträger mittels Kaltbedampfung in einer Vakuumkammer.

4.1.1 Veränderungen des Verfahrens gegenüber im Praktikum

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Ergebnisse aus dem Praktikum noch einmal auf Redundanz überprüft. Dennoch ist es kritisch, einen Vergleich beider Resultate untereinander abzuleiten. Die im Praktikum bedampften Spureenträger wurden während des Versuchs immer an unterschiedliche Positionen in der Vakuumkammer eingebracht. Dabei wurde in jedem Versuch ein Objektträger an der Innenseite des Deckels sowie zwei Spureenträger an Edelstahlklammern befestigt, wodurch ein Vergleich aufgrund der nicht einheitlichen Position unmöglich ist. Diese Vorgehensweise wurde bei der erneuten Durchführung dieser Versuche berichtigt, indem die Spureenträger während der Bedampfung immer an einer Position angebracht wurden, ob an der Innenseite des Deckels oder an Befestigungsklammern (s. Kapitel Bedampfen von daktyloskopischen Spuren Abschnitt Bedampfung der Spureenträger). Weiterhin ist eine Gegenüberstellung beider Ergebnisse aufgrund der zugeordneten Klassifizierungsmerkmale ausgeschlossen, da diese in beiden Versuchen auf einer anderen Grundlage basieren. Die im Praktikum erzielten Ergebnisse wurden anhand der Erkennbarkeit des Grundmusters den Merkmalen „gut“, „mittelmäßig“ oder „schlecht“ gruppiert. Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Klassifikation der Spuren nochmals konkretisiert, indem die Kriterien sowohl auf der Erkennbarkeit des Grundmusters als auch auf der Anzahl an Minuzien beruhen (s. Kapitel Spurenauswertung Abschnitt Spurenbewertung). Um einen Vergleich ziehen zu können, wäre es notwendig, eine neue Zuordnung mit den nun festgelegten Klassifizierungsmerkmalen für die daktyloskopischen Spuren des Praktikums vorzunehmen.

4.1.2 Ergebnisse der daktyloskopischen Spuren am Deckel

Die Analyse der Ergebnisse bezieht sich auf die fotografische Dokumentation aller Spurenträger nach Ablauf der Kaltbedampfung in der Vakuumkammer. Dabei galt es festzustellen, welche Standards zur Sichtbarmachung latenter Fingerabdrücke zum bestmöglichen Ergebnis führten.

Alle Ausführungen der nun auf Redundanz überprüften daktyloskopischen Spuren wurden tabellarisch (Tabelle 5 und 6) dokumentiert. Dabei sind alle drei Versuche mit der durchgeführten Zeit sowie der beiden Druckeinstellungen aufgeführt. Des Weiteren wurde zu jedem Fingerabdruck dokumentiert, ob dieser „gut“ , „mittelmäßig“ oder „schlecht“ (s. Kapitel Spurenauswertung Abschnitt Spurenbewertung) erkennbar ist.

Grundsätzlich werden alle durchgeführten Versuche mit einer Zeit von jeweils 20, 40, 60 und 80 Minuten sowie einer der beiden Druckeinstellungen von -0,4 bar oder -0,8 bar beschrieben. Dabei wurden die drei Spurenträger am Deckel (Tabelle 5) sowie drei Objektträger an den Befestigungsklammern (Tabelle 6) in der Vakuumkammer angebracht und getrennt voneinander bedampft. In beiden Fällen ist feststellbar, dass für jeden Versuch eine andere Fingerbeere zur Präparation genutzt wurde. Für die erste Durchführung wurde ausschließlich der linke Daumen verwendet. Der zweite Versuch wurde nur mit dem linken Zeigefinger getestet, während sich die letzte Untersuchung auf den rechten Zeigefinger bezog. Insgesamt wurden 48 Objektträger bedampft, wobei an jeder Fingerbeere acht verschiedene Testläufe durchgeführt wurden.

Für jede der zwei Versuchsaufbauten wurden insgesamt acht Versuche durchgeführt, wobei sich die Spurenträger am Deckel sowie an Befestigungsklammern befanden.

Die Ergebnisse der Spurenträger am Deckel (Tabelle 5) bezogen sich auf drei Objektträger, wobei jeder Objektträger einer der präparierten Fingerbeeren entspricht. Dabei wurden an jedem Spurenträger acht Versuche durchgeführt.

Die durchgeführten Versuche mit dem präparierten linken Daumen erbrachten drei gute, drei mittelmäßige und zwei schlechte Ergebnisse. Dabei ist zu erkennen, dass die besten Resultate bei einem geringen Druck und einer Bedampfungszeit im Zeitintervall von 40 bis 80 Minuten erzielt wurden. Betrachtet man die Ergebnisse mit einem Druck von -0,8 bar, stellt man nur minimale Verschlechterungen der Resultate fest. Weiterhin ist in diesem Fall nicht eindeutig feststellbar, dass sich die Ergebnisse bei erhöhten Bedampfungszeiten verbessern. Vergleicht man beide Druckeinstellungen des ersten Versuches, ist erkennbar, dass sich die Ergebnisse mit steigendem Druck und einer Bedampfungszeit von 40 Minuten sowie 80 Minuten verschlechterten. Dennoch stimmt die Anzahl gleicher Ergebnisse beinahe miteinander überein.

Tabelle 5: Ergebnisse der Spureträger am Deckel

	Zeit in Minuten	-0,4 bar		-0,8 bar	
1. Objektträger		Fingerbeere	Klassifizierungsmerkmal	Fingerbeere	Klassifizierungsmerkmal
	20	Linker Daumen	schlecht	Linker Daumen	schlecht
	40	Linker Daumen	gut	Linker Daumen	mittelmäßig
	60	Linker Daumen	mittelmäßig	Linker Daumen	gut
	80	Linker Daumen	gut	Linker Daumen	mittelmäßig
2. Objektträger					
	20	Linker Zeigefinger	schlecht	Linker Zeigefinger	schlecht
	40	Linker Zeigefinger	gut	Linker Zeigefinger	schlecht
	60	Linker Zeigefinger	gut	Linker Zeigefinger	mittelmäßig
	80	Linker Zeigefinger	gut	Linker Zeigefinger	gut
3. Objektträger					
	20	Rechter Zeigefinger	schlecht	Rechter Zeigefinger	schlecht
	40	Rechter Zeigefinger	mittelmäßig	Rechter Zeigefinger	mittelmäßig
	60	Rechter Zeigefinger	mittelmäßig	Rechter Zeigefinger	mittelmäßig
	80	Rechter Zeigefinger	gut	Rechter Zeigefinger	gut

Die Versuche des präparierten linken Zeigefingers erzielten in der Gesamtzahl im Vergleich zum ersten Versuch bessere Ergebnisse. Dabei handelte es sich um vier gute, ein mittelmäßiges und drei schlechte Resultate. Hierbei ist ebenfalls festzustellen, dass sich die besten Ergebnisse bei einer hohen Bedampfungszeit von 80 Minuten zeigten und dass sich die Resultate der Fingerspuren mit steigender Zeit verbessern. Die gut erkennbaren Fingerabdrücke spiegeln sich insbesondere bei einem Druck von -0,4 bar wider. In diesem Fall ist nicht eindeutig ableitbar, dass im Vergleich zum ersten Versuch bei einem höheren Druck bessere Ergebnisse erzielt wurden. Allerdings wurden, ebenfalls wie im ersten Versuch, schlechte Resultate bei einer geringen Bedampfungszeit von 20 Minuten festgestellt. Vergleicht man die Ergebnisse beider Druckeinstellungen bei gleicher Zeit der zweiten Durchführung mit der Fingerbeere des linken Zeigefingers, ist deutlich erkennbar, dass sich die Fingerspuren mit steigendem Druck und gleichbleibender Zeit schlechter entwickelten. Die Ergebnisse der Spureträger des linken Zeigefingers unterschieden sich im Vergleich zu denen des linken Daumens in vier Testläufen. Die dabei vorliegenden Bedingungen

lagen bei 60 Minuten und -0,4 bar, 40 Minuten und -0,8 bar, 60 Minuten und -0,8 bar sowie 80 Minuten und -0,8 bar.

Die erbrachten Versuche des rechten Zeigefingers zeigten insgesamt zwei gute, vier mittelmäßige sowie zwei schlechte Resultate. Es ist ebenfalls zu erkennen, dass bei einer Bedampfungszeit von 80 Minuten und sowohl bei einem Druck von -0,4 bar als auch bei einem Druck von -0,8 bar gut erkennbare Fingerspuren festgestellt wurden. Es wird weiterhin gezeigt, dass sich ebenso die Erkennbarkeit der Fingerspuren mit steigender Zeit verbessert. Vergleicht man hierbei die Ergebnisse beider Druckeinstellungen bei konstanter Zeit, erkennt man, dass sich diese weder verbessern noch verschlechtern.

Im Vergleich der Versuche des linken Daumens haben sich die Ergebnisse, welche mit dem rechten Zeigefinger präpariert wurden, nur minimal verschlechtert. Dennoch sind gleiche Resultate bei einer Zeit von 20 Minuten und beiden Druckeinstellungen sowie bei 80 Minuten und einem Druck von -0,4 bar erkennbar. Schlussendlich unterscheiden sich die Ergebnisse der Spurenräger des rechten Zeigefingers im Vergleich zu denen des linken Daumens in drei der Testläufe. Die Bedingungen lagen bei 40 Minuten und -0,4 bar, 60 Minuten und -0,8 bar sowie 80 Minuten und -0,8 bar.

Der Vergleich der durchgeführten Versuche des zweiten und dritten präparierten Objektträgers zeigte deutlich, dass sich die Fingerabdrücke mit dem linken Zeigefinger besser entwickelten. So konnten in beiden Fällen mit den Druckeinstellungen -0,4 bar und -0,8 bar, insbesondere bei längeren Bedampfungszeiten, deutlich erkennbare Fingerspuren festgestellt werden. Es wird ebenfalls gezeigt, dass sich in beiden Fällen die Ergebnisse mit steigender Bedampfungszeit sowie konstantem Druck verbessern. Eine schlechtere visuelle Erkennung der Fingerabdrücke durch die Erhöhung des Drucks bei einer konstanten Bedampfungszeit war nur im Falle der präparierten Objektträger des linken Zeigefingers eindeutig ableitbar. Die Ergebnisse der Spurenräger des zweiten Objektträgers waren im Vergleich zu denen des ersten Spurenrägers mit dem präparierten linken Daumen zum Teil unterschiedlich. In vier der Testläufe unter den Bedingungen 40 Minuten und -0,4 bar, 40 Minuten und -0,8 bar, 60 Minuten und -0,4 bar sowie 60 Minuten und -0,8 bar wurden verschiedene Ergebnisse erfasst.

4.1.3 Ergebnisse der daktyloskopischen Spuren an Befestigungsklammer

Die Ergebnisse der Spurenräger, befestigt an Edelstahlklammern (Tabelle 6), wurden ebenfalls in drei Objektträger unterteilt, wobei jeder Objektträger einer der präparierten Fingerbeeren entspricht. Dabei wurden an jedem der präparierten Spurenräger acht unterschiedliche Versuche durchgeführt.

Tabelle 6: Ergebnisse der Spurenräger an den Befestigungsklammern

Objektträger	Zeit in Minuten	-0,4 bar		-0,8 bar	
		Fingerbeere	Klassifizierungsmerkmal	Fingerbeere	Klassifizierungsmerkmal
1. Objektträger	20	Linker Daumen	schlecht	Linker Daumen	mittelmäßig
	40	Linker Daumen	schlecht	Linker Daumen	schlecht
	60	Linker Daumen	mittelmäßig	Linker Daumen	gut
	80	Linker Daumen	mittelmäßig	Linker Daumen	gut
2. Objektträger	20	Linker Zeigefinger	schlecht	Linker Zeigefinger	schlecht
	40	Linker Zeigefinger	schlecht	Linker Zeigefinger	schlecht
	60	Linker Zeigefinger	schlecht	Linker Zeigefinger	mittelmäßig
	80	Linker Zeigefinger	mittelmäßig	Linker Zeigefinger	mittelmäßig
3. Objektträger	20	Rechter Zeigefinger	schlecht	Rechter Zeigefinger	schlecht
	40	Rechter Zeigefinger	schlecht	Rechter Zeigefinger	schlecht
	60	Rechter Zeigefinger	schlecht	Rechter Zeigefinger	gut
	80	Rechter Zeigefinger	schlecht	Rechter Zeigefinger	gut

Der erste Objektträger des präparierten Daumens erzielte insgesamt zwei gute, drei mittelmäßige sowie drei schlechte erkennbare Fingerspuren. Dabei wurden die optimalsten Resultate bei einer längeren Bedampfungszeit und einem Druck von -0,8 bar erzielt. Bei einem geringen Druck von -0,4 bar sind ausschließlich schlechte und mittelmäßig erkennbare Fingerspuren erkennbar, während bei einem Druck von -0,8 bar zwei brauchbare Ergebnisse entstanden. Allerdings ist ableitbar, dass sich die Erkennbarkeit der daktyloskopischen Spuren unter beiden Druckeinstellungen mit steigender Zeit verbessert. Die Erhöhung des Drucks bei gleichbleibender Bedampfungszeit führte in drei der Testläufe zu besser erkennbaren Fingerabdrücken.

Der zweite Objektträger mit dem linken Zeigefinger erbrachte im Vergleich der erbrachten Resultate des ersten präparierten Spurenträgers deutlich schlechtere Ergebnisse. Es handelt sich dabei um fünf schlechte, zwei mittelmäßige und ein gutes Ergebnis. Das einzig brauchbare Resultat wurde bei einer Zeit von 80 Minuten sowie einem Druck von -0,8 bar erzielt. Zudem ist anhand der Versuche des zweiten Objektträgers eine schlechte Entwicklung der Fingerspuren, insbesondere bei einer Bedampfungszeit von 20 sowie 40 Minuten und beiden Druckeinstellungen, deutlich erkennbar. Bei einem geringen Druck kamen fast ausschließlich unbrauchbare Resultate zustande. Dennoch ist eine geringe Verbesserung der Ergebnisse bei steigender Bedampfungszeit erkennbar. Weiterhin kommen in beiden Fällen bei einem Druck von -0,4 bar überwiegend schlechte Fingerspuren vor. Werden die Ergebnisse beider Druckeinstellungen des zweiten Spurenträgers gegenübergestellt, zeigt die Erhöhung des Drucks bei gleichbleibender Zeit in zwei Fällen eine schlechtere Entwicklung der Fingerspuren. Im Vergleich der Ergebnisse, welche der Objektträger des linken Daumens erbrachte, wurden unterschiedliche Ergebnisse in drei Testläufen festgestellt. Die dabei vorliegenden Bedingungen lagen bei 60 Minuten und -0,4 bar, 20 Minuten und -0,8 bar sowie 60 Minuten und -0,8 bar.

Der mit dem rechten Zeigefinger präparierte Spurenträger erfasste insgesamt sechs schlechte und zwei gut erkennbare Fingerspuren. Dabei wurden die zwei einzig brauchbaren Resultate bei einer Bedampfungszeit von 60 Minuten und 80 Minuten sowie einem Druck von -0,8 bar erbracht. Die Ergebnisse mit einem Druck von -0,4 bar zeigten ausschließlich unbrauchbare Fingerspuren, während sich die Erkennbarkeit des Spurenmaterials bei einem hohen Druck sowie steigender Zeit verbessert. Hierbei führt eine Erhöhung des Drucks bei konstanter Bedampfungszeit ausschließlich in den letzten beiden Fällen zu besser erkennbaren Fingerabdrücken.

Vergleicht man die erbrachten Ergebnisse des rechten Zeigefingers mit denen der mit dem linken Daumen entstandenen Fingerspuren, erkennt man, dass sich die des letzten Objektträgers verschlechterten. Dennoch kamen gleiche Resultate sowohl bei einer Bedampfungszeit von 20 und 40 Minuten sowie -0,4 bar als auch bei einer Zeit von 40, 60 und 80 Minuten sowie einem Druck von -0,8 bar zustande. Schlussendlich unterschieden sich die Ergebnisse des Spurenträgers mit dem rechten Zeigefinger im Vergleich zu denen des ersten Objektträgers in drei der Testläufe. Die Bedingungen lagen bei 60 Minuten und -0,4 bar, 80 Minuten und -0,4 bar sowie 20 Minuten und -0,8 bar.

Der Vergleich aller durchgeführten Versuche des zweiten und dritten Spurenträgers ermöglichte ebenfalls eine schlechtere Erkennbarkeit der daktyloskopischen Spuren des rechten Zeigefingers. In beiden Fällen wurden ausschließlich bei einer Bedampfungszeit von 80 Minuten und einem Druck von -0,8 bar brauchbare Resultate ermittelt, während bei einem Druck von -0,4 bar lediglich

schlecht erkennbare Fingerabdrücke erfasst wurden. Hierbei ist in beiden Fällen ableitbar, dass sich die Fingerspuren hauptsächlich mit steigender Zeit sowie gleichem Druck verbesserten. Eine schlechtere visuelle Erkennung der Fingerabdrücke durch die Erhöhung des Drucks bei einer konstanten Zeit war ebenso in den durchgeführten Versuchen des zweiten sowie dritten Spurenträgers in bestimmten Punkten ableitbar. Die erfassten Ergebnisse der Fingerspuren der mit dem linken als auch rechten Zeigefinger präparierten Spurenträger stimmen beinahe miteinander überein und unterscheiden sich lediglich in zwei Testläufen unter den Bedingungen 80 Minuten und -0,4 bar sowie 60 Minuten und -0,8 bar.

4.1.4 Fazit

Grundsätzlich konnte laut beider Ergebnisse (Tabelle 5 und 6) festgestellt werden, dass die Resultate der Fingerspuren am Deckel insgesamt brauchbarere Ergebnisse erbrachten, als die an Befestigungsklammern hängenden präparierten Spurenträger (Abbildung 15). Weiterhin ist erkennbar, dass die besten Endergebnisse mit einer hohen Bedampfungszeit ab 60 Minuten und länger die besten Resultate erzielten und unabhängig von jeder jeweils vorhandenen Druckeinstellung konnten in fast jedem Versuch bei einer Bedampfungszeit von 20 Minuten ein unbrauchbares Ergebnis festgestellt werden. Zudem ist erwähnenswert, dass es bei gleichbleibender Zeit und einem Anstieg des Drucks zu hauptsächlich nur wenigen Übereinstimmungen bezüglich der Entwicklung der Erkennbarkeit der Fingerspuren unter den Versuchen kam. Schlussendlich konnte in allen Versuchen sowohl bei einem Druck von -0,4 bar als auch -0,8 bar gute, mittelmäßig und schlecht erkennbare Fingerspuren (s. Kapitel Spurenauswertung Abschnitt Spurenbewertung) erfasst wurden.

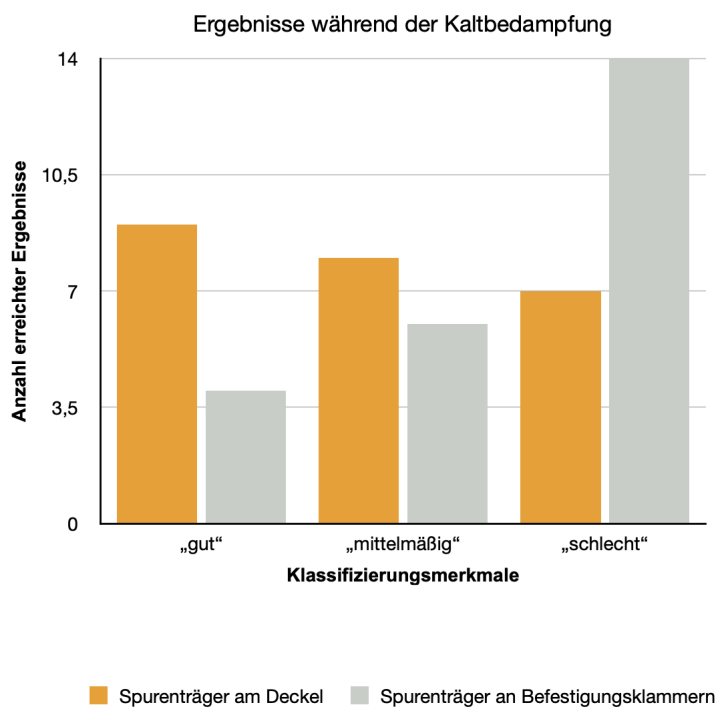


Abbildung 15: grafische Darstellung der Ergebnisse

Im Rahmen dieser Arbeit war es das Ziel, dass aus dem Praktikum ermittelte Ergebnis nochmals auf Redundanz zu überprüfen. Die optimalen Bedingungen lagen bei einer Bedampfungszeit von 80 Minuten sowie einem ausgeübten Druck von -0,4 bar. Die erneuten Versuchsdurchführungen fanden unter denselben Bedingungen statt, um einen Vergleich unter den Fingerspuren zu erzielen. Sie erbrachten die besten Bedingungen an der Innenseite des Deckels (Tabelle 5), ebenfalls mit einer Bedampfungszeit von 80 Minuten und einem Druck von -0,4 bar wodurch das aus dem Praktikum erfasste Endergebnis mit denselben Einstellungen (Tabelle 7) (Abbildung 16) nochmals bestätigt werden.

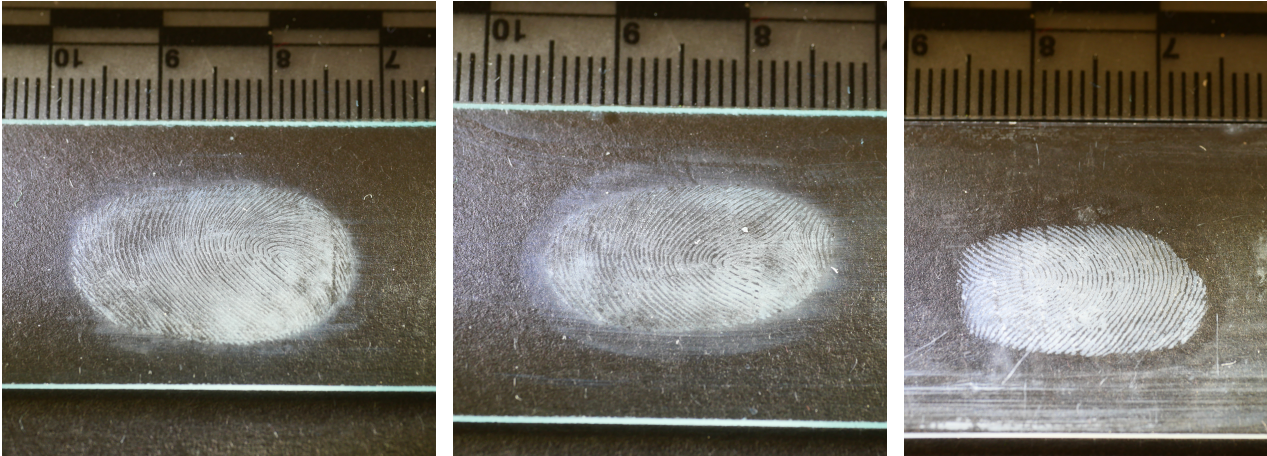


Abbildung 16: linker Daumen (l.), linker Zeigefinger (m.) und rechter Zeigefinger (r.)

Tabelle 7: Vergleich der drei Ergebnisse mit einer Bedampfungszeit von 80 Minuten sowie einem Druck von -0,4 bar

	Finger 1	Finger 2	Finger 3
Art des Fingers	Linker Daumen	Linker Zeigefinger	Rechter Zeigefinger
Position des Objektträgers	an der Innenseite des Deckels klebend	an der Innenseite des Deckels klebend	an der Innenseite des Deckels klebend
Druck	-0,4 bar	-0,4 bar	-0,4 bar
Zeit	80 Minuten	80 Minuten	80 Minuten
Kameraeinstellung	AE-Modus mit Blendenpriorität Blende: 5,6 Verschlusszeit: 40 ISO-Wert: 250	AE-Modus mit Blendenpriorität Blende: 5,6 Verschlusszeit: 40 ISO-Wert: 250	AE-Modus mit Blendenpriorität Blende: 5,6 Verschlusszeit: 40 ISO-Wert: 250

4.2 Diskussion

Am Ende des Versuches konnten alle drei Klassifizierungsmerkmale „gut“ , „mittelmäßig“ und „schlecht“ (s. Kapitel Spurenauswertung Abschnitt Spurenbewertung) erkennbar den entsprechenden Fingerspuren visuell zugeordnet werden. Dabei fand jede Untersuchung unter den gleichen Bedingungen statt und unterschieden sich lediglich in der Art der Fingerbeere sowie der Position des Objektträgers während der Kaltbedampfung (Tabelle 8). Dennoch wurden unterschiedliche Resultate erzielt. Im folgenden Beispiel mit einer Bedampfungszeit von 40 Minuten, einem Druck von -0,4 bar und am Deckel positioniert wird dies nochmal visuell dargestellt (Abbildung 17) und miteinander verglichen (Tabelle 8). Deshalb ist es notwendig, die Ursache für die entstandenen Ergebnisse zu hinterfragen.

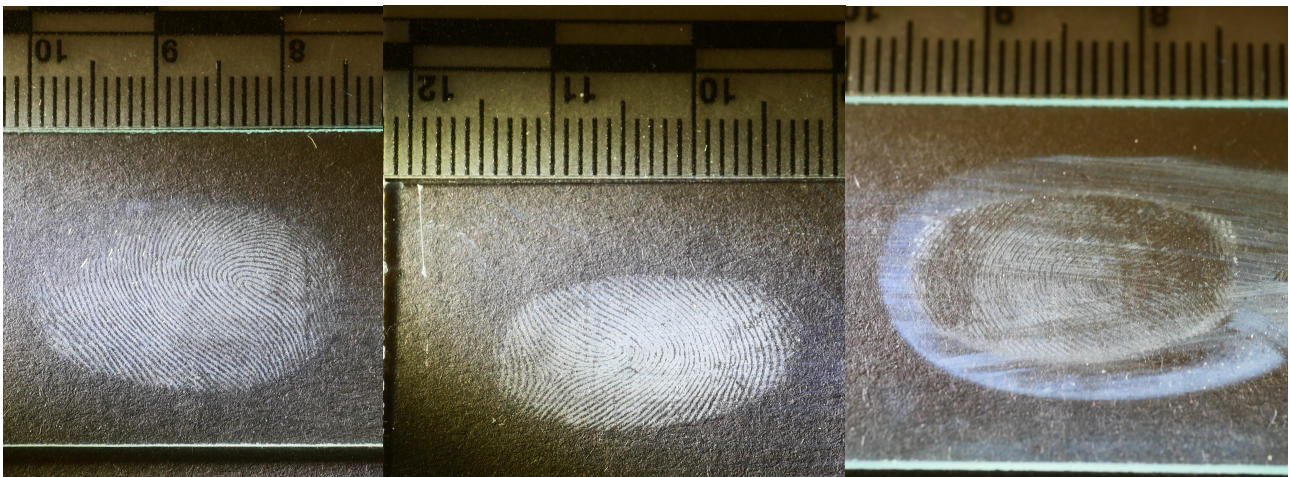


Abbildung 17: linker Daumen, gut (l.), linker Zeigefinger, gut (m.) und rechter Zeigefinger, mittelmäßig (r.)

Tabelle 8: Vergleich der drei Ergebnisse mit einer Bedampfungszeit von 40 Minuten sowie einem Druck von -0,4 bar

	Finger 1	Finger 2	Finger 3
Art des Fingers	Linker Daumen	Linker Zeigefinger	Rechter Zeigefinger
Position des Objektträgers	an der Innenseite des Deckels klebend	an der Innenseite des Deckels klebend	an der Innenseite des Deckels klebend
Druck	-0,4 bar	-0,4 bar	-0,4 bar
Zeit	40 Minuten	40 Minuten	40 Minuten
Kameraeinstellung	AE-Modus mit Blendenpriorität Blende: 5,6 Verschlusszeit: 40 ISO-Wert: 250	AE-Modus mit Blendenpriorität Blende: 5,6 Verschlusszeit: 40 ISO-Wert: 250	AE-Modus mit Blendenpriorität Blende: 5,6 Verschlusszeit: 40 ISO-Wert: 250

Grundsätzlich beeinflussen viele verschiedene Faktoren die Qualität des daktyloskopischen Spurenmaterials und dessen Ergebnis nach der Cyanacrylat-Bedampfung. Insgesamt wurden 48 präparierte Fingerabdrücke auf den Spurenläger aufgebracht, wodurch die Menge an Fingerabdrucksubstanz variiert. „Das Vorhandensein und die Menge der Spurengrundsubstanz ist“ dabei [2, S. 11] ein wichtiger nennenswerter Fakt, denn diese ist bei jedem Menschen unterschiedlich [2, S. 11] und kann somit das Ergebnis beeinflussen. Zudem ist es unwahrscheinlich, dass der zuletzt mit Spurenmaterial präparierte Spurenläger genau die gleiche Menge an Fingerabdrucksubstanz absondert wie der zuerst präparierte Spurenläger. Dieser Faktor stellt einen Grund für die schlechte Erkennbarkeit der Fingerspuren dar, welche schemenhaft bis gar nicht erkennbar sind.

Weiterhin ist die Qualität von der Höhe des Drucks bei der Präparation, welche aufgrund der Gewichtung des Fingerabdrucks auf der Oberfläche entsteht, abhängig. Aufgrund dessen kann ein unbrauchbares Ergebnis entstehen. Dabei ist es ausschlaggebend, „ob die verursachende Hand die Greifhand ist, ob man sich abstützt oder ob etwas unwillkürlich, reflexartig anfasst wird“ [2, S. 11]. Ein zu hoher Druck des Fingers führt zu massivem Schweißaustritt aus den Poren. Sie beginnen sich zu entleeren, wodurch zu viel Schweiß in den Abdruck gerät, sodass dieser bis in die Zwischenräume der Papillarleisten gedrückt wird [2, S. 12]. Das Resultat ist die Entstehung eines materialhaltigen Spurenlägers. Wird ein zu hoher Druck bei der Abgabe eines Fingerabdrucks ausgeübt, so weist dieser breite und eventuell nicht existierende Zwischenlinien auf [38, S. 411]. „Durch eine Drehung oder ungenaue Positionierung des Fingers kann auch der abgedruckte Bereich beeinflusst werden“, wodurch ein bestimmter Teil der Fingerspur nicht mehr zu sehen ist. Allerdings kann ein zu geringer Druck bei der Präparation ebenfalls zu weniger aussagekräftigen Ergebnissen führen, denn dieser ist durch feine, dünne und helle Papillarlinien charakterisiert [38, S. 411]. Aufgrund dessen ist die Fingerspur schwerer zu erkennen und könnte ein weiterer Grund für die schlecht erkennbaren Fingerspuren sein.

Ein weiterer naheliegender Faktor bestimmt die mechanische Einwirkung auf den Spurenläger. Aufgrund der chemischen Eigenschaften von Talg und Schweiß ist die Spur anfällig gegen Reibung und Berührung, sodass beim Greifen Spurensbstanz verschleppt oder zusammengedrückt wird, wodurch die Spur unbrauchbar werden kann. Dies ist insbesondere bei frischen Spuren auf glatten, nicht saugenden Materialien der Fall [2, S. 12]. Demnach ist die Oberflächenbeschaffenheit, die Struktur sowie die Materialzusammensetzung des Spurenlägers ein weiterer wichtiger Einflussfaktor für das Endergebnis [2, S. 11]. Im durchgeführten Versuch handelte es sich um einen Objektträger, welcher zu den glatten als auch nicht saugenden Materialien gehört und somit ein ideales Objekt zur Sicherung von Fingerabdrücken darstellt. Dennoch besteht die Möglichkeit, dass sich die Oberfläche durch unreines Arbeiten aufgrund von Schmutz verändert haben könnte. Bei der Entnahme sowie Verpackung der Spurenläger besteht ebenso die Gefahr, dass es zur Veränderung oder gar Zerstörung des Spurenmaterials kommt.

Ein letzter wichtiger Einflussfaktor besteht in der Umgebung selbst, in der der Versuch durchgeführt wurde. Während der Kaltbedampfung in der Vakuumkammer sind die Spurenläger einem gewissen Druck einer bestimmten Zeit lang ausgesetzt, weshalb sich die Fingerabdrücke unterschiedlich entwickeln. Sind die vorhandenen Bedingungen für die Sichtbarmachung des Fingerabdrucks ungeeignet, so sind die Fingerspuren nicht zu erkennen und das Ergebnis für weitere Untersuchungen nicht aussagekräftig. Dies trifft laut der Gesamtergebnisse (Tabelle 5 und

6) z.B. für die Objektträger an der Befestigungsklammer mit einer Bedampfungszeit von 20 Minuten sowie einem Druck von -0,4 bar zu. In diesem Fall führten alle drei Versuche zu einem unbrauchbaren Ergebnis.

