

Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

Institut für Rechtsmedizin

Direktor: Prof. Dr. med. K. Püschel

Untersuchungen zur morphologischen und farblichen Entwicklung von Leichenflecken

Dissertation

Zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
Der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg

vorgelegt von:

Jula Scholz

aus Hamburg

Hamburg 2012

Angenommen von der

Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 24.02.2014

Veröffentlicht mit Genehmigung der

Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. K. Püschel

Prüfungsausschuss, zweite/r Gutachter/in: Prof. Dr. U. Lockemann

Prüfungsausschuss, dritte/r Gutachter/in: PD Dr. J. Zustin

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Sichere Todeszeichen	1
1.2 Bedeutung von Totenflecken	1
1.3 Entstehung und Entwicklung von Totenflecken	2
1.4 Eigenschaften und zeitliches Auftreten der Totenflecke	4
1.5 Lokalisation der Totenflecke	6
1.6 Verlagerbarkeit von Totenflecken	6
1.7 Farbe der Leichenflecke	7
1.8 Die Rolle der Leichenflecke bei der Todeszeitbestimmung	8
1.9 Digitale Fotodokumentation	10
1.10 Computergestützte Auswertung	10
1.11 Ziele der Dissertation	11
2 Material und Methoden	12
2.1 Untersuchte Leichen	12
2.2 Ein- und Ausschlusskriterien	12
2.3 Liste der verwendeten Materialien	12
2.4 Ablauf der Untersuchungen	12
3 Ergebnisse	16
3.1 Erster Leichnam	16
3.2 Zweiter Leichnam	21
3.3 Dritter Leichnam	25
3.4 Vierter Leichnam	29
3.5 Fünfter Leichnam	34
3.6 Sechster Leichnam	38
3.7 Siebter Leichnam	41
3.8 Achter Leichnam	46
3.9 Neunter Leichnam	50
3.10 Zehnter Leichnam	54
3.11 Elfter Leichnam	58
3.12 Zwölfter Leichnam	62
4 Diskussion	67
4.1 Diskussion der Methodik	67
4.2 Interpretation der morphologischen Ergebnisse	67
4.3 Interpretation der Farbergebnisse	71
4.4 Nutzen für die Todeszeitbestimmung	72
4.5 Entwicklung der Bauchdeckenhöhe	73
5 Zusammenfassung	74
6 Anhang	75
6.1 Bilderserie Nr. 1	75
6.2 Bilderserie Nr. 2	79
6.3 Bilderserie Nr. 3	81

6.4 Bilderserie Nr. 4	84
6.5 Bilderserie Nr. 5	87
6.6 Bilderserie Nr. 6	89
6.7 Bilderserie Nr. 7	91
6.8 Bilderserie Nr. 8	95
6.9 Bilderserie Nr. 9	98
6.10 Bilderserie Nr. 10	100
6.11 Bilderserie Nr. 11	102
6.12 Bilderserie Nr. 12	104
6.13 Farbauswertungstabelle	108
7 Literaturverzeichnis	109
8 Danksagung	112
9 Lebenslauf	113
10 Eidesstattliche Erklärung	114

1 Einleitung

Arbeitshypothese und Fragestellung

Ziel dieser Arbeit ist zu untersuchen, ob mit den Möglichkeiten der digitalen Fotografie neue Erkenntnisse über die morphologische und farbliche Entwicklung von Leichenflecken gewonnen werden können.

Im Fokus einiger bisher durchgeführter Untersuchungen steht besonders die Farbe der Leichenflecke. Im Hinblick auf die Todeszeitbestimmung analysierten die Autoren, ob Gesetzmäßigkeiten in der Farbentwicklung von Livores existieren. Zusammenhänge im Farbverlauf im frühen postmortalen Intervall konnten bereits beschrieben werden.

Die Untersuchungen beruhten dabei hauptsächlich auf spektrophotometrischen Methoden. Die hier angewendete Technik soll im Hinblick auf ihre Handhabbarkeit, Anwendbarkeit und ihren Nutzen im rechtsmedizinischen Alltag hin beurteilt werden.

Desweiteren soll untersucht werden, ob Gesetzmäßigkeiten in Bezug auf die morphologische Entwicklung der Livores gefunden werden können. Mit den vielfältigen Möglichkeiten der digitalen Fotografie ist es interessant diesen Aspekt genauer zu beleuchten.

1.1 Sichere Todeszeichen

Um den eingetretenen Tod zweifelsfrei bescheinigen zu können, müssen die sogenannten sicheren Todeszeichen vorhanden sein. Der eingetretene Tod ist als erwiesen anzusehen, wenn eines der folgenden Todeszeichen vorliegt (Grassberger und Schmid 2009):

- Totenflecke (Livores)
- Totenstarre (Rigor mortis)
- Fäulnis
- Nicht mit dem Leben vereinbare Verletzungen, wie z.B. die Abtrennung des Kopfes vom Rumpf.
- Hirntod

1.2 Bedeutung von Totenflecken

Von den oben aufgeführten sicheren Todeszeichen treten Totenflecke am frühesten auf. Sie sind die Folge des irreversiblen Herz-Kreislaufstillstandes mit dem anschließenden schwerkraftbedingten Absinken des Blutes. Das Blut sinkt hierbei in die sogenannten „abhängigen“ Körperpartien. Es fallen demnach rötliche bis blauviolette Hautverfärbungen in den Hautbereichen auf, die dem Boden am nächsten sind (Madea 2003, Grassberger und Schmid 2009, Forster 1986).

Bei Durchführung der Leichenschau ist es wichtig auf folgende Aspekte der Totenflecke zu achten:

- Lage
- Farbe

- Ausdehnung
- Aussparungen
- Wegdrückbarkeit
- Verlagerbarkeit

Diese Merkmale der Livores haben sowohl diagnostische als auch kriminalistische Relevanz (Grassberger und Schmid 2009).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass den Leichenflecken eine besondere Bedeutung bei der Feststellung des Todes, der Abschätzung des Todeszeitpunktes und der Ermittlung der Todesursache z.B. durch Vergiftungen zukommt (Schneider 1987).

Die oben aufgeführten Aspekte der Totenflecke werden im Folgenden näher beleuchtet.

1.3 Entstehung und Entwicklung von Totenflecken

Wie schon beschrieben, kommen Leichenflecke durch das Absinken des Blutes in die abhängigen Körperpartien zustande. Sie werden zuerst an den seitlichen Halspartien und am Schulter-Nackengebiet sichtbar. Sie treten erst fleckförmig auf und zeigen eine hellrote Färbung. Nach einiger Zeit beginnen sie sich flächenhaft auszubreiten. Diese flächenhafte Ausbreitung erfolgt durch das Konfluieren der zunächst fleckförmigen Leichenflecke (Hochmeister et al 2007, Dürwald 1981, Brinkmann und Raem 2007, Schneider 1987, Schwerd 1992, Madea 2003).

Durch das Absinken des Blutes füllen sich die Hautgefäße und Kapillaren prall mit roten Blutkörperchen. Forster (1986) beschreibt zu diesem Vorgang folgende Abläufe:

Das Blut aus den Hautkapillaren wird in den hintereinander geschalteten Venennetzen gesammelt. Diese Venen münden dann in das subkapilläre Venennetz ein und enthalten die größte Blutmenge der Haut. Über großkalibrige Venen fließt das Blut anschließend in das kutane Venennetz. Somit sind alle diese Gefäße außer den subkutanen Venen an der Ausbildung der Totenflecken beteiligt (Forster 1986).

In einer Abhandlung von Mueller und Walcher (1944) heißt es, dass die sichtbaren Totenflecke an der Haut durch die stark gefüllten Kapillaren der *pars papillaris* in der Lederhaut zu Stande kommen.

Die Abbildung 1 zeigt einen schematischen Schnitt durch die Leistenhaut. Die Hautschichten lassen sich grob in Epidermis, Dermis und Subcutis unterteilen. Das Stratum papillare ist ein Teil der Dermis und grenzt unmittelbar an die Epidermis. Sie macht ungefähr 20% der Dermis aus. Die Dermis besitzt sehr viele kleine Blutgefäße und versorgt die Epidermis mit Nährstoffen. Die Blutgefäße in der Dermis können 5% des gesamten Blutes aufnehmen und sind somit überproportional gut gegenüber anderen Wirbeltieren ausgebildet (Bob und Bob 2007).

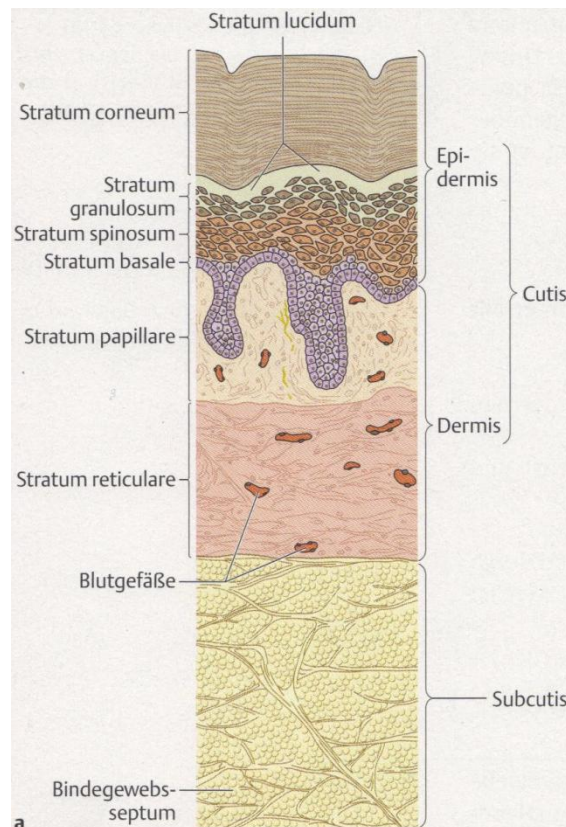


Abbildung 1: Schematischer Schnitt durch die Leistenhaut mit Darstellung ihrer Schichten (aus Duale Reihe Anatomie, Bob 2007)

Die Ausbildung der eigentlichen Totenflecke kann in drei Stadien unterteilt werden.

1. Stadium: Senkungsblutfülle
2. Stadium: Hämokonzentration
3. Stadium: Hämoglobindiffusion

Das Stadium der Senkungsblutfülle beginnt mit dem Eintritt des irreversiblen Herz-Kreislaufstillstandes. Das Blut sinkt dem hydrostatischen Druck folgend in die abhängigen Körperpartien. Dadurch entstehen die charakteristischen Leichenflecke.

Hilgermann und einige sowjetische Autoren führten weitere Untersuchungen zu dem Thema der Fixation der Totenflecke durch. Bis dato hatte man angenommen, dass die Fixierung der Totenflecke auf Imbibierung des perivasalen Gewebes zurückzuführen sei. Demnach sollte es zum Austritt von Blutflüssigkeit durch die undicht gewordene Gefäßwand kommen (aus Forster und Ropohl 1989, Dürwald 1981).

Die durchgeführten Untersuchungen zeigten jedoch einen anderen Mechanismus. Hilgermann beschrieb, dass es postmortal zu einer erhöhten Gefäßdurchlässigkeit kommt und somit das Plasma aus den Gefäßen tritt. Dieses Eindicken des Blutes wird auch als Hämokonzentration bezeichnet und führt als Folge der Senkungsblutfülle zur Fixierung der Totenflecke.

Im dritten Stadium kommt es zu einer Hämoglobindiffusion ins perivenöse Gewebe. Ursächlicher Mechanismus hierfür ist die Autolyse der Gefäßwände mit anschließender Hämolyse. Ab diesem Zeitpunkt wird auch von Diffusionstotenflecken gesprochen. Die Hämoglobindiffusion soll allerdings nur eine geringe Bedeutung für die Intensität und Fixation der Leichenflecke haben (nach Hilgermann (1973) aus Henssge und Madea 1988, Dürwald 1981).

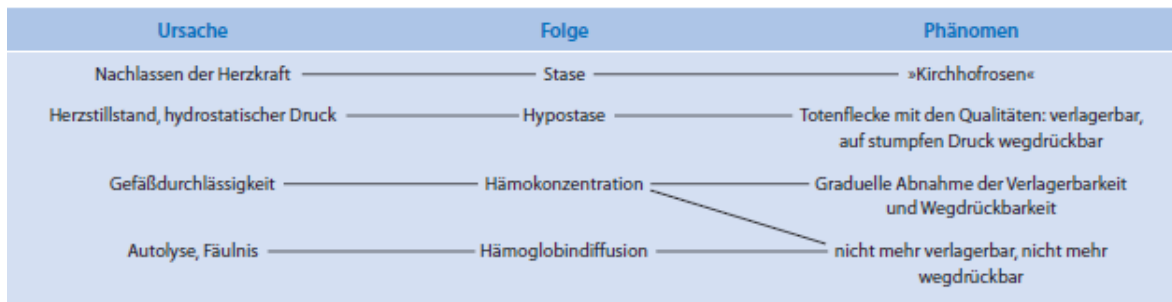


Abbildung 2: Unter dem Begriff „Totenflecke“ einzuordnende Ursachen, Folgen und Phänomene (nach Hilgermann aus Madea 2003)

Die Abbildung 2 fasst die oben beschriebenen Abläufe noch einmal zusammen. Es wird zudem deutlich, dass die Totenflecke im Stadium der Hämokonzentration sowohl wegdrückbar als auch nicht mehr wegdrückbar sein können. Es ist demnach nicht möglich von dem Phänomen der Wegdrückbarkeit oder der Verlagerbarkeit auf die Ursache hierfür rückzuschließen.

1.4 Eigenschaften und zeitliches Auftreten der Totenflecke

Die verschiedenen Eigenschaften der Totenflecke und ihre Beziehung zur Todeszeit sind schon seit Beginn des 20. Jahrhunderts dokumentiert worden. Mallach wertete 1964 die Literaturangaben von 1905 bis 1963 aus. Er gab hierbei die Durchschnittswerte ($\bar{x}$) und die Streuung (s) an. Seine Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Eigenschaften der Totenflecke und ihre zeitlichen Beziehungen zur Todeszeit (nach Mallach 1964 aus Madea 2003)

Stadium	Sistieren des Kreislaufs in Stunden (h)						Anzahl der Literaturquellen
	$\bar{x}$	s	Grenzen bei 95,5% Wahrscheinlichkeit (2 s)		Variationsbreite		
			Untere Grenze	Obere Grenze	Untere Grenze	Obere Grenze	
Beginn	¾	½	–	2	¾	3	17
Konfluieren	2½	1	¾	4¼	1	4	5
Größte Ausdehnung und Intensität	9½	4½	½	18¼	3	16	7
Wegdrückbar							
1. Vollständig auf Daumendruck	5½	6	–	17½	1	20	5
2. Unvollständig auf starken Druck (Messer, Pinzette)	17	10½	–	37½	10	36	4
Verlagerbarkeit							
1. Vollständig	3¼	1	2	5½	2	6	11
2. Unvollständig	11	4½	2¼	20	4	24	11
3. Höchstens geringe Abblassung	18½	8	2½	34¼	10	30	7

Die Auswertung Mallachs zeigt eine große Variabilität im zeitlichen Auftreten und der weiteren Entwicklung von Livores. Zu erkennen ist dies besonders an den Unter- und Obergrenzen der Variationsbreite.

Der Tabelle 1 ist noch hinzuzufügen, dass bei Kindern, Jugendlichen und jüngeren Erwachsenen die Totenflecke früher auftreten als bei älteren Menschen. Ebenfalls sind sie bei gleichem Leichenalter schwerer wegdrückbar. Diese Beobachtungen gehen auf statistische Auswertungen von Mittmeyer (1971 aus Leopold und Hunger 1981) zurück.

Wie viel Minuten früher die Leichenflecke bei jüngeren Menschen auftreten, ist nicht näher benannt (aus Leopold und Hunger 1981).

Auch die Literaturangaben, aus den Jahren nach 1964, weichen teilweise stark in der Frage des zeitlichen Auftretens der Leichenflecke voneinander ab. Die folgende Tabelle 2 fasst die Literaturangaben über das zeitliche Auftreten der Leichenflecke zusammen.

Tabelle 2: Zeitliches Auftreten von Livores nach Eintritt des Todes

Zeitpunkt Auftritt der Livores p.m.	Literaturquelle
15 – 30 min	Blaha und Krause, Dürwald, Grassberger, Hochmeister, Leopold, Prokop, Reimann, Schneider
bis 45 min	Keil
bis 1 h	nach Hilgermann aus Forster, Parikh, Puppe, Schwerd
bis 2 h	Brinkmann, Leopold, Reimann
sehr variabel	Knight
nach Herz-Kreislaufstillstand	Ponsold, Reuter

Zusammenfassend ist zu sagen, dass es keine einheitliche Meinung über das zeitliche Auftreten von Leichenflecken gibt. Die Mehrheit der ausgewerteten Literaturangaben gibt ein Zeitintervall zwischen 15 und 30 Minuten an. Doch wurde das Auftreten auch erst nach zwei Stunden beobachtet, wie es von Leopold, Reimann und Brinkmann beschrieben ist.

Knight betont, dass das Erscheinen der Leichenflecke sehr variabel ist. Demnach können sie schon nach dreißig Minuten auftreten oder erst nach einigen Stunden. Er zieht hieraus den Schluss, dass die Hypostase auf Grund dieser großen Variabilität nicht nützlich für die Todeszeitbestimmung ist (Knight und Saukko 2004).

Im weiteren Verlauf der morphologischen Entwicklung von Leichenflecken setzt das Konfluieren ein. Auch diese Beobachtungen wurden von verschiedenen Autoren untersucht. Die Literaturangaben sind in folgender Tabelle 4 zusammengefasst.

Tabelle 3: Zeitpunkt Beginn des Konfluierens von Livores

Beginn Konfluieren der Livores p.m.	Literaturquelle
1 - 2 h	Grassberger, Brinkmann, Madea
ab 2 h	Prokop
bis 2,5 h	Keil
3 - 6 h	Parikh
bis 6 h	Hochmeister
2 - 10 h	nach Hilgermann aus Forster
keine Angabe	Reuter, Puppe, Reimann, Schneider

Aus der Tabelle 3 geht hervor, dass über das Konfluieren von Leichenflecken ebenfalls keine einheitliche Meinung existiert. Die Zeitangaben variieren sehr

stark. Ältere Abhandlungen beispielsweise von Puppe (1908) und Reuter (1933) beschäftigen sich nicht mit diesem Thema.

Insgesamt ist allerdings zu sagen, dass mit dem Beginn des Konfluierens innerhalb der ersten zwei Stunden nach Todeseintritt zu rechnen ist. Ein späterer Beginn ist allerdings auch möglich.

1.5 Lokalisation der Totenflecke

Das Auftreten der Leichenflecke richtet sich nach der Lage des Leichnams. Befindet sich der Leichnam auf dem Rücken sinkt das Blut in den Bereich des Rückens, der seitlichen Halspartien und steigt bis in die mittlere Axillarlinie. Nur die Aufliegeflächen werden blass bleiben, da hier die Kapillaren komprimiert werden und somit kein Blut hineinfließen kann. Der Aufliegedruck ist hier größer als der hydrostatische Druck (Madea 2003). Es entsteht die typische „Schmetterlingsfigur“ (Schneider 1987).



Abbildung 3: Konfluierende Totenflecke an der Körperrückseite (aus Madea 2003)

In Abbildung 3 sind diese schmetterlingsförmigen Aussparungen über den Schulterblättern gut zu erkennen. Weitere Aussparungen befinden sich am Gesäß, den Waden und in den Hautfalten (Madea 2003).

Befindet sich der Leichnam in einer vertikalen Haltung, wie z.B. beim Erhängen findet sich ein anderes Muster. Der Schwerkraft folgend, sinkt das Blut in die Unterbauchgegend, die Arme und in die Beine. Die Intensität der Totenflecke nimmt dabei zu den Füßen hin zu. An den Armen erkennt man, dass die Haut vom Ellenbogengelenk bis zu den Fingerspitzen verfärbt ist (Puppe 1908, Reuter 1933).

Es können sich außerdem Muster ergeben, die beispielsweise durch zu eng sitzende Kleidung entsteht. Zu nennen sind beispielsweise Abdrücke der Unterwäsche. Ebenfalls können Abdrücke von Gräsern oder Steinen erkennbar sein. Diese Befunde geben dann möglicherweise Hinweise auf den Fundort der Leiche (Forster 1986).

1.6 Verlagerbarkeit von Totenflecken

Die Verlagerbarkeit von Totenflecken hat eine besondere Bedeutung für die Kriminalistik. Mit ihr lässt sich z.B. die Frage beantworten, ob der Leichnam nach dem Tode in seiner Position verändert wurde. Dieser Aspekt ist beispielsweise bei der Untersuchung eines Tötungsdeliktes von Bedeutung. Hierbei wird beurteilt, ob die Verteilung der Leichenflecke mit der Auffindesituation des Leichnams vereinbar ist.

Innerhalb der ersten sechs Stunden nach dem Tod sind die Totenflecke vollständig verlagerbar. Wird der Leichnam innerhalb dieser Zeit umgedreht, entwickeln sich an den unten liegenden Körperpartien neue Leichenflecke. Die nun oben befindlichen Livores verschwinden. Die Leiche weist nur noch unten Totenflecke auf.

Wird der Leichnam sechs bis zwölf Stunden nach dem Tode umgedreht, ergibt sich ein anderes Bild. Die ursprünglichen Leichenflecke verblassen nicht mehr vollständig. Zudem bilden sich an den nun unten liegenden Partien neue Totenflecke aus. Die Leiche weist nun oben und unten Leichenflecke auf.

Zwölf Stunden nach dem Tode sind die Totenflecke nicht mehr verlagerbar. Nach dem Umdrehen, befinden sich nur oben auf dem Leichnam Livores. (Hochmeister et al. 2007, Dürwald 1981, Schneider 1987, Schwerd 1992, Reimann et al 1985, Grassberger und Schmid 2009)

Die folgende Abbildung 4 fasst die obigen Ausführungen nochmal zusammen.

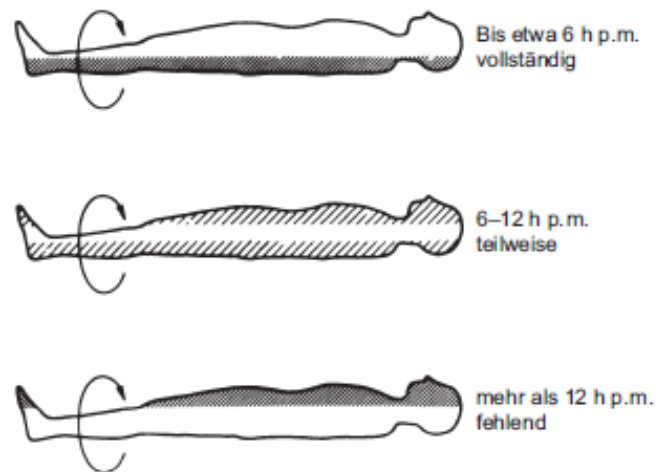


Abbildung 4: Schema zur Verlagerbarkeit der Totenflecke (aus Madea 2003)

1.7 Farbe der Leichenflecke

Leichenflecke können verschiedene Verfärbungen annehmen. Als „normale“ Farbgebung wird zumeist grauviolett bis blauviolett angesehen (Forster 1986, Madea 2003, Keil 2009). Prokop (1975) beschreibt sie dagegen als „düster graurot“ und Reuter (1933) als bläulichrot.

Einige Autoren haben beobachtet, dass die Farbgebung erst rötlich-violett erscheint und im postmortalen Verlauf allmählich nachdunkelt (Mueller 1975, Leopold und Hunger 1981, Bohnert 2008). Hierfür ursächlich ist der postmortale Sauerstoffverbrauch des Gewebes (Madea 2003, Keil 2009).

Nach Forster (1986) soll die postmortale pH-Verschiebung in den sauren Bereich die Sauerstoffabgabe aus dem Blut zusätzlich zum Sauerstoffverbrauch fördern.

Die Farbe der Totenflecke kann allerdings auch von der „normalen“ Farbgebung abweichen. Dieses ist zum Beispiel bei Intoxikationen der Fall.

Liegt eine Kohlenmonoxidvergiftung vor, sehen die Totenflecke hellrot aus. Der Grund hierfür ist die größere Affinität von CO zum Hämoglobin als von Sauerstoff. Die feste Bindung des Kohlenmonoxids an das Hämoglobin bewirkt, dass die hellrote Färbung auch nach dem Tod noch bestehen bleibt. Liegt solch ein Befund

vor, ist er als ein Alarmsignal zu deuten und muss weitere Untersuchungen nach sich ziehen. Keinesfalls darf dann der natürliche Tod bescheinigt werden. (Forster 1986, Grassberger und Schmid 2009)

Eine hellrote Färbung der Leichenflecke kann allerdings auch beobachtet werden, wenn der Leichnam in der Kälte gelegen hat. Die blauvioletten Totenflecke nehmen hellrote Bereiche an. Diese liegen meistens an den Randbereichen der Leichenflecke und umschließen somit die blauvioletten Zonen (Dürwald 1981). Forster verwendet hierfür den Begriff „zonierte Leichenfleck“ (1986). Er bemerkt zudem, dass Leichenflecke bei Kältelagerung keine gleichmäßige hellrote Färbung aufweisen, sondern eine unterschiedliche Verfärbung. Die Ursache für diese Beobachtung ist der herabgesetzte Sauerstoffverbrauch des Gewebes bei Kälte. Außerdem führt die höhere Feuchtigkeit bei Kälte zu einem verbesserten Sauerstoffzutritt. Ein weiterer Grund ist die größere Affinität des Sauerstoffs zum Hämoglobin bei kälteren Temperaturen (Forster 1986). Dürwald (1981) nutzt hierfür den Begriff „postmortale Aufoxydation“.

Spektrophotometrisch wurden diese Beobachtungen von Bohnert et al (2008) untersucht. Hierbei konnten sie zeigen, dass nach Kälteexposition der Leichname, die Reflexionskurven das Bild von sauerstoffreichem Blut zeigen.

Sind Leichenflecke nur spärlich ausgeprägt oder fehlen vollständig, sollte von einem größeren Blutverlust ausgegangen werden. Ursächlich können sowohl Blutungen nach außen, als auch innere Blutungen (z.B. nach rupturiertem Aortenaneurysma) sein. Die noch vorhandene Blutmenge reicht nicht aus, um die Gefäße zu füllen. In solchen Fällen kann sich das Auftreten der Livores verzögern (Puppe 1908, Forster 1986, Brinkmann und Raem 2007, Keil 2009).

Eine vorliegende Anämie kann ebenfalls eine abgeschwächte Ausprägung der Livores zur Folge haben (Madea 2003).

Bei bräunlichen Verfärbungen kann eine Intoxikation mit Methämoglobinbildnern, wie z.B. Nitriten vorliegen.

Eine grünliche Verfärbung ergibt sich bei einer Vergiftung mit Hydrogensulfid.

Die folgende Tabelle 4 fasst die Farben der Totenflecken und deren mögliche Ursache zusammen.

Tabelle 4: Farbe der Totenflecke und ihre diagnostische Bedeutung (aus Grassberger und Schmid 2009, Forster 1986, Forster und Ropohl 1989)

Farbe	mögliche Ursache
blaulivide	Normal
hellrot	Kohlenmonooxidvergiftung, Cyanidvergiftung, Fluoracetatvergiftung, Unterkühlung/Kälte
braun	Vergiftung mit sog. Methämoglobinbildnern (Natriumchlorat, Nitrite, Nitrate)
grünlich	Intoxikation mit Hydrogensulfid
blassrosa	größerer Blutverlust

1.8 Die Rolle der Leichenflecke bei der Todeszeitbestimmung

Bei Auffinden eines Leichnams, der möglicherweise einem Tötungsdelikt zum Opfer gefallen ist, ist die Frage nach dem Todeszeitpunkt von entscheidender Bedeutung. Um eine Eingrenzung des Todeszeitpunktes vornehmen zu können, wurden verschiedene Modelle entwickelt. Ein sehr häufig genutztes Modell ist das „Rektaltemperatur-Todeszeit-Bezugsnomogramm“ (entwickelt von Henssge et al). Dieses stützt sich auf die Messung der tiefen Rektaltemperatur des Leichnams,

des Körpergewichts und der Umgebungstemperatur. Diese Variablen zueinander in Bezug gesetzt, ergeben ein Todeszeitpunktintervall (Henssge et al 2002).

Im Lauf der Zeit wurde das Nomogramm durch weitere Aspekte erweitert. Zu diesen gehören z.B. die Ausprägungsgrade der Livores und der Leichenstarre, sowie die elektrische Erregbarkeit der mimischen Muskulatur.

Die Zusammenschau der Aspekte ergibt einen wahrscheinlichen Todeszeitbereich (Madea 2003).

Gegenstand aktueller Forschungen zum Thema Todeszeitbestimmung ist vor allem die Farbgebung der Livores. Eine häufig angewandte Methodik ist die Spektrophotometrie. In einer Arbeit von Usumoto et al (2010) wurden an 21 Leichen Messung an Leichenflecken durchgeführt. Anhand ihrer Messungen und der Berücksichtigung einflussgebender Faktoren auf die Ausbildung der Livores (z.B. Kälteexposition des Leichnams und hoher Blutverlust) erstellten sie eine Gleichung zur Bestimmung des postmortalen Intervalls. Mit dieser Gleichung konnte das postmortale Intervall auf $\pm 4,76$ h eingegrenzt werden.

Allerdings betonen die Autoren, dass es zahlreiche weitere vielfältige Einflussfaktoren auf die Leichenfleckausbildung gibt. Zu diesen gehören der Hämoglobingehalt des Blutes und der Melaningehalt der Haut. Weiterhin wurde beobachtet, dass männliche Haut rötlicher als weibliche Haut sein kann und dass die Haut älterer Menschen häufig blass ist.

Die Möglichkeiten der photometrischen Farbmessung haben auch schon Anwendung in Verbindung mit der Wegdrückbarkeit von Leichenflecken gefunden. Kaatsch et al (1993) ermittelten hierbei, dass es regelhafte Farbveränderungen von Livores bei unterschiedlichen Druckstärken gibt.

Bohnert et al (1999) untersuchten, ob es mit Hilfe der Photometrie möglich ist bei auffällig roten Leichenflecken zwischen einer CO-Intoxikation und einer Kälteexposition des Leichnams zu unterscheiden. Die Untersuchungen ergaben allerdings, dass eine Differenzierung beruhend auf photometrischen Messungen nicht möglich ist.

Vanezis und Trujillo (1991, 1996) untersuchten mithilfe eines Farbmessgeräts die Änderungsrate der Helligkeit von Leichenflecken. Sie dokumentierten bei ihren Ergebnissen, dass die Farben im frühen postmortalen Verlauf zunehmend verblassen. Sie beobachteten außerdem eine abnehmende Änderungsrate der Helligkeit bei zunehmendem postmortalem Intervall.

Anhand ihrer Untersuchungen kamen sie weiterhin zu dem Schluss, dass die Livores in den ersten 48 Stunden nach dem Tod hilfreich bei der Todeszeitbestimmung sind.

Schuller et al (1987) führten Untersuchungen mit einem Spektrometer zu Fabormessungen an Totenflecken durch. Sie fanden hierbei eine Verschiebung der Wellenlängen vom hellroten Bereich in den purpurnen Bereich. Außerdem stellten sie eine Abnahme der Helligkeit fest.

Die Autoren schlossen aus ihren Ergebnissen, dass die objektive Farbmessung der Totenflecke in den ersten 3 bis 15 Stunden nach dem Tod hilfreich bei der Todeszeitbestimmung ist.

Einen weiteren Ansatz zur Objektivierung der Leichenfleckveränderungen haben Inoue et al (1994) entwickelt. Mittels Infrarotstrahlung ermittelten sie die Lichtabsorption des Blutes, die an den Hämoglobingehalt gekoppelt ist. In ihrer Studie fanden sie einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Hämoglobingehalt im subkutanen Gewebe und der Lichtabsorption.

Parikh stellte dagegen 1985 die Behauptung auf, dass die individuelle Variabilität der Leichenflecke so groß ist, dass sie für die Todeszeitbestimmung ungeeignet sind.

1.9 Digitale Fotodokumentation

Die Möglichkeiten der digitalen Fotografie haben in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Besonders hilfreich ist sie im rechtsmedizinischen Alltag bei der Dokumentation von Verletzungen, wie z.B. Bissspuren (Wright und Golden 2010).

Zu den Vorteilen der digitalen Fotografie gehören die unkomplizierte und schnelle Handhabung und dass die Bilder sofort verfügbar sind.

Die weitere Verwendung in z.B. computergestützten Präsentationen stellt ebenfalls kaum Probleme dar.

Weitere Vereinfachungen für den Fotografen sind die Möglichkeiten die Kamera im vollautomatischen Modus zu bedienen. Dazu gehören z.B. die automatische Durchführung des Weißabgleichs und die Ermittlung der optimalen Belichtungszeit (Verhoff et al 2009).

Zu den Nachteilen der Automateinstellungen gehört, dass manchmal Fehler in der Farbtreue auftreten können. Häufig kommt es zudem zu Verwackelungsfehlern und Unschärfe der Bilder (Verhoff et al 2009).

1.10 Computergestützte Auswertung

Die Auswertung der farblichen Entwicklung erfolgt auf Basis der RGB-Werte am Computer. Diese stehen für die Primärfarben Rot, Grün und Blau, die über die additive Farbmischung weitere Farben ergeben (z.B. Gelb durch die Mischung von roten und grünen Farbanteilen) (Deetjen et al 2005). Die Gesamtheit der auf diese Weise erzeugbaren Farben wird als „Farbraum“ bezeichnet (Dahm 2005).

Die Kombinationen der Farben werden mittels einer Skala mit der Einteilung von 0 bis 255 ermittelt. Ein RGB-Wert = 0, 0, 0 bedeutet schwarz und ein RGB-Wert = 255, 255, 255 weiß (Cox und Booth 2009).

1.11 Ziele der Dissertation

Ziel dieser Dissertation ist es zu untersuchen in wie weit die digital fotografische Dokumentation neue Erkenntnisse in Bezug auf den morphologischen Verlauf und die farbliche Entwicklung der Livores erbringen kann.

Zudem soll beurteilt werden, ob sich neue Erkenntnisse für die Bestimmung des Todeszeitpunktes ergeben.

Untersucht wird unter standardisierten Lichtbedingungen mit anschließender computergestützter Analyse.

Konkrete Fragestellungen:

- a) Gibt es Übereinstimmungen und Gesetzmäßigkeiten in der morphologischen Entwicklung der Leichenflecke, die miteinander vergleichbar sind?
- b) Welchen Verlauf zeigt die Entstehung von Leichenflecken?
- c) Können neue Aussagen bezüglich Aussparungsflächen innerhalb von Livores getroffen werden?
- d) Wie sieht die subjektive und objektive Farbentwicklung der Livores aus?
- e) Welche Veränderungen ergeben sich im RGB-Bereich?
- f) Wie verhalten sich die RGB-Werte im postmortalen Intervall?
- g) Kommt es zu einer Verschiebung in den RGB-Farbräumen?
- h) Können Aussagen über die Zusammensetzung der einzelnen Anteile der Grundfarben rot, grün und blau getroffen werden?
- i) Ist der Einsatz digitaler Fotografie zur Beurteilung der farblichen Aspekte der Livores geeignet? Ergeben sich hieraus neue Aspekte für die Todeszeitbestimmung?

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchte Leichen

Für die vorliegende Arbeit wurden insgesamt 12 Leichname untersucht. Es handelte sich hierbei um fünf weibliche und um sieben männliche Verstorbene. Die Leichen wurden größtenteils von Rettungswagen in das Institut für Rechtsmedizin in Hamburg gebracht. Ein Leichnam stammte von der zentralen Notaufnahme des Universitätsklinikums Hamburg Eppendorf.

2.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Vor Beginn der fotografischen Durchführung wurden folgende Ein- und Ausschlusskriterien erstellt:

Hauptkriterium war die Kenntnis des genauen Todeszeitpunktes, sowie eine maximale Todeszeit von zwei Stunden.

Leichname mit starken Verstümmelungen, Fäulniszeichen oder stark blutenden Wunden wurden ausgeschlossen.

Verstorbene nach Sturz aus großer Höhe wurden ebenfalls nicht in die Untersuchung mit einbezogen. Hier konnte nicht eingeschätzt werden, wie hoch der Blutverlust aufgrund innerer Verletzungen war.

2.3 Liste der verwendeten Materialien

- Digitale Spiegelreflexkamera der Marke Canon Typ: EOS 50D
- Weitwinkelobjektiv Canon EFS 12 – 22 mm
- Stativ der Marke Hama Typ: Profil Duo II
- Fernbedienung Typ: TC-80N3 Canon Time Remote Controller
- Glasplatte mit den Maßen: Länge: 2,0 m, Breite: 0,8 m, Dicke: 1,2 cm,
- Kühlraum im Institut für Rechtsmedizin des UKE inklusive Deckenbeleuchtung bestehend aus zwei Lampenreihen mit jeweils drei Neonröhren und 40 Watt pro Röhre
- höhenverstellbare Energiesparlampe: Marke: Bahag AG, 25 Watt
- 1 Temperatur- & Raumfeuchtemesser: Marke Voltcraft, Typ: DL-120TH Graph Version 3.0
- Farbtafel mit Graukeil der Marke Kodak, Länge: 35,6 cm
- verwendete Software: Adobe Photoshop CS4, Picasa von Google Version 3, USB-Feuchte/Temp.Logger Version 3.0, Microsoft Office Excel 2007, Microsoft Movie Maker Version 6.0, Windows-Fotogalerie

2.4 Ablauf der Untersuchungen

Die fotografische Dokumentation erfolgte mit einer digitalen Spiegelreflexkamera der Marke „Canon“ mit der Typbezeichnung „EOS 50D“. Sie war mit einem Weitwinkelobjektiv ausgestattet, welches das Einstellen von Brennweiten zwischen 12 und 22 mm erlaubt. Bei dieser Arbeit wurde eine Brennweite von

17 mm gewählt, da sie die optimale Darstellung des gewünschten Bildausschnittes bei einer geringen Verzerrung des Bildes ermöglichte. Die Kamera wurde im vollautomatischen Modus betrieben und als Datentyp wurde das RAW-Format gewählt.

Die Kamera wurde auf ein Stativ der Marke „Hama“ montiert. Die Höhe wurde so eingestellt, dass sich das Objektiv der Kamera und die Achselhöhle des zu untersuchenden Leichnams auf einer Höhe befanden. Dies entsprach einer Höhe von 0,88 Meter.

Die fotografische Dokumentation erfolgte über acht Stunden. Hierbei wurde kontinuierlich alle zwei Minuten eine Aufnahme angefertigt. Dies entspricht insgesamt 240 Aufnahmen pro Leichnam. Diese Aufnahmetechnik wurde über eine Fernbedienung der Marke „Canon“ mit der Typbezeichnung TC – 80N3 gesteuert, die eine Einstellung der Intervalle und der Vorlaufzeit erlaubt. Somit war die Einhaltung der Intervalle für die Aufnahmen auf die Sekunde genau gewährleistet.

Die Leichname wurden in einem Kühlraum des Instituts für Rechtsmedizin untersucht. Auf diese Weise wird die Kühlkette nicht unterbrochen. In diesem Raum herrschten eine Durchschnittstemperatur von 12,35°C und eine durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit von 58,27%. Die Leichname wurden in Rückenlage auf eine Glasplatte aufgelegt. Die rechte Seite der Leichname zeigte zur Kamera und der rechte Arm war mit 90° im Schultergelenk abgewinkelt.

Zur Optimierung der Lichtverhältnisse wurde zusätzlich zu der vorhandenen Deckenbeleuchtung eine weitere Lichtquelle verwendet. Bei dieser Lampe handelte es sich um eine höhenverstellbare Energiesparlampe der Marke Bahag AG mit 25 Watt. Dieses zusätzliche Leuchtmittel wurde so platziert, dass der Bereich zwischen Achselhöhle und Gesäßbereich optimal beleuchtet war. Der Abstand zur Glasplatte betrug 0,79 m und der Abstand Boden – Lampenoberkante 1,00 m.

An die vordere Kante der Glasplatte wurde eine „Kodak Farbtafel“ angebracht. Sie befand sich in denselben Lichtverhältnissen, wie der zu untersuchende Bereich.

Zudem wurde ein Temperatur- und Raumfeuchtemesser der Herstellerfirma „Votcraft“ verwendet. Die Typbezeichnung lautet „DL-120TH Graph“ der Version 3.0.

Für jede untersuchte Leiche wurde außerdem ein Befundbogen erstellt. Auf diesem Befundbogen wurden die laufende Nummer sowie das Geschlecht, die Größe und das Gewicht dokumentiert. Aus dem Gewicht und der Größe wurde anschließend der sogenannte Body-Maß-Index (BMI) berechnet. Des Weiteren wurden das Untersuchungsdatum und die Untersuchungsdauer notiert. Weiterhin von Interesse waren die Rektaltemperatur des Leichnams bei Aufnahme und der Todeszeitpunkt des Leichnams. Zu Beginn der fotografischen Dokumentation wurde die Ausprägung der Leichenstarre am Kiefer, dem Ellenbogen und am Knie notiert. War eine Anamnese bekannt, wurde diese vermerkt, genauso wie die Leichenherkunft (RTW, UKE, Andere).

Insgesamt wurden 12 Leichname auf diese Weise fotografiert.

Mit den Programmen Adobe Photoshop CS4, Microsoft Office Excel 2007, Windows-Fotogalerie und Microsoft Movie Maker Version 6.0 wurde die anschließende Analyse der Aufnahmen durchgeführt.

Für die **morphologische** Auswertung der Bilddaten wurden die einzelnen Bilderserien bearbeitet.

Hierbei wurden die Rohdaten der Bilder mit dem Bildbearbeitungsprogramm Adobe Photoshop CS4 bearbeitet. Es erfolgte eine Überarbeitung der Grundeinstellungen, um eine optimale Darstellung der Aufnahmen zu erreichen. Folgende Komponenten wurden in den einzelnen Serien bearbeitet.

- Weißabgleich
- Temperatur
- Farbton
- Belichtung
- Reparatur
- Fülllicht
- Schwarz
- Helligkeit
- Kontrast
- Klarheit
- Dynamik
- Sättigung

Im Anschluss an die Bearbeitung wurde das Resultat im JPEG-Format gespeichert.

In wie weit die einzelnen Daten der jeweiligen Serie bearbeitet wurden, wird in dem Abschnitt der Ergebnisdokumentation ausführlich dargestellt.

Aus den bearbeiteten Bildern wurde mit dem Programm „Microsoft Movie Maker Version 6.0“ eine Videodatei (Format: WMV) jeder Bilderserie erstellt. Bei der Erstellung wurde eine Anzeigedauer von 0,5 Sekunden pro Bild und eine Übergangszeit zwischen den Bildern von 0,5 Sekunden gewählt. Anschließend wurde das Video mit der Einstellung „Windows Media HD 1080p (PAL) (7,8 Mbit/s)“ gespeichert.

Die detaillierte Auswertung der Bilder erfolgte mit dem Programm „Windows-Fotogalerie“.

Für die anschließende Auswertung wurden folgende *Kriterien* herangezogen:

- Ausbreitung der Livores bei Dokumentationsbeginn
- Form der Livores: klein-, großfleckig, konfluierend?
- Subjektiver Farbeindruck der Leichenflecken
- Dynamische Veränderungen der Leichenflecken im Dokumentationsverlauf
- Beurteilung der Bauchdeckenhöhe zu Beginn und Ende der Dokumentation

Zur Orientierung wurde der fotografierte Bereich in vier Abschnitte eingeteilt:

Abschnitt I: seitlicher Thoraxbereich: Achselhöhle bis seitlich unterer Rippenbogen

Abschnitt II: Flankenbereich: seitlich unterer Rippenbogen bis oberer seitlicher Beckenkamm

Abschnitt III: Gesäßbereich: oberer seitlicher Beckenkamm bis proximaler Oberschenkel

Abschnitt IV: Oberschenkelbereich

Zur Untersuchung der **farblichen** Entwicklung wurden die Rohdaten (RAW) der Bilder verwendet. Hierzu wurde das Programm „Adobe Photoshop CS4 Extended“ genutzt.

Zur Analyse der RGB-Werte wurde ein Bereich auf dem zuletzt aufgenommenen Foto ausgewählt, der einen flächenhaften Bereich mit Leichenflecken zeigte.

Hierbei wurde im Vergleich mit dem ersten Bild der Serie darauf geachtet, einen Bereich zu finden, der zu Beginn eine geringe Ausprägung der Livores zeigte. Anschließend wurden vier Koordinaten ausgewählt, die in dem Bereich der Livores lagen. Diese wurden notiert und in jedem untersuchten Bild wieder aufgesucht. Pro Serie wurde jedes Bild in einem Abstand von zehn Minuten untersucht. Die gewählte Vergrößerung des Bildausschnitts wurde auf 125 % eingestellt. An den ausgewählten Koordinaten wurden die RGB-Werte mit Hilfe der Funktion „Pinzette“ ermittelt. Die Werte wurden in einer selbst erstellten Excel-Datei eingetragen und für jeden Farbraum das arithmetische Mittel gebildet. Auf diese Weise wurde aus den vier Koordinaten ein Wert für jeden Messzeitpunkt ermittelt. Es wurde eine Grafik erstellt, die den Verlauf und die Entwicklung der Farbräume wiedergeben sollte. Hierzu wurden die gemittelten Werte für die RGB-Werte auf der y-Achse aufgetragen und die dazugehörigen Messzeitpunkte auf der x-Achse. (Die jeweiligen Zuordnungen der postmortalen Zeitpunkte zu den Messzeitpunkten erfolgt in den Datentabellen im Ergebnisteil.) Die so erstellte Grafik wurde anschließend zur Auswertung herangezogen. Exemplarisch im Anhang angefügt, ist die genutzte Exceltabelle.

3 Ergebnisse

Überblick

Insgesamt wurden zwölf Leichname untersucht, davon waren fünf weiblich und sieben männlichen Geschlechts. Bis auf ein Leichnam wurden alle Verstorbenen durch einen Rettungswagen in das Institut für Rechtsmedizin in Hamburg-Eppendorf gebracht.

Die Altersspanne der Verstorbenen lag zwischen 43 und 99 Jahren (Mittelwert: 77 Jahre).

In die fotografische Dokumentation wurden nur Leichname einbezogen (bis auf eine Ausnahme), deren Todeszeitpunkt unterhalb von zwei Stunden lag. Der Zeitspanne zwischen Todeseintritt und Beginn der fotografischen Dokumentation lag zwischen 56 Minuten und 2 Stunden und 17 Minuten (Mittelwert: 85 Minuten).

3.1 Erster Leichnam

Der erste untersuchte Leichnam war männlichen Geschlechts und wies ein Alter von 59 Jahren auf. Die Körpergröße betrug 1,70 m und das Körpergewicht lag bei 62,9 kg. Der hieraus errechnete BMI betrug 21,76 kg/m².

Der Mann verstarb am 02.08.2010 um 9.20 Uhr. Die fotografische Dokumentation begann am 10:46 Uhr und endete um 18:53 Uhr desselben Tages. Dies ergibt eine Untersuchungsdauer von 9 Stunden und 33 Minuten.

Die kurz vor Dokumentationsbeginn gemessene Rektaltemperatur betrug 34,0 °C.

Zur Anamnese ist bekannt, dass der Verstorbene bei der Arbeit plötzlich kollabierte und durch den Notarzt zu reanimieren versucht worden war.

Die durchschnittlich gemessene Temperatur während des Aufnahmezeitraums im Untersuchungsraum betrug 12,21°C.

Die durchschnittlich gemessene Luftfeuchtigkeit lag bei 66,77%.

Die Leichenstarre hatte in den Schulter-, Ellenbogen- und Kniegelenken bei Dokumentationsbeginn noch nicht eingesetzt.

Folgende Rasterkoordinaten wurden für die Auswertung ausgewählt:

Tabelle 5: Rasterkoordinaten für Serie Nr. 1

Koordinaten Nr.	Rasterkoordinaten	
1	x: 47,0	y: 18,8
2	x: 47,5	y: 18,8
3	x: 47,0	y: 19,3
4	x: 47,5	y: 19,3

Die Auswertung der RGB-Farbräume basierend auf den oben aufgeführten Rasterkoordinaten ergab folgende Werte:

Tabelle 6: RGB-Werte für Serie Nr. 1

Zeit nach Todeseintritt h:min	x (rot) Messzeitpunkt	Y R-Wert	x (grün) Messzeitpunkt	Y G-Wert	x (blau) Messzeitpunkt	Y B-Wert
1:26	1	156,25	1	150,25	1	140,75
1:36	2	116,5	2	110,5	2	102,75
1:46	3	114	3	106,75	3	102,25
1:56	4	111,5	4	103,25	4	100,25
2:06	5	123,25	5	111,25	5	114
2:16	6	121,75	6	111,25	6	111,75
2:26	7	119,25	7	109	7	110,75
2:36	8	105,25	8	95,5	8	97,25
2:46	9	116,75	9	106,25	9	108,75
2:56	10	115,5	10	104,75	10	108
3:06	11	101,75	11	92	11	96
3:16	12	100,75	12	91	12	95
3:26	13	99,75	13	90,25	13	94,5
3:36	14	99	14	89,5	14	94,5
3:46	15	98,25	15	88,75	15	93,75
3:56	16	97	16	87,75	16	93,25
4:06	17	127,25	17	116	17	123,25
4:16	18	95	18	85,75	18	91,25
4:26	19	94,75	19	87,75	19	89
4:36	20	93,5	20	84,5	20	91
4:46	21	93,5	21	83,75	21	90,5
4:56	22	92,75	22	83,25	22	89,5
5:06	23	92	23	82,5	23	89,5
5:16	24	122	24	110,75	24	120
5:26	25	91,5	25	81,25	25	88
5:36	26	91,25	26	81,25	26	88,75
5:46	27	89,5	27	79,25	27	86,25
5:56	28	89,25	28	79,25	28	85,75
6:06	29	88,75	29	78,25	29	86,25
6:16	30	88,75	30	78,25	30	85,75
6:26	31	118	31	105	31	114,5
6:36	32	87,75	32	76,5	32	84,75
6:46	33	87	33	76	33	84
6:56	34	86,25	34	75,25	34	83
7:06	35	86,25	35	74,5	35	82,75
7:16	36	85,5	36	73,75	36	82,25
7:26	37	113,5	37	99,25	37	110
7:36	38	84,25	38	72,25	38	80,5
7:46	39	84,25	39	71,75	39	80,5
7:56	40	83,75	40	71,25	40	80
8:06	41	83,5	41	70,75	41	78,25

8:16	42	82,75	42	70,25	42	79
8:26	43	82,75	43	69,75	43	77,5
8:36	44	87	44	73,5	44	82,75
8:46	45	82,25	45	68,5	45	76,5
8:56	46	88,75	46	77	46	86,75
9:06	47	80	47	67	47	75,75
9:16	48	80,5	48	67,25	48	76
9:26	49	80,25	49	66,75	49	76
9:33	50	79,25	50	66,25	50	75

Aus diesen Daten wurde folgende Grafik erstellt:

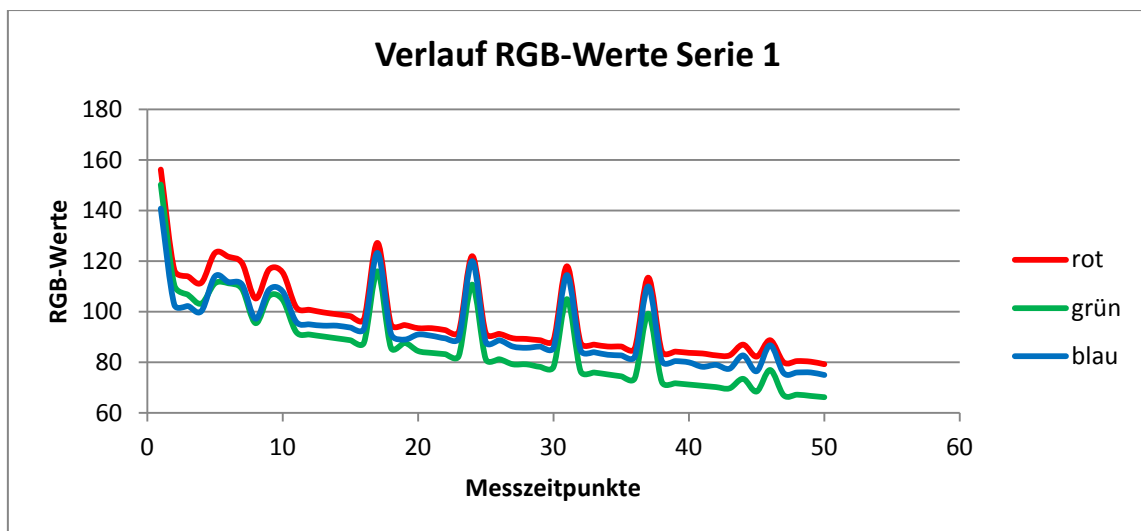


Abbildung 5: Verlauf RGB-Werte der Serie 1

Die Farbwerte zeigten einen abnehmenden Verlauf während der Dokumentation. Durch das Einfügen von Trendlinien ergaben sich folgende Gleichungen für die jeweiligen Farbräume:

Rot: $y(x) = -0,8501x + 119,47$

Blau: $y(x) = -0,7156x + 110,93$

Grün: $y(x) = -0,9559x + 111,42$

Den negativen Steigungen der Gleichungen ist zu entnehmen, dass es zu einer Abnahme der RGB-Zahlenwerte kam. Das Verhältnis der einzelnen RGB-Werte zueinander blieb dabei im Wesentlichen unverändert.

Die dargestellten Peaks der RGB-Werte zu den Messzeitpunkten $x = 17$, $x = 23$, $x = 31$, $x = 37$ sind auf Lichtartefakte zurückzuführen. Einzelheiten siehe Diskussion.

Morphologische Auswertung:

Für die Auswertung der Morphologie der Leichenfleck wurden folgende Komponenten der Grundeinstellungen angepasst.

Tabelle 7: angepasste Komponenten der Grundeinstellung für Serie Nr. 1

Grundeinstellung	gewählte Einstellung
Weißabgleich	Benutzerdefiniert (Mittelwert der „Auto“-Angaben der Gesamtserie)
Farbtemperatur	5000 Kelvin (K)
Farbton ¹	+23
Belichtung ¹	0,00
Reparatur ¹	50
Fülllicht ¹	0
Schwarz ¹	+5
Helligkeit ¹	+50
Kontrast ¹	+68
Klarheit ¹	+38
Dynamik ¹	0
Sättigung ¹	0

¹⁾ Die geänderten Einstellungen besitzen keine Einheit.

Speicherung der Dateien im JPEG-Format und Erstellung einer Video-Datei (WMV-Format). Dauer der Bildübergänge 0,5 Sekunden.

Dokumentationspunkt 1 (1 Stunde und 26 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 1 aus Bilderserie Nr. 1):

Zu Beginn spärliche Leichenflecke von geringer Intensität („Blässe“). Der subjektive Farbeindruck der Livores war rötlich. Die Leichenflecke waren im Bereich der seitlichen Thoraxwand am deutlichsten ausgeprägt. Im Gesäßbereich waren keine Livores erkennbar. Flächenhafte Verteilung der Livores. Eine Einteilung in klein- und großfleckige Anteile war nicht möglich. Keine Aussparungen innerhalb der Leichenflecke erkennbar.

Dokumentationspunkt 2 (2 Stunden und 26 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 2 aus Bilderserie Nr. 1):

Die Leichenflecke zeigten Änderungen bezüglich der Farbgebung und der Ausbreitung. Der subjektive Farbeindruck war rot-bläulich mit mehr Rotanteilen. Zudem hatten sich bis zu diesem Zeitpunkt auch Livores im Gesäßbereich ausgebildet. Im Vergleich zum Dokumentationsbeginn hatten sich im Bereich der seitlichen Thoraxwand hautfarbende Aussparungen innerhalb der Leichenflecke ausgebildet.

Dokumentationspunkt 3 (4 Stunden und 26 Minuten nach Eintritt des Todes, siehe hierzu **Anhang** Abb. 3 aus Bilderserie Nr. 1):

Im Bereich der seitlichen Thoraxhälfte ist im Vergleich zu den vorherigen Aufnahmen keine weitere Dynamik erkennbar. Nunmehr Bildung einer Spiegellinie der Livores im rechten Thoraxbereich.

Im Bereich des Gesäßes Ausbildung einer Aussparung innerhalb der Livores, die eine scharf abgegrenzte dreieckige Form aufwies.

Der subjektive Farbeindruck war weiterhin rötlich-blau.

Dokumentationspunkt 4 (5 Stunden und 26 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 4 aus Bilderserie Nr. 1):

Im Bereich der seitlichen Thoraxseite war die Spiegellinie der Leichenflecke in Richtung Bauchdecke gewandert. Ausbreitung der Livores nach ventral von bereits unterhalb bestehenden Leichenflecken.

Die Farbgebung der Leichenflecke zeigte im Vergleich zu den vorherigen Aufnahmen eine höhere Farbintensität mit einer subjektiv blau-rötlichen Farbgebung.

Im Bereich des Gesäßes eine Vergrößerung der dreieckigen Aussparung. Diese entwickelte sich in dorsaler und ebenso in seitlicher Richtung.

Dokumentationspunkt 5 (6 Stunden und 26 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 5 aus der Bilderserie Nr. 1):

Im Bereich des seitlichen Thorax war die Leichenfleckspiegelinie weiter nach ventral gewandert. Hier Ausbreitung von den bereits bestehenden Livores aus.

Die Farbgebung der Leichenflecke zeigte im Vergleich zu den vorherigen Aufnahmen eine höhere Farbintensität mit subjektiv mehr bläulichen Anteilen.

Die Aussparung im Gesäßbereich hatte sich im Vergleich zu den vorherigen Aufnahmen nicht verändert.

Dokumentationspunkt 6 (7 Stunden und 26 Minuten nach Eintritt des Todes, siehe hierzu **Anhang** Abb. 6 aus der Bilderserie Nr. 1):

Im Bereich des seitlichen Thorax war der Spiegel der Livores noch weiter nach ventral gewandert. Hierbei ging die Ausbreitung von den unterhalb bereits bestehenden Livores aus.

Die subjektive Farbintensität hatte sich nicht verändert.

Im Bereich der Aussparung im Gesäßbereich war das Blut etwas zur Seite gewichen. Hierdurch hatte sich die Fläche der Aussparung etwas vergrößert.

Dokumentationspunkt 7 (8 Stunden und 26 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 7 aus der Bilderserie Nr. 1):

Die Leichenfleckspiegelinie im Vergleich zu den vorherigen Bildern weiter nach ventral verschoben. Über der Spiegelinie jetzt grobfleckige Leichenflecke.

Der subjektive Farbeindruck hatte sich nicht verändert.

Die Aussparung im Gesäßbereich hatte sich weiter vergrößert. Verlagerung der Leichenflecke weiter in die seitliche Richtung.

Dokumentationspunkt 8 (letzte Aufnahme; 9 Stunden und 26 Minuten nach Eintritt des Todes, siehe hierzu **Anhang** Abb. 8 aus der Bilderserie Nr. 1):

Die Spiegelinie im seitlichen Thoraxbereich hatte sich noch weiter nach ventral verlagert. Über der Linie neugebildete teilweise klein- und grobfleckige Leichenflecke.

Die subjektive Farbgebung hatte sich nicht verändert.

Im Bereich der Aussparung keine Veränderungen.

Im Verlauf der Dokumentation ein geringes Absinken der Bauchdecke.

Weiterhin dunkler werdende Farbgebung im Verlauf der Dokumentation.

3.2 Zweiter Leichnam

Bei der zweiten untersuchten Leiche handelte es sich um eine 99-jährige Frau. Sie war 1,53 m groß und wog 53 kg. Daraus ergab sich ein BMI von 22,64 kg/m².

Die Frau verstarb am 19.08.2010 um 12:03 Uhr in der zentralen Notaufnahme des Universitätsklinikum-Eppendorf.

Die fotografische Dokumentation wurde um 13:03 Uhr gestartet und um 21:00 Uhr desselben Abends beendet. Dies ergibt eine Untersuchungsdauer von 7 Stunden und 57 Minuten.

Die Rektaltemperatur wurde aufgrund eines technischen Defektes nicht gemessen.

Zur Anamnese ist bekannt, dass die Verstorbene mit einer hypertensiven Krise und einer Exsikkose eingeliefert worden war. Während der beginnenden Diagnostik erlitt die Patientin einen Herzstillstand und verstarb.

Die durchschnittlich gemessene Temperatur während des Aufnahmezeitraumes im Untersuchungsraum betrug 11,98°C.

Die durchschnittlich gemessene Luftfeuchtigkeit lag bei 66,94%.

Die Leichenstarre hatte in den Schulter-, Ellenbogen- und Kniegelenken zu Beginn der Dokumentation noch nicht eingesetzt.

Folgende Rasterkoordinaten wurden für die Auswertung gewählt:

Tabelle 8: Rasterkoordinaten der Serie Nr. 2

Koordinaten Nr.	Rasterkoordinaten	
1	x: 20,6	y: 18,5
2	x: 21,0	y: 18,5
3	x: 20,6	y: 19,0
4	x: 21,0	y: 19,0

Die Auswertung der RGB-Farbräume basierend auf den oben aufgeführten Rasterkoordinaten ergab folgende Werte:

Tabelle 9: RGB-Werte für Serie 2

Zeit nach Todeseintritt h:min	x (rot) Messzeitpunkt	Y R-Wert	x (grün) Messzeitpunkt	Y G-Wert	x (blau) Messzeitpunkt	Y B-Wert
1:00	1	167,25	1	158,75	1	151,25
1:09	2	163,75	2	153,75	2	148,75
1:19	3	161,5	3	150	3	148
1:29	4	162,75	4	150,75	4	149,5
1:39	5	161,75	5	148,75	5	147,25
1:49	6	157,5	6	144,5	6	145,5
1:59	7	149	7	135,75	7	135,75
2:09	8	153,5	8	138,75	8	138
2:19	9	151,25	9	136,25	9	135,5
2:29	10	149	10	134	10	133
2:39	11	146,75	11	132	11	132
2:49	12	145,5	12	130,75	12	131,5
2:59	13	145,75	13	129,75	13	131,5

3:09	14	146	14	129,75	14	130,25
3:19	15	144,5	15	128,5	15	129,25
3:29	16	145,5	16	129,25	16	130
3:39	17	144,5	17	129	17	130,5
3:49	18	143,25	18	127,25	18	129,75
3:59	19	143,25	19	127	19	127,75
4:09	20	142	20	126	20	128,5
4:19	21	143,25	21	126,25	21	129
4:29	22	164,5	22	147,5	22	149,5
4:39	23	163,5	23	146,75	23	148,25
4:49	24	136	24	119,5	24	121,25
4:59	25	163,25	25	146,5	25	150
5:09	26	142	26	125,25	26	128,5
5:19	27	141,75	27	124,5	27	128,5
5:29	28	163,75	28	146,25	28	143,75
5:39	29	136	29	118,75	29	121
5:49	30	161,75	30	144,5	30	148
5:59	31	141,75	31	124,5	31	128,5
6:09	32	138,5	32	121,75	32	125
6:19	33	162,25	33	144,25	33	147,25
6:29	34	140,75	34	123	34	124,75
6:39	35	162	35	144,25	35	148,5
6:49	36	161,25	36	144	36	148,5
6:59	37	161,5	37	143,25	37	147,25
7:09	38	140,75	38	122,25	38	126
7:19	39	141,25	39	123,5	39	128,25
7:29	40	139,75	40	122,25	40	126,75
7:39	41	140,5	41	121,5	41	125,75
7:49	42	140,25	42	121,75	42	125,5
7:59	43	139,75	43	121,5	43	126,5
8:09	44	140	44	121,75	44	125,5
8:19	45	138	45	120	45	125,75
8:29	46	132,75	46	115	46	118,5
8:39	47	159	47	140,75	47	146,5
8:49	48	136,5	48	118,5	48	123,75
8:57	49	138	49	118,75	49	123,5

Aus diesen Daten wurde folgende Grafik erstellt:

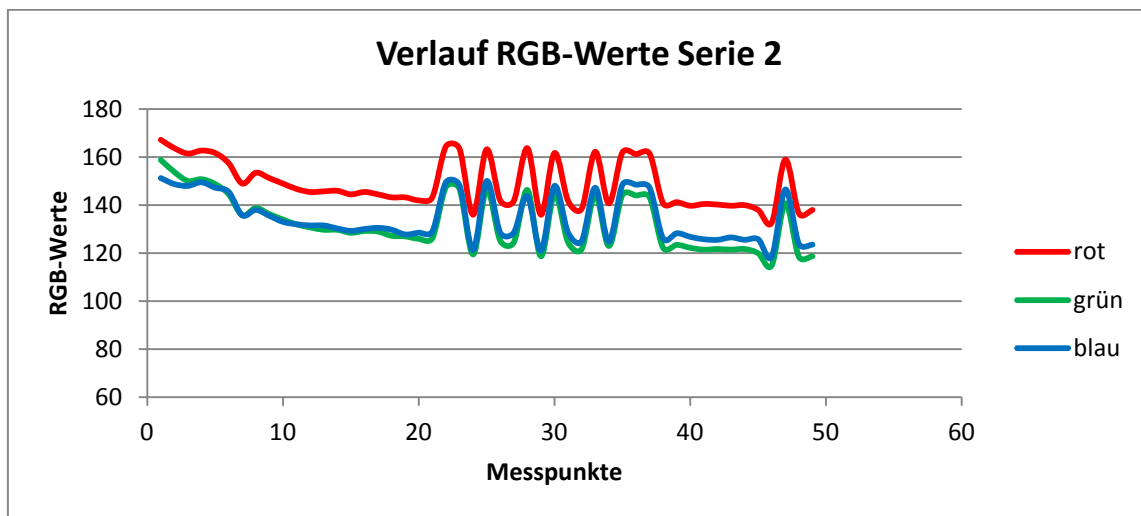


Abbildung 6: Verlauf RGB-Werte Serie 2

Die Farbwerte nahmen im Dokumentationsverlauf ab.

Durch Einfügen von Trendlinien ergaben sich folgende Gleichungen für die jeweiligen Farbräume:

Rot: $y(x) = -0,3106x + 156,63$

Blau: $y(x) = -0,2889x + 141,78$

Grün: $y(x) = -0,4501x + 143,88$

Die negativen Steigungen der Gleichungen zeigen, dass es zu einem abnehmenden Verlauf der RGB-Zahlenwerte kam. Das Verhältnis der RGB-Werte zueinander blieb im Wesentlichen unverändert.

Die dargestellten Peaks der RGB-Werte zwischen den Messzeitpunkten $x = 22$ und $x = 36$ sind auf Lichtartefakte zurückzuführen. Einzelheiten siehe Diskussion.

Morphologische Auswertung:

Für die Auswertung der Morphologie der Leichenflecke wurden folgende Komponenten der Grundeinstellungen angepasst.

Tabelle 10: angepasste Komponenten der Grundeinstellung für Serie Nr. 2

Grundeinstellung	gewählte Einstellung
Weißabgleich	Benutzerdefiniert (Mittelwert aus „Auto“-Angaben der Gesamtserie)
Farbtemperatur	4750 K
Farbton	+21
Belichtung	0,00
Reparatur	60
Fülllicht	0
Schwarz	+5
Helligkeit	+50
Kontrast	+50
Klarheit	+60
Dynamik	0
Sättigung	0

Speicherung der Dateien im JPEG-Format und Erstellung einer Video-Datei (WMV-Format). Dauer der Bildübergänge 0,5 Sekunden.

Dokumentationspunkt 1 (60 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 1 aus der Bilderserie Nr. 2):

Zu Beginn zeigten sich mäßig ausgebildete Leichenflecke im Bereich des seitlichen Thorax und des Gesäßes. Deutlichste Ausprägung im Gesäßbereich.

Die Leichenflecke waren von geringer Intensität („Blässe“) und der subjektive Farbeindruck war rot-blau mit mehr Rotanteilen.

Einteilung in klein- und grobfleckige Anteile nicht möglich.

Keine Aussparungen erkennbar.

Dokumentationspunkt 2 (2 Stunden nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 2 aus der Bilderserie Nr. 2):

Zunehmende Ausbreitung der Leichenflecke im Achselbereich.

Es ließ sich eine Spiegellinie im Bereich des seitlichen Thorax ausmachen.

Geringe Intensität der Livores („Blässe“). Der subjektive Farbeindruck war blau-rötlich mit mehr Blauanteilen.

Keine Aussparungen innerhalb der Leichenflecke erkennbar.

Dokumentationspunkt 3 (3 Stunden nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 3 aus der Bilderserie Nr. 2):

Keine Veränderung der Ausprägung der Livores. Unveränderte Lokalisation der Spiegellinie.

Weiterhin keine Veränderung bezüglich Intensität und subjektiven Farbeindruck der Livores.

Keine Aussparungen erkennbar.

Dokumentationspunkt 4 (5 Stunden und 10 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 4 aus der Bilderserie Nr. 2):

Keine Veränderungen bezüglich Ausprägung und Spiegellinie der Livores.

Es zeigte sich eine geringe Intensitätszunahme der Leichenflecke. Der subjektive Farbeindruck blieb unverändert.

Keine Aussparungen erkennbar.

Dokumentationspunkt 5 (letzte Aufnahme; 8 Stunden und 50 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 5 aus der Bilderserie Nr. 2):

Keine Veränderungen bezüglich der Spiegellinie und der Ausprägung der Livores erkennbar.

Leichte Intensitätszunahme der Leichenflecke. Der subjektive Farbeindruck blieb unverändert blau-rot.

Aussparungen waren nicht erkennbar.

Im Verlauf der Dokumentation ein geringes Absinken der Bauchdecke.

Weiterhin dunkler werdende Farbgebung im Verlauf der Dokumentation.

3.3 Dritter Leichnam

Der dritte untersuchte Leichnam war ein 87 jähriger Mann. Die Körpergröße betrug 1,67 m und das Körpergewicht 89,0 kg. Der daraus errechnete BMI betrug 31,91 kg/m².

Der Mann verstarb am 24.08.2010 um 9:45 Uhr und die fotografische Dokumentation begann um 11:08 Uhr. Sie wurde um 19:27 Uhr desselben Tages beendet. Dies ergibt eine Untersuchungsdauer von 8 Stunden und 19 Minuten.

Die kurz vor Dokumentationsbeginn gemessene Rektaltemperatur um 11:05 Uhr betrug 35,7 °C.

Zur Anamnese ist bekannt, dass der Verstorbene in einem Einkaufszentrum kollabiert und verstorben war. Der Leichnam wies Zeichen stattgehabter Reanimationsversuche auf.

Die durchschnittlich gemessene Temperatur während des Aufnahmezeitraums im Untersuchungsraum betrug 13,13°C.

Die durchschnittlich gemessene Luftfeuchtigkeit lag bei 61,37%.

Die Leichenstarre hatte in den Schulter-, Ellenbogen- und Kniegelenken noch nicht eingesetzt.

Folgende Rasterkoordinaten wurden für die Auswertung ausgewählt:

Tabelle 11: Rasterkoordinaten für Serie Nr. 3

Koordinaten Nr.	Rasterkoordinaten	
1	x: 23,2	y: 17,7
2	x: 23,7	y: 17,7
3	x: 23,2	y: 18,2
4	x: 23,7	y: 18,2

Die Auswertung der RGB-Farbräume basierend auf den oben aufgeführten Rasterkoordinaten ergab folgende Werte:

Tabelle 12: RGB-Werte Serie 3

Zeit nach Todeseintritt h:min	x (rot) Messzeitpunkt	Y R-Wert	x (grün) Messzeitpunkt	Y G-Wert	x (blau) Messzeitpunkt	Y B-Wert
1:23	1	116	1	104,25	1	117
1:32	2	125,75	2	114,5	2	129,5
1:42	3	122	3	110,75	3	124,75
1:52	4	122,75	4	111	4	126
2:02	5	128	5	116,25	5	131,75
2:12	6	120,5	6	109,25	6	124,75
2:22	7	126,5	7	114,25	7	130,5
2:32	8	126,5	8	114,75	8	130,5
2:42	9	138,75	9	125,75	9	142,75
2:52	10	124,75	10	113,25	10	129,5
3:02	11	126,5	11	114,5	11	130,5
3:12	12	125,75	12	114,25	12	130,75
3:22	13	125	13	113,25	13	129,75
3:32	14	125	14	113,25	14	129,75

3:42	15	125,25	15	113,5	15	130,25
3:52	16	118,25	16	107,25	16	123
4:02	17	123,5	17	112	17	128,25
4:12	18	117	18	105,5	18	121,75
4:22	19	117,5	19	106,25	19	122,25
4:32	20	135,75	20	123	20	141,25
4:42	21	116,5	21	105,5	21	121,25
4:52	22	124,25	22	112,25	22	129,25
5:02	23	123,75	23	111,75	23	129
5:12	24	123,5	24	111,25	24	129
5:22	25	116,25	25	105	25	121,25
5:32	26	123,5	26	111,25	26	128,5
5:42	27	116,75	27	105,25	27	122
5:52	28	134,5	28	121,75	28	140,75
6:02	29	122,75	29	110,5	29	128
6:12	30	123,25	30	111,5	30	128,5
6:22	31	116,25	31	104,75	31	121,5
6:32	32	123	32	111	32	128,75
6:42	33	135,5	33	122,5	33	141,5
6:52	34	123	34	110,5	34	128,5
7:02	35	116,75	35	105,25	35	122
7:12	36	115,75	36	104	36	121,5
7:22	37	121,5	37	109,25	37	127,5
7:32	38	122	38	110	38	127,75
7:42	39	121,75	39	109,5	39	127,5
7:52	40	115,5	40	103,75	40	120,75
8:02	41	115	41	103,5	41	121,25
8:12	42	132,25	42	119,25	42	138,5
8:22	43	121,25	43	109	43	127,25
8:32	44	121,25	44	109	44	127,5
8:42	45	120,5	45	108,5	45	126,5
8:52	46	120,25	46	108,25	46	126,5
9:02	47	120,75	47	108,5	47	126,75
9:12	48	132,25	48	118,75	48	139
9:22	49	132	49	118,5	49	138,5
9:32	50	120,5	50	108,25	50	126,5
9:42	51	130,5	51	117,75	51	138

Aus diesen Daten wurde folgende Grafik erstellt:

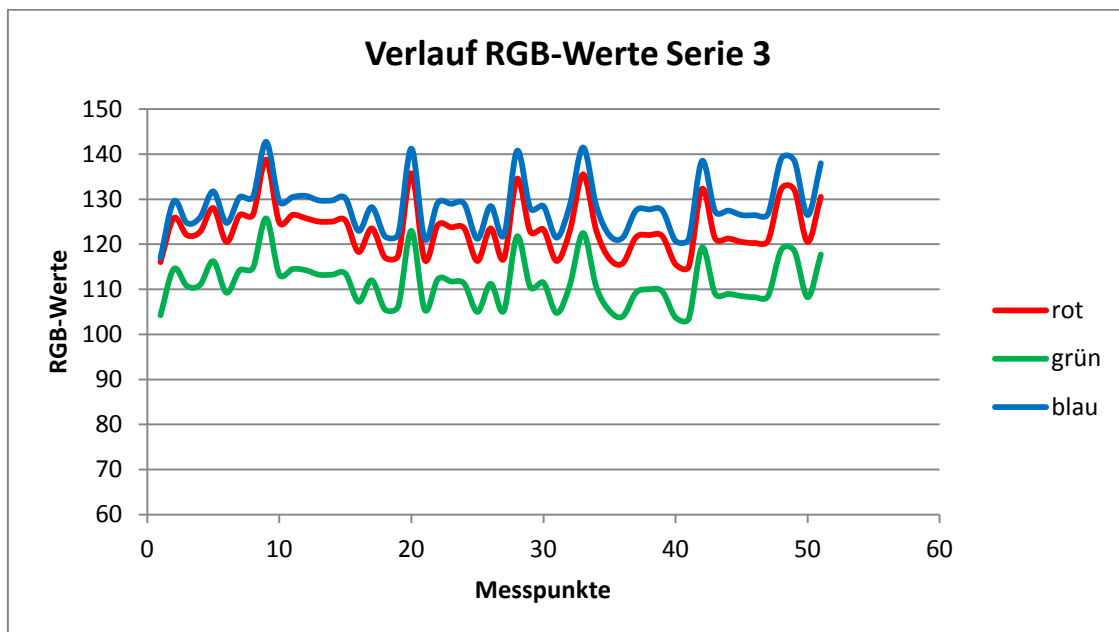


Abbildung 7: Verlauf RGB-Werte Serie 3

Die Farbwerte zeigten einen gleichbleibenden Verlauf während der Dokumentation.

Durch Einfügen einer Trendlinie ergaben sich folgende Gleichungen für die einzelnen Farbräume:

Rot: $y(x) = -0,0251x + 124,05$

Blau: $y(x) = 0,0394x + 127,51$

Grün: $y(x) = -0,0448x + 112,59$

Den Gleichungen ist zu entnehmen, dass es kaum Änderungen der RGB-Werte gab.

Die dargestellten Peaks der RGB-Werte im gesamten Verlauf sind auf Lichtartefakte zurückzuführen. Einzelheiten siehe Diskussion.

Das Verhältnis der RGB-Werte zueinander blieb im Wesentlichen unverändert.

Morphologische Auswertung:

Für die Auswertung der Morphologie der Leichenfleck wurden folgende Komponenten der Grundeinstellungen angepasst.

Tabelle 13: angepasste Komponenten der Grundeinstellung für Serie Nr. 3

Grundeinstellung	gewählte Einstellung
Weißabgleich	Benutzerdefiniert (Mittelwert aus „Auto“-Angaben der Gesamtserie)
Farbtemperatur	4700 K
Farbton	+17
Belichtung	0,00
Reparatur	0
Fülllicht	0
Schwarz	+5
Helligkeit	+50
Kontrast	+47
Klarheit	+55
Dynamik	0
Sättigung	0

Speicherung der Dateien im JPEG-Format und Erstellung einer Video-Datei (WMV-Format). Dauer der Bildübergänge 0,5 Sekunden.

Dokumentationspunkt 1 (1 Stunde und 23 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 1 aus der Bilderserie 3):

Zu Beginn zeigte sich eine deutliche Ausprägung der Leichenflecke im Bereich des seitlichen Thorax mit grobfleckigen Anteilen nach ventral.

Im Gesäßbereich zeigte sich eine flächige bläuliche Färbung.

Insgesamt hohe Intensität der Livores. Der subjektive Farbeindruck war blau-rot.

Keine Aussparungen innerhalb der Leichenflecke.

Dokumentationspunkt 2 (2 Stunden und 22 Minuten Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 2 aus der Bilderserie Nr. 3):

Die Leichenflecke hatten sich im seitlichen Thoraxbereich nach dorsal verlagert. Nach ventral hatten die grobfleckigen Anteile der Livores zugenommen.

Im ventralen Bereich Intensitätsabnahme der Livores. Keine Veränderung im dorsalen Bereich. Kein Auftreten neuer Livores.

In übrigen Bereichen keine Veränderungen bezüglich Intensität und Farbeindruck.

Keine Aussparungen erkennbar.

Dokumentationspunkt 3 (3 Stunden und 22 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 3 aus der Bilderserie Nr. 3).

Keine dynamischen Veränderungen in der Ausprägung der Livores.

Keine Veränderungen bezüglich Intensität und Farbeindruck der Livores.

Keine Aussparungen erkennbar.

Dokumentationspunkt 4 (5 Stunden und 22 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 4 aus der Bilderserie Nr. 3):

Keine Veränderungen bezüglich Ausprägung und Aussparungen der Livores.

Zunahme der Intensität der Livores. Der subjektive Farbeindruck blieb unverändert bestehen.

Dokumentationspunkt 5 (letzte Aufnahme; 9 Stunden und 42 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 5 aus der Bilderserie Nr. 3):

Es zeigten sich keine Veränderungen der Livores. Die Farbintensität und der subjektive Farbeindruck blieben unverändert.

Die Bestimmung einer Spiegellinie der Livores war nicht möglich.

Im Verlauf der Dokumentation eine leichte Anhebung der Bauchdecke.

3.4 Vierter Leichnam

Bei der vierten Leiche handelte es sich ebenfalls um einen Mann. Er war 63 Jahre alt. Die Körpergröße betrug 1,85 m und das Körpergewicht lag bei 85 kg. Der aus diesen Angaben berechnete BMI betrug $24,84 \text{ kg/m}^2$.

Der Mann verstarb am 03.09.2010 um 11:05 Uhr und die fotografische Dokumentation wurde um 12:56 Uhr desselben Tages gestartet. Um 21:08 Uhr desselben Abends wurde sie beendet. Dies ergibt eine Untersuchungsdauer von 8 Stunden und 12 Minuten.

Die vor Dokumentationsbeginn gemessene Rektaltemperatur um 12:45 Uhr lag bei $33,5^\circ\text{C}$.

Zur Anamnese ist bekannt, dass der Verstorbene auf einem Friedhof kollabiert war und anschließend dort verstorben ist. Als Besonderheit ist zu erwähnen, dass das linke Bein auf Höhe des Oberschenkels amputiert war. Das fehlende Bein war durch eine Prothese ersetzt.

Die durchschnittlich gemessene Temperatur während des Aufnahmezeitraumes in dem Untersuchungsraum betrug $12,06^\circ\text{C}$.

Die durchschnittlich gemessene relative Luftfeuchtigkeit lag bei 59,62 %.

Die Leichenstarre hatte in den Schulter-, Ellenbogen- und Kniegelenken noch nicht eingesetzt.

Folgende Rasterkoordinaten wurden für die Auswertung ausgewählt:

Tabelle 14: Rasterkoordinaten für Serie Nr. 4

Koordinaten Nr.	Rasterkoordinaten	
1	x: 24,2	y: 19,8
2	x: 24,7	y: 19,8
3	x: 24,2	y: 20,1
4	x: 24,7	y: 20,1

Die Auswertung der RGB-Farbräume basierend auf den oben aufgeführten Rasterkoordinaten ergab folgende Werte:

Tabelle 15: RGB-Werte Serie Nr. 4

Zeit nach Todeseintritt h:min	x (rot) Messzeitpunkt	Y R-Wert	x (grün) Messzeitpunkt	Y G-Wert	x (blau) Messzeitpunkt	Y B-Wert
1:51	1	137,5	1	133,25	1	141,75
2:01	2	135,75	2	132	2	139,25
2:11	3	138,25	3	133,5	3	142
2:21	4	136,75	4	132,25	4	141
2:31	5	136,75	5	132,25	5	141,25
2:41	6	136,25	6	131,5	6	140,75
2:51	7	135	7	130,5	7	140
3:01	8	134,5	8	130,25	8	140,25
3:11	9	133,5	9	128,5	9	138,25
3:21	10	133	10	128,5	10	138,75
3:31	11	134,25	11	129	11	140
3:41	12	132,5	12	127,5	12	138,25

3:51	13	132	13	127,25	13	137,75
4:01	14	132,5	14	127,75	14	138,75
4:11	15	131,5	15	126,75	15	138,25
4:21	16	132	16	126,75	16	138,25
4:31	17	131,75	17	126,25	17	138
4:41	18	131,75	18	126,25	18	138
4:51	19	131,5	19	126	19	138
5:01	20	130,75	20	125,25	20	137,5
5:11	21	129	21	123,75	21	135,5
5:21	22	130,25	22	124,5	22	137
5:31	23	128,75	23	123	23	135,5
5:41	24	128,25	24	122,5	24	135,25
5:51	25	128,75	25	123	25	136,5
6:01	26	128,75	26	123	26	136
6:11	27	128,25	27	122	27	135,75
6:21	28	127,25	28	121,25	28	134,5
6:31	29	126,75	29	120,5	29	135
6:41	30	126	30	119,5	30	133,25
6:51	31	125,25	31	119	31	133
7:01	32	125,25	32	118,5	32	132,75
7:11	33	124	33	117,25	33	131,75
7:21	34	124	34	116,5	34	132,5
7:31	35	123,25	35	115,75	35	131
7:41	36	123	36	115,75	36	131,25
7:51	37	122,5	37	115	37	131
8:01	38	121,25	38	113,25	38	130,25
8:11	39	119,5	39	111,75	39	128,5
8:21	40	119	40	110,25	40	126,5
8:31	41	118,25	41	109,25	41	125,75
8:41	42	117	42	108,5	42	125,5
8:51	43	117	43	107,5	43	125,5
9:01	44	116,5	44	107	44	124,5
9:11	45	116,25	45	106,25	45	124,5
9:21	46	115,75	46	105,25	46	123,25
9:31	47	115,5	47	105,25	47	122,5
9:41	48	114,5	48	103,75	48	122,25
9:51	49	113,75	49	102,75	49	121,5
10:01	50	113,5	50	101,75	50	121,25
10:03	51	112,75	51	101,5	51	120,75

Aus diesen Daten wurde folgende Grafik erstellt:

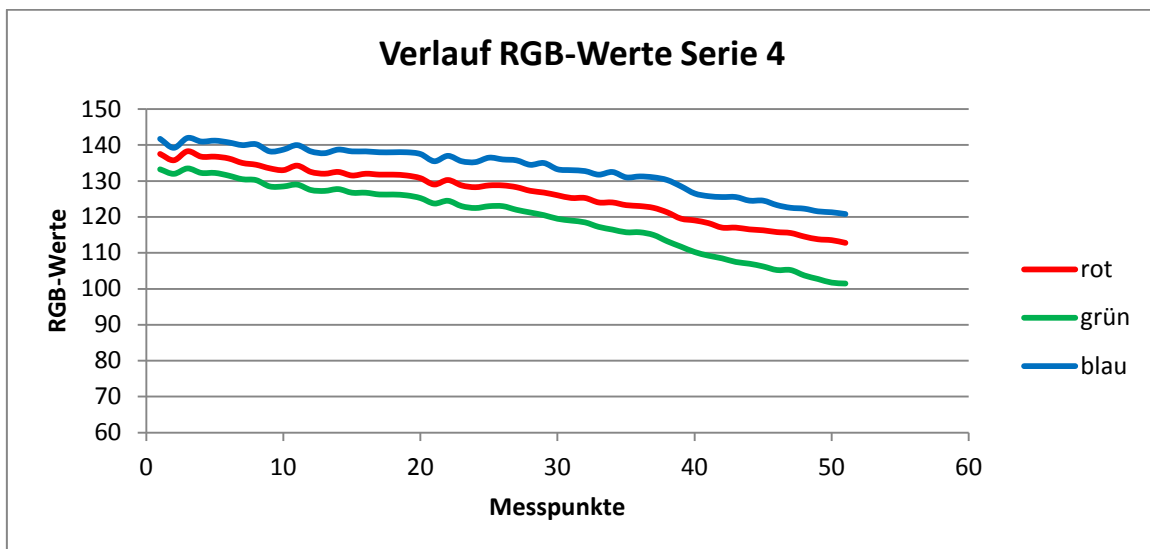


Abbildung 8: Verlauf RGB-Werte Serie 4

Die Grafik zeigt, dass die Farbwerte im Verlauf der Dokumentation abnehmen. Durch Einfügen einer Trendlinie ließen sich folgende Formeln für die einzelnen Farbräume erstellen:

Blau: $y(x) = -0,412x + 144,16$

Rot: $y(x) = -0,4943x + 139,47$

Grün: $y(x) = -0,632x + 136,35$

Den negativen Steigungen der Gleichungen lässt sich entnehmen, dass es zu einem abnehmenden Verlauf der RGB-Werte kam. Das Verhältnis der Werte zueinander blieb im Wesentlichen unverändert.

Morphologische Auswertung:

Für die Auswertung der Morphologie der Leichenfleck wurden folgende Komponenten der Grundeinstellungen angepasst.

Tabelle 16: angepasste Komponenten der Grundeinstellung für Serie Nr. 4

Grundeinstellung	gewählte Einstellung
Weißabgleich	Benutzerdefiniert (Mittelwert aus „Auto“-Angaben der Gesamtserie)
Farbtemperatur	4700 K
Farbton	+24
Belichtung	0,00
Reparatur	64
Fülllicht	0
Schwarz	+5
Helligkeit	+50
Kontrast	+71
Klarheit	+73
Dynamik	0
Sättigung	0

Speicherung der Dateien im JPEG-Format und einer Video-Datei (WMV-Format). Dauer der Bildübergänge 0,5 Sekunden.

Dokumentationspunkt 1 (1 Stunde und 51 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 1 aus der Bilderserie Nr. 4):

Bei Dokumentationsbeginn spärlich ausgebildete Leichenflecke im Bereich des Übergangs vom Rücken zum seitlichen Thorax. Deutlichste Ausprägung der Livores im Flankenbereich. Die Totenflecke waren zum Teil noch nicht konfluiert und zeigten grobfleckige Anteile.

Im Gesäßbereich schwach ausgebildete Leichenflecke. Außerdem waren Kleidungsabdrücke zu erkennen.

Größte Intensität der Livores im Flanken- und oberen Gesäßbereich.

Der subjektive Farbeindruck im seitlichen Thoraxbereich war rot-blau und im Flankenbereich blau-rot.

Keine Aussparungen innerhalb der Leichenflecke erkennbar.

Dokumentationspunkt 2 (2 Stunden und 21 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 2 aus der Bilderserie Nr. 4):

Es war eine große Dynamik in der Ausprägung der Leichenflecke zu beobachten. Im Flankenbereich wanderten die Livores in Richtung Gesäß unter Bildung einer Aussparung. Eine weitere Aussparung entstand im Bereich des proximalen Oberschenkels.

Die Livores am seitlichen Thorax imponierten weiterhin als grobfleckig und hatten sich ebenfalls in Richtung Gesäß verlagert.

Kleidungsabdrücke im Gesäßbereich weiterhin erkennbar.

Größte Intensität der Livores weiterhin im Flanken- und oberen Gesäßbereich.

Der subjektive Farbeindruck blieb unverändert.

Dokumentationspunkt 3 (2 Stunden und 51 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 3 aus der Bilderserie Nr. 4):

Zusammenfließen der Livores im Gesäßbereich. Die Aussparung im proximalen Bereich des Oberschenkels zeigte eine Formveränderung. Sie weitete sich in dorsaler Richtung aus. Die Livores in diesem Hautbereich bildeten sich zurück. Die Aussparung im Flankenbereich hatte sich nicht verändert.

Weiterhin grobfleckige Form der Livores am seitlichen Thorax.

Zunahme der Intensität der Livores im Gesäßbereich.

Der subjektive Farbeindruck zeigte eine Zunahme der Blautöne.

Dokumentationspunkt 4 (3 Stunden und 21 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 4 aus der Bilderserie Nr. 4):

Die Livores um die Aussparung im proximalen Oberschenkelbereich herum, wanderten aufeinander zu und konfluieren. Verkleinerung des ausgesparten Bereiches.

Die Leichenflecke um die Aussparung im Flankenbereich herum wanderten ebenfalls aufeinander zu, sodass die dort ausgesparte Fläche ebenfalls kleiner wurde.

Keine Dynamik im oberen Bereich des seitlichen Thorax. Die Leichenflecke waren dort weiterhin grobfleckig.

Keine Veränderungen bezüglich der Intensität und des subjektiven Farbeindrucks.

Dokumentationspunkt 5 (3 Stunden und 51 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 5 aus der Bilderserie Nr. 4):

Weitere Verkleinerung der flächigen Aussparung im proximalen Oberschenkelbereich. Zunehmendes Konfluieren der Livores in diesem Bereich.

Im Bereich der proximalen Gesäßhälfte Bildung einer neuen flächigen Aussparung. Die Livores waren nach dorsal und seitwärts abgeflossen. Entstehung einer rechteckigen hellen Aussparung.

Keine Formveränderungen der Aussparung im Flankenbereich.

Ebenfalls keine Veränderungen im oberen seitlichen Thoraxbereich.

Keine Veränderungen bezüglich der Intensität des subjektiven Farbeindrucks.

Dokumentationspunkt 6 (4 Stunden und 51 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 6 aus der Bilderserie Nr. 4):

Nahezu vollständiges Konfluieren der Leichenflecke im proximalen Oberschenkelbereich. Die Aussparung in diesem Bereich nur noch schwach erkennbar.

Vergrößerung der Aussparung im proximalen Gesäßbereich. Zunehmende seitliche Wanderung der Livores in diesem Bereich.

Im Flankenbereich war das Blut wieder in den Bereich der Aussparung geflossen. Hier nun livide Verfärbungen innerhalb der ausgesparten Fläche zu erkennen.

Im Bereich des oberen seitlichen Thorax war das Blut nach dorsal geflossen. Dort grobfleckige und konfluierende Anteile, sowie eine Intensitätszunahme. Der subjektive Farbeindruck war blau-rot.

Dokumentationspunkt 7 (5 Stunden und 51 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 7 aus der Bilderserie Nr. 4):

Keine Veränderungen im proximalen Oberschenkelbereich.

Zunehmende Bildung von Livores in der Aussparung im Bereich der proximalen Gesäßhälfte. Umrisse der Aussparung weiterhin erkennbar.

Keine dynamische Veränderung der Aussparung im Flankenbereich.

Ebenfalls keine Veränderungen im Bereich des oberen seitlichen Thorax.

Intensität und subjektiver Farbeindruck blieben unverändert.

Dokumentationspunkt 8 (6 Stunden und 51 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 8 aus der Bilderserie Nr. 4):

Insgesamt keine großen dynamischen Veränderungen der Livores.

Weitere Ausbildung von Livores in der Aussparung an der proximalen Gesäßhälfte.

Intensität und subjektiver Farbeindruck blieben unverändert.

Der Dokumentationspunkt 9 (7 Stunden und 51 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 9 aus der Bilderserie Nr. 4):

Die Livores in der Aussparung am proximalen Gesäßbereich waren in seitlicher Richtung abgeflossen. Dadurch leichte Vergrößerung der Aussparung.

Keine weiteren Veränderungen.

Intensität und Farbeindruck blieben ebenfalls unverändert.

Dokumentationspunkt 10 (10 Stunden und 3 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 10 aus der Bilderserie Nr. 4):

Die Livores innerhalb der Aussparungen im Übergang Gesäß- und Flankenbereich hatten sich wieder etwas in die ausgesparte Fläche bewegt. Die ausgesparten Flächen waren nun im Vergleich zu vorherigen Aufnahmen etwas dunkler, aber noch erkennbar.

Im Bereich des oberen seitlichen Thorax Verlagerung der Totenflecke weiter nach dorsal. Intensitätszunahme der Livores in diesem Bereich. Der subjektive

Farbeindruck zeigte eine Zunahme der Blautöne. Hier konfluerte und grobfleckige Livores nebeneinander.

Spiegellinie auf Höhe der mittleren Axillarlinie vorhanden.

Im Verlauf der Dokumentation keine Veränderung der Bauchdeckenhöhe.

Weiterhin dunkler werdende Farbgebung im Verlauf der Dokumentation.

3.5 Fünfter Leichnam

Bei der fünften untersuchten Leiche handelte es sich um eine 91jährige Frau. Die Körpergröße betrug 1,63 m und das Körpergewicht lag bei 80 kg. Dies ergibt einen BMI von 30,11 kg/m².

Die Frau verstarb am 16.09.2010 um 11:02 Uhr und die fotografische Dokumentation wurde um 12:33 Uhr desselben Tages gestartet. Beendet wurde sie um 20:36 Uhr. Dies ergibt eine Untersuchungsdauer von 8 Stunden und 03 Minuten.

Die gemessene Rektaltemperatur um 12:15 Uhr betrug 35,8°C.

Zur Anamnese ist bekannt, dass die Frau in einem Pflegeheim reaktionslos in ihrem Bett aufgefunden wurde. Sie verstarb im Rettungswagen unter Reanimationsmaßnahmen.

Die durchschnittlich gemessene Temperatur während des Aufnahmezeitraumes im Untersuchungsraum betrug 11,99°C.

Die durchschnittlich gemessene Luftfeuchtigkeit lag bei 62,77%.

Die Leichenstarre hatte in den Schulter-, Ellenbogen- und Kniegelenken bei Dokumentationsbeginn noch nicht eingesetzt.

Folgende Rasterkoordinaten wurden für die Auswertung ausgewählt:

Tabelle 17: Rasterkoordinaten für Serie Nr. 5

Koordinaten Nr.	Rasterkoordinaten	
1	x: 22,0	y: 19,5
2	x: 22,5	y: 19,5
3	x: 22,0	y: 20,0
4	x: 22,5	y: 20,0

Die Auswertung der RGB-Farbräume basierend auf den oben aufgeführten Rasterkoordinaten ergab folgende Werte:

Tabelle 18: RGB-Werte Serie 5

Zeit nach Todeseintritt h:min	x (rot) Messzeitpunkt	Y R-Wert	x (grün) Messzeitpunkt	Y G-Wert	x (blau) Messzeitpunkt	Y B-Wert
1:31	1	139,25	1	130,25	1	132,25
1:41	2	153	2	143,25	2	146
1:51	3	138	3	127,75	3	130,5
2:01	4	137	4	126,5	4	129,75
2:11	5	136	5	125	5	128,75
2:21	6	134,5	6	124	6	126,5
2:31	7	133,75	7	123,25	7	126,75
2:41	8	133,25	8	122,75	8	126,5

2:51	9	133,25	9	122,5	9	127
3:01	10	152,75	10	141,75	10	145,5
3:11	11	133,5	11	123	11	126,5
3:21	12	133	12	122,25	12	127,25
3:31	13	132,5	13	122,5	13	126,5
3:41	14	132,75	14	122,75	14	126,75
3:51	15	133,75	15	123	15	126,75
4:01	16	133,5	16	122,75	16	127
4:11	17	152	17	141,25	17	145,5
4:21	18	132	18	121,75	18	125,75
4:31	19	131,75	19	121,75	19	124,75
4:41	20	132	20	121,25	20	125,75
4:51	21	132,25	21	121,75	21	126
5:01	22	139	22	129	22	132,75
5:11	23	132	23	121,75	23	126
5:21	24	132,5	24	121,75	24	126,5
5:31	25	132,25	25	121,5	25	125,75
5:41	26	132	26	121	26	125,5
5:51	27	151	27	140,25	27	144,5
6:01	28	131,75	28	121,25	28	126
6:11	29	131,5	29	121	29	125
6:21	30	132	30	121,25	30	125
6:31	31	132,25	31	121,5	31	125,75
6:41	32	131	32	120,25	32	125,5
6:51	33	132	33	121	33	125,25
7:01	34	131,25	34	120,5	34	125
7:11	35	130,75	35	119,75	35	124
7:21	36	130,25	36	119,25	36	123,25
7:31	37	130,75	37	119,75	37	123,75
7:41	38	130,75	38	119,5	38	124
7:51	39	130,25	39	119	39	123,75
8:01	40	130,25	40	119	40	123,5
8:11	41	130	41	118,75	41	123,5
8:21	42	129,5	42	118,5	42	123,5
8:31	43	129,25	43	118,5	43	122,75
8:41	44	148,5	44	136,5	44	141,25
8:51	45	128,75	45	117,75	45	122,5
9:01	46	128,75	46	117,75	46	122,75
9:11	47	139	47	128	47	122,5
9:21	48	135,5	48	123,75	48	128,5
9:31	49	128,5	49	117	49	122
9:33	50	147	50	135,5	50	140,5

Aus diesen Daten wurde folgende Grafik erstellt:

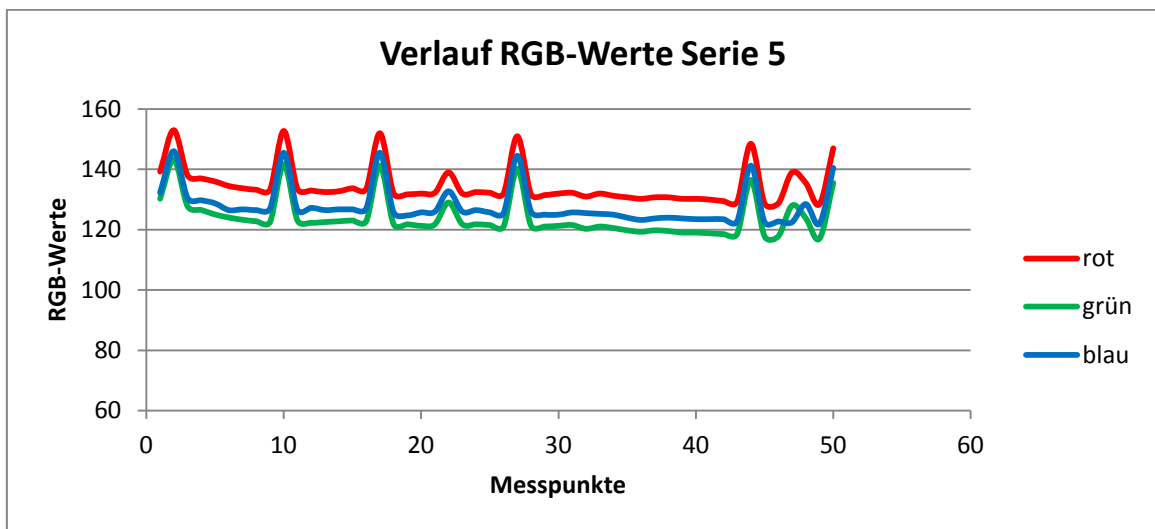


Abbildung 9: Verlauf RGB-Werte Serie 5

Die Farbwerte zeigten einen in etwa gleichbleibenden Verlauf während der Dokumentation.

Durch Einfügen einer Trendlinie ließen sich folgende Gleichungen für die jeweiligen Farbräume ableiten:

Blau: $y(x) = -0,1306x + 131,30$

Rot: $y(x) = -0,1194x + 137,81$

Grün: $y(x) = -0,1445x + 127,71$

Den negativen Steigungen der Gleichungen lässt sich entnehmen, dass die RGB-Werte im Verlauf abnehmen. Das Verhältnis der RGB-Werte zueinander blieb im Wesentlichen unverändert.

Die dargestellten Peaks der RGB-Werte z.B. zu den Messzeitpunkten $x = 10$ sind auf Lichtartefakte zurückzuführen. Einzelheiten siehe Diskussion.

Morphologische Auswertung:

Für die Auswertung der Morphologie der Leichenfleckle wurden folgende Komponenten der Grundeinstellungen angepasst.

Tabelle 19: angepasste Komponenten der Grundeinstellung für Serie Nr. 5

Grundeinstellung	gewählte Einstellung
Weißabgleich	Benutzerdefiniert (Mittelwert aus „Auto“-Angaben der Gesamtserie)
Farbtemperatur	4700 K
Farbton	+27
Belichtung	0,00
Reparatur	72
Fülllicht	0
Schwarz	+5
Helligkeit	+50
Kontrast	+74
Klarheit	+76
Dynamik	0
Sättigung	0

Speicherung der Dateien im JPEG-Format und Erstellung einer Video-Datei (WMV-Format). Dauer der Bildübergänge 0,5 Sekunden.

Dokumentationspunkt 1 (1 Stunde und 31 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 1 aus der Bilderserie Nr. 5):

Zu Beginn waren Leichenflecke im Bereich des seitlichen Thorax zu erkennen. Diese zeigten neben grobfleckigen auch bereits konfluierende Anteile.

Keine Aussparungen innerhalb der Livores.

Keine Livores im Bereich des Gesäßes und des Oberschenkels.

Geringe Intensität („Blässe“) der Livores. Der subjektive Farbeindruck war rot-blau.

Dokumentationspunkt 2 (2 Stunden und 31 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 2 aus der Bilderserie Nr. 5):

Im Bereich des seitlichen Thorax war das Blut nach dorsal geflossen. In diesem Bereich kam es zu einer Intensitätszunahme. Zunehmende Gefäßzeichnung der subkutanen Gefäße nach ventral zur Bauchdecke.

Bildung grobfleckiger Livores und teilweise Konfluieren dieser im Gesäßbereich.

Der subjektive Farbeindruck weiterhin rot-blau mit Zunahme der Blautöne.

Dokumentationspunkt 3 (3 Stunden und 31 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 3 aus der Bilderserie Nr. 5):

Keine Veränderungen im Vergleich zu den vorherigen Aufnahmen.

Ebenfalls keine Veränderungen bezüglich des subjektiven Farbeindrucks und der Farbintensität.

Dokumentationspunkt 4 (4 Stunden und 31 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 4 aus der Bilderserie Nr. 5):

Keine Veränderungen im Bereich des seitlichen Thorax bis zu Flanke.

Im Gesäßbereich fiel auf, dass die Livores wieder abgeflossen waren und dort somit die livide Verfärbung nicht mehr so ausgeprägt war.

Die Intensität und der subjektive Farbeindruck blieben unverändert.

Dokumentationspunkt 5 (6 Stunden und 31 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 5 aus der Bilderserie Nr. 5):

Die Livores im Bereich des Gesäßes waren im Vergleich zu den vorherigen Aufnahmen weiter abgeblasst.

Keine weiteren Veränderungen.

Dokumentationspunkt 6 (9 Stunde und 31 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 6 aus der Bilderserie Nr. 5):

Keine dynamischen Veränderungen zu erkennen.

Im Verlauf der Dokumentation keine Veränderung der Bauchdeckenhöhe.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Leichenflecke eine geringe Intensität aufwiesen, keine Aussparungen zu sehen waren und man keine Spiegellinie erkennen konnte.

Weiterhin dunkler werdende Farbgebung im Verlauf der Dokumentation.

3.6 Sechster Leichnam

Bei der sechsten untersuchten Leiche handelte es sich um eine 88jährige Frau. Die Körpergröße betrug 1,55 m und das Körpergewicht lag bei 58 kg. Dies ergibt einen BMI von 24,14 kg/m².

Die Frau verstarb am 01.10.2010 um 13:22 Uhr und die fotografische Dokumentation wurde um 14:18 Uhr desselben Tages gestartet. Beendet wurde sie um 22:18 Uhr. Dies ergibt eine Untersuchungsdauer von 8 Stunden und 0 Minuten.

Die gemessene Rektaltemperatur um 14:10 Uhr betrug 36,1°C.

Zur Anamnese ist bekannt, dass die Frau vor einer Bäckerei bewusstlos zusammengebrochen war und trotz eingeleiteter Reanimationsmaßnahmen verstarb.

Die durchschnittlich gemessene Temperatur während des Aufnahmezeitraumes im Untersuchungsraum betrug 12,14°C.

Die durchschnittlich gemessene Luftfeuchtigkeit lag bei 56,20%.

Die Leichenstarre hatte in den Schulter-, Ellenbogen- und Kniegelenken bei Dokumentationsbeginn noch nicht eingesetzt.

Folgende Rasterkoordinaten wurden für die Auswertung ausgewählt:

Tabelle 20: Rasterkoordinaten für Serie Nr. 6

Koordinaten Nr.	Rasterkoordinaten	
1	x: 26,2	y: 17,2
2	x: 26,7	y: 17,2
3	x: 26,2	y: 17,7
4	x: 26,7	y: 17,7

Die Auswertung der RGB-Farbräume basierend auf den oben aufgeführten Rasterkoordinaten ergab folgende Werte:

Tabelle 21: RGB-Werte für Serie Nr. 6

Zeit nach Todeseintritt h:min	x (rot) Messzeitpunkt	Y R-Wert	x (grün) Messzeitpunkt	Y G-Wert	x (blau) Messzeitpunkt	Y B-Wert
0:56	1	112,75	1	104,5	1	99,5
1:06	2	115,25	2	105	2	97,25
1:16	3	112,25	3	102,5	3	95,25
1:26	4	112	4	102,25	4	94,75
1:36	5	111,75	5	102,25	5	94,5
1:46	6	111,25	6	101,5	6	93,75
1:56	7	111,75	7	102	7	94,75
2:06	8	112	8	102,5	8	94,75
2:16	9	117,75	9	108	9	100,25
2:26	10	111,25	10	101,75	10	94,5
2:38	11	128	11	116,25	11	108,75
2:48	12	117	12	106,25	12	101
2:58	13	118,25	13	108	13	101,5
3:08	14	118,25	14	108,25	14	101,5

3:18	15	118,75	15	108,5	15	102
3:28	16	118,5	16	108,5	16	102
3:38	17	118,5	17	108,5	17	102,5
3:48	18	118	18	108,25	18	102,25
3:58	19	118	19	107,75	19	101,25
4:08	20	118,25	20	108	20	101,75
4:18	21	129,25	21	118,75	21	112,25
4:28	22	117,5	22	108	22	102,25
4:38	23	117,5	23	107,75	23	101,5
4:48	24	121	24	109	24	105,5
4:58	25	121,75	25	110,25	25	106,25
5:08	26	122,5	26	111,25	26	107,25
5:18	27	121,75	27	110,75	27	106,25
5:28	28	121,5	28	110,5	28	106
5:38	29	121,75	29	110,75	29	106,75
5:48	30	121,75	30	110,5	30	106,5
5:58	31	121,5	31	110,75	31	106,25
6:08	32	115	32	104,25	32	100,5
6:18	33	120,25	33	110	33	105,75
6:28	34	121	34	110,25	34	106
6:38	35	121,25	35	110,25	35	106,5
6:48	36	121	36	110,5	36	106
6:58	37	121	37	110,25	37	106,5
7:08	38	120,5	38	109,75	38	105,75
7:18	39	120,75	39	110	39	106,75
7:28	40	120,5	40	109,75	40	106,25
7:38	41	120	41	109	41	108
7:48	42	118,75	42	108,25	42	104,75
7:58	43	118,5	43	108,25	43	106,5
8:08	44	119,25	44	108	44	105,5
8:18	45	119	45	108	45	104,75
8:28	46	118,75	46	108	46	104,5
8:38	47	131	47	118,75	47	116
8:48	48	119,5	48	108	48	105,25
8:56	49	119,25	49	108,25	49	105,25

Aus diesen Daten wurde folgende Grafik erstellt:

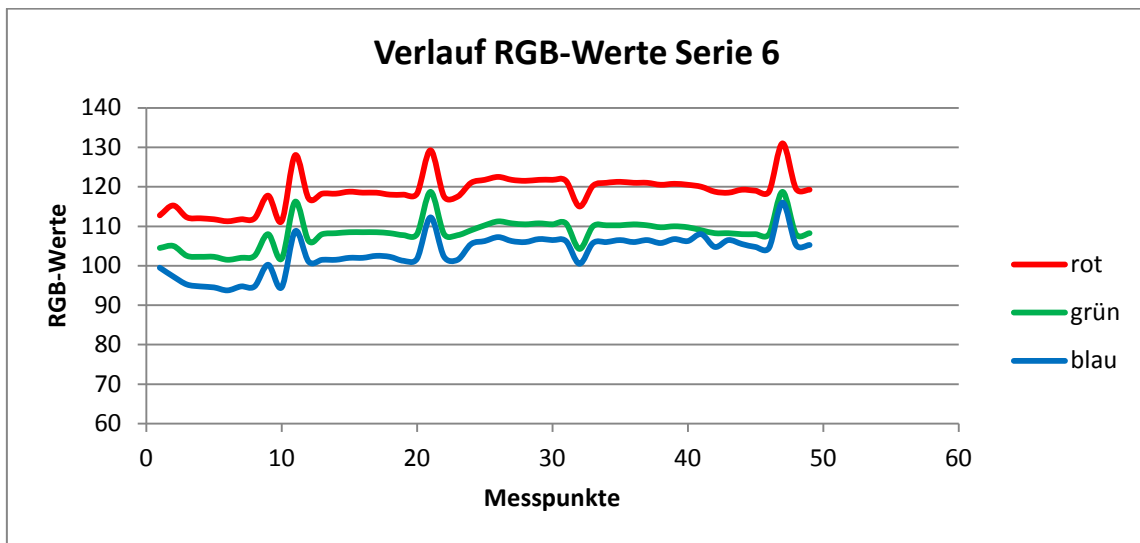


Abbildung 10: Verlauf RGB-Werte Serie 6

Die Farbwerte zeigten einen leicht ansteigenden Verlauf zu Beginn der Dokumentation. Im weiteren Verlauf der Dokumentation ab Messzeitpunkt $x=12$ blieb dieser konstant.

Durch Einfügen einer Trendlinie ließen folgende Gleichungen für die einzelnen Farbräume ableiten.

Blau: $y(x) = 0,2434x + 97,20$

Rot: $y(x) = 0,1627x + 114,76$

Grün: $y(x) = 0,1289x + 105,11$

Der positiven Steigung der Gleichungen ist zu entnehmen, dass ein Anstieg der RGB-Werte stattgefunden hat. Das Verhältnis der RGB-Werte zueinander blieb im Wesentlichen unverändert.

Die dargestellten Peaks der RGB-Werte zu den Messzeitpunkten $x = 12$, $x = 21$ und $x = 48$ sind auf Lichtartefakte zurückzuführen. Einzelheiten siehe Diskussion.

Morphologische Auswertung:

Für die Auswertung der Morphologie der Leichenflecke wurden folgende Komponenten der Grundeinstellungen angepasst.

Tabelle 22: angepasste Koordinaten der Grundeinstellung für Serie Nr. 6

Grundeinstellung	gewählte Einstellung
Weißabgleich	Benutzerdefiniert (Mittelwert aus „Auto“-Angaben der Gesamtserie)
Farbtemperatur	4600 K
Farbton	+26
Belichtung	0,00
Reparatur	20
Fülllicht	0
Schwarz	+5
Helligkeit	+50
Kontrast	+50
Klarheit	+55
Dynamik	0
Sättigung	0

Speicherung der Dateien im JPEG-Format und Erstellung einer Video-Datei (WMV-Format). Dauer der Bildübergänge 0,5 Sekunden.

Dokumentationspunkt 1 (56 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 1 aus der Bilderserie Nr. 6):

Zu Beginn bereits konfluente Leichenflecke am seitlichen Thorax bis zum Flankenbereich. Am Gesäßbereich keine Livores zu erkennen.

Keine Aussparungen innerhalb der Totenflecken.

Die Livores waren von (mittel-)kräftiger Intensität und der subjektive Farbeindruck war blau-rot.

Dokumentationspunkt 2 (1 Stunde und 56 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 2 aus der Bilderserie Nr. 6):

Im Bereich des seitlichen Thorax waren die Leichenflecke nach dorsal gewandert. Im ventralen Bereich der Livores grobfleckige Anteile.

Weiterhin keine Aussparungen innerhalb der Livores.

Die Farbintensität und der subjektive Farbeindruck blieben unverändert.

Dokumentationspunkt 3 (2 Stunden und 58 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 3 aus der Bilderserie Nr. 6):

Geringe dynamische Veränderungen am Übergang von Leichenflecken zu normaler Haut. Verlagerung der dortigen Livores nach dorsal und Ausbildung grobfleckiger Anteile in zuvor konfluerten Bereichen.

Keine Veränderungen bezüglich der weiteren Ausprägung. Weiterhin keine Aussparungen zu erkennen.

Farbintensität und subjektiver Farbeindruck ebenfalls unverändert.

Dokumentationspunkt 4 (4 Stunden und 58 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 4 aus der Bilderserie Nr. 6):

Keine Veränderungen bezüglich Ausprägung, Aussparungen, Intensität und Farbeindruck der Livores.

Dokumentationspunkt 5 (letzte Aufnahme; 8 Stunden und 56 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 5 aus der Bilderserie Nr. 6):

Keine weiteren dynamischen Veränderungen in der Ausprägung der Livores. Subjektiver Farbeindruck blau-rot und mit hoher Intensität.

Keine Aussparungen innerhalb der Totenflecke.

Spiegelinie auf Höhe der mittleren Axillarlinie vorhanden.

Im Verlauf der Dokumentation keine Veränderung der Bauchdeckenhöhe.

3.7 Siebter Leichnam

Bei der siebten untersuchten Leiche handelte es sich um einen 43jährigen Mann. Die Körpergröße betrug 1,76 m und das Körpergewicht lag bei 82 kg. Dies ergibt einen BMI von 26,47 kg/m².

Der Mann verstarb am 11.10.2010 um 11:00 Uhr. Die fotografische Dokumentation wurde um 11:57 Uhr desselben Tages gestartet. Beendet wurde sie um 18:21 Uhr. Dies ergibt eine Untersuchungsdauer von 6 Stunden und 24 Minuten.

Die gemessene Rektaltemperatur um 11:29 Uhr betrug 35,3°C.

Zur Anamnese ist bekannt, dass der Mann nach Luft ringend zusammengebrochen war. Die eingeleiteten Reanimationsmaßnahmen wurden über 115 Minuten aufrechterhalten. Der Verstorbene wies eine etwa 20 cm lange alte Hautnarbe von der Drosselgrube bis zum Schwertfortsatz auf. Passend zu einer stattgehabten Operation am Herzen.

Die durchschnittlich gemessene Temperatur während des Aufnahmezeitraumes im Untersuchungsraum betrug 12,65°C.

Die durchschnittlich gemessene Luftfeuchtigkeit lag bei 57,29%.

Die Leichenstarre hatte in den Schulter-, Ellenbogen- und Kniegelenken bei Dokumentationsbeginn noch nicht eingesetzt.

Folgende Rasterkoordinaten wurden für die Auswertung ausgewählt:

Tabelle 23: Rasterkoordinaten der Serie Nr. 7

Koordinaten Nr.	Rasterkoordinaten	
1	x: 43,8	y: 15,3
2	x: 44,3	y: 15,3
3	x: 43,8	y: 15,7
4	x: 44,3	y: 15,7

Die Auswertung der RGB-Farbräume basierend auf den oben aufgeführten Rasterkoordinaten ergab folgende Werte:

Tabelle 24: RGB-Werte der Serie 7

Zeit nach Todeseintritt h:min	x (rot) Messzeitpunkt	Y R-Wert	x (grün) Messzeitpunkt	Y G-Wert	x (blau) Messzeitpunkt	Y B-Wert
0:57	1	127	1	119,25	1	121,25
1:07	2	131,25	2	124,25	2	124,25
1:17	3	137	3	130	3	130,25
1:27	4	130,5	4	124,25	4	125,25
1:37	5	130,5	5	124,25	5	125
1:47	6	137,25	6	130,25	6	131
1:59	7	136,75	7	130	7	131
2:09	8	148,25	8	141,25	8	141,25
2:19	9	146,25	9	139	9	141
2:29	10	135,25	10	127,75	10	129,25
2:39	11	128	11	120,75	11	123
2:49	12	135,25	12	128	12	129,5
2:59	13	134,75	13	127,75	13	129,75
3:09	14	134	14	127	14	129,25
3:19	15	134,5	15	127	15	129
3:29	16	128,25	16	119,75	16	123
3:39	17	134,25	17	126,25	17	129
3:49	18	133,25	18	125,5	18	128,5
3:59	19	125,5	19	117,75	19	121,75
4:09	20	132,5	20	123	20	127
4:19	21	131,5	21	122,25	21	127

4:29	22	124	22	114,5	22	119,5
4:39	23	123	23	113,5	23	118,75
4:49	24	122,75	24	113	24	118,25
4:59	25	129,75	25	119,25	25	125
5:09	26	129,75	26	119,25	26	125
5:19	27	128,75	27	118,5	27	124,25
5:29	28	121,5	28	111,25	28	117,75
5:39	29	121	29	110,75	29	117
5:49	30	128	30	116,25	30	123,25
5:59	31	127,5	31	116,5	31	123,25
6:09	32	127,25	32	115,5	32	122,75
6:19	33	127	33	115	33	122,5
6:29	34	120,25	34	109	34	115,5
6:39	35	120,25	35	108	35	115,25
6:49	36	126,25	36	114	36	121,5
6:59	37	125,75	37	112,75	37	121
7:09	38	125	38	112,25	38	120
7:19	39	125,5	39	112,25	39	120
7:21	40	124,75	40	111,25	40	119,25

Aus diesen Daten wurde folgende Grafik erstellt:

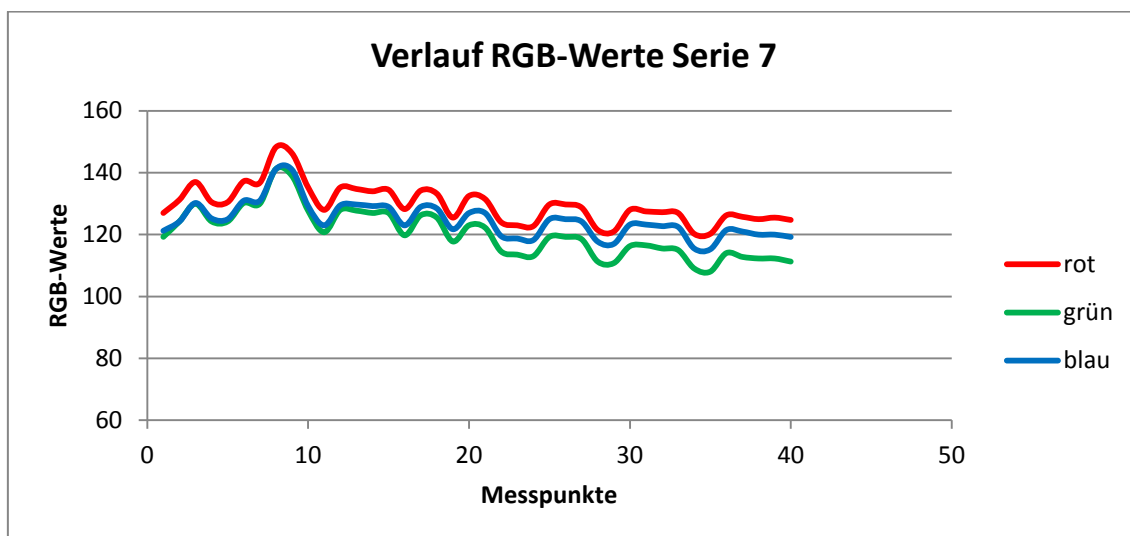


Abbildung 11: Verlauf RGB-Werte Serie 7

Die Farbwerte zeigten einen abnehmenden Verlauf während der Dokumentation. Durch Einfügen einer Trendlinie ließen sich folgende Gleichungen für die einzelnen Farbräume ableiten.

Blau: $y(x) = -0,3135x + 131,08$

Rot: $y(x) = -0,3531x + 136,98$

Grün: $y(x) = -0,5356x + 131,43$

Der negativen Steigung der Gleichungen ist zu entnehmen, dass eine Abnahme der RGB-Werte stattgefunden hat. Das Verhältnis der R- und B-Werte zueinander blieb im Wesentlichen unverändert. Der G-Wert fiel im Vergleich stärker ab.

Die „wellenförmige“ Verlauf RGB-Werte ist auf Lichtartefakte zurückzuführen. Einzelheiten siehe Diskussion.

Morphologische Auswertung:

Für die Auswertung der Morphologie der Leichenflecke wurden folgende Komponenten der Grundeinstellungen angepasst.

Tabelle 25: angepasste Komponenten der Grundeinstellung für Serie Nr. 7

Grundeinstellung	gewählte Einstellung
Weißabgleich	Benutzerdefiniert (Mittelwert aus „Auto“-Angaben der Gesamtserie)
Farbtemperatur	4550 K
Farbton	+20
Belichtung	0,00
Reparatur	50
Fülllicht	0
Schwarz	+5
Helligkeit	+50
Kontrast	+75
Klarheit	+90
Dynamik	0
Sättigung	0

Speicherung der Dateien im JPEG-Format und Erstellung einer Video-Datei (WMV-Format). Dauer der Bildübergänge 0,5 Sekunden.

Dokumentationspunkt 1 (57 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 1 aus der Bilderserie Nr. 7):

Zu Beginn konfluente Leichenflecke im seitlichen Thorax- und Flankenbereich. Im Gesäß- und Oberschenkelbereich ebenfalls Leichenflecke erkennbar. Diese waren teilweise grobfleckig und konfluente.

Die Totenflecke waren von mittlerer Intensität und zeigten eine rötliche Farbgebung.

Keine Aussparungen innerhalb der Livores.

Dokumentationspunkt 2 (1 Stunde und 25 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 2 aus der Bilderserie Nr. 7):

Die Leichenflecke waren teilweise nach dorsal geflossen. Im Flankenbereich nun kleine Aussparungen und grobfleckige Livores erkennbar. Im Achselbereich hatten sich die Livores in Richtung der Achselbehaarung ausgebreitet und waren konfluente.

Intensität und Farbeindruck blieben unverändert.

Dokumentationspunkt 3 (1 Stunde und 57 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 3 aus der Bilderserie Nr. 7):

Keine Veränderungen bezüglich der Ausprägung der Livores im seitlichen Thorax- und Flankenbereich.

Im proximalen Bereich des Oberschenkels Ausbildung einer rechteckigen Aussparung innerhalb der konfluente Leichenflecke.

Insgesamt hohe Intensität der Livores. Der subjektive Farbeindruck zeigte eine Zunahme der Blauanteile.

Dokumentationspunkt 4 (2 Stunden und 27 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 4 aus der Bilderserie Nr. 7):

Bildung einer Aussparung im Achselbereich. Innerhalb der konfluierten Livores war das Blut in seitlicher Richtung abgeflossen und ein heller Hautbereich war entstanden.

Die Aussparung im Oberschenkelbereich blieb unverändert. Keine weiteren dynamischen Veränderungen in der Ausprägung erkennbar.

Die Intensität und der Farbeindruck blieben unverändert.

Dokumentationspunkt 5 (2 Stunden und 55 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 5 aus der Bilderserie Nr. 7):

Vergrößerung der Aussparung im Bereich der Achselhöhle. Das Blut war weiter seitwärts abgeflossen. Innerhalb der Aussparung blaulivide Livores erkennbar.

Die Aussparung im Oberschenkelbereich blieb unverändert.

Intensität und subjektiver Farbeindruck blieben ebenfalls unverändert.

Dokumentationspunkt 6 (3 Stunden und 57 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 6 aus der Bilderserie Nr. 7):

Weitere Vergrößerung der Aussparung im Achselbereich. Das Blut war nach dorsal abgeflossen, ebenso die blaulividen Verfärbungen innerhalb der ausgesparten Fläche.

Keine weiteren Veränderungen der Leichenflecke.

Die Intensität blieb unverändert. Der subjektive Farbeindruck war blau-rot.

Dokumentationspunkt 7 (4 Stunden und 57 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 7 aus der Bilderserie Nr. 7):

Im unteren Rand der Aussparung im Achselbereich hatte sich das Blut wieder in Richtung ventral verlagert. Dadurch Verkleinerung der Aussparungsfläche.

Keine weiteren Veränderungen der Livores zu beobachten.

Intensität und Farbeindruck blieben unverändert.

Dokumentationspunkt 8 (5 Stunden und 27 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 8 aus der Bilderserie Nr. 7):

Weitere Verkleinerung der Aussparung im Achselbereich. Das Blut war von den seitlichen Rändern und dem unteren Rand der Aussparung in den ausgesparten Bereich gewandert. Der nun noch ausgesparte Bereich hatte eine strichförmige Form.

Bezüglich der Intensität und des Farbeindrucks keine Veränderungen.

Dokumentationspunkt 9 (6 Stunden und 27 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 9 aus der Bilderserie Nr. 7):

Die ausgesparte Fläche im Achselbereich hatte sich weiterhin durch das Zusammenfließen der Livores verkleinert.

Weitere Veränderungen hatten sich nicht ergeben.

Dokumentationspunkt 10 (letzte Aufnahme, 7 Stunden und 19 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 10 aus der Bilderserie Nr. 7):

Keine Veränderungen bezüglich der Ausprägung, der Intensität und des Farbeindrucks der Livores.

Insgesamt hohe Intensität der Livores. Subjektiver Farbeindruck blaulivide.

Spiegellinie auf Höhe der vorderen Axillarlinie erkennbar.

Kein Absinken der Bauchdecke im Verlauf der Dokumentation.
Weiterhin dunkler werdende Farbgebung im Verlauf der Dokumentation.

3.8 Achter Leichnam

Bei der achten untersuchten Leiche handelte es sich um eine 82jährige Frau. Die Körpergröße betrug 1,54 m und das Körpergewicht lag bei 51,2 kg. Dies ergibt einen BMI von 21,59 kg/m².

Die Frau verstarb am 19.10.2010 um 11:45 Uhr und die fotografische Dokumentation wurde um 13:02 Uhr desselben Tages gestartet. Beendet wurde sie um 20:57 Uhr. Dies ergibt eine Untersuchungsdauer von 7 Stunden und 55 Minuten.

Die gemessene Rektaltemperatur um 12:50 Uhr betrug 36,6°C.

Zur Anamnese ist bekannt, dass die Frau in einem Pflegeheim verstarb. Sie wies zudem eine Amputation der linken Brust auf.

Die durchschnittlich gemessene Temperatur während des Aufnahmezeitraumes im Untersuchungsraum betrug 12,76°C.

Die durchschnittlich gemessene Luftfeuchtigkeit lag bei 56,70%.

Die Leichenstarre hatte in den Schulter-, Ellenbogen- und Kniegelenken bei Dokumentationsbeginn noch nicht eingesetzt.

Folgende Rasterkoordinaten wurden für die Auswertung ausgewählt:

Tabelle 26: Rasterkoordinaten der Serie Nr. 8

Koordinaten Nr.	Rasterkoordinaten	
1	x: 28,0	y: 19,3
2	x: 28,5	y: 19,3
3	x: 28,0	y: 19,7
4	x: 28,5	y: 19,7

Die Auswertung der RGB-Farbräume basierend auf den oben aufgeführten Rasterkoordinaten ergab folgende Werte:

Tabelle 27: RGB-Werte der Serie 8

Zeit nach Todeseintritt h:min	x (rot) Messzeitpunkt	Y R-Wert	x (grün) Messzeitpunkt	Y G-Wert	x (blau) Messzeitpunkt	Y B-Wert
1:17	1	87	1	79	1	91,5
1:27	2	84,25	2	75	2	86
1:37	3	90,25	3	79,75	3	91,25
1:47	4	85,25	4	75,5	4	86,5
1:57	5	89,75	5	78,75	5	90,5
2:07	6	89	6	78,5	6	89,75
2:17	7	94,25	7	82,75	7	94,5
2:27	8	94	8	83	8	94
2:37	9	92,75	9	82	9	93,75
2:47	10	92	10	81,5	10	93,25
2:57	11	88,25	11	77,75	11	88,5
3:07	12	87,75	12	77,5	12	88

3:17	13	87,75	13	77,5	13	88,25
3:27	14	93,5	14	82,5	14	93,5
3:37	15	94,25	15	82,5	15	94,25
3:47	16	93,75	16	82,5	16	93,75
3:57	17	93,75	17	82,75	17	94
4:07	18	93,75	18	82,75	18	94,5
4:17	19	88,5	19	78,25	19	88,25
4:27	20	88,5	20	77,75	20	88,5
4:37	21	88,25	21	77,75	21	88,5
4:47	22	93,5	22	83	22	94
4:57	23	93,5	23	83	23	94,5
5:07	24	89	24	78,5	24	89,25
5:17	25	89,25	25	78,5	25	89,5
5:27	26	89	26	78,5	26	89,25
5:36	27	116,25	27	104	27	118,25
5:46	28	116,25	28	104	28	117,25
5:56	29	103	29	91,75	29	105,75
6:06	30	117	30	104,5	30	118,75
6:16	31	117	31	104,5	31	119
6:26	32	102,75	32	91,5	32	105
6:36	33	103	33	91,75	33	105
6:46	34	102,75	34	91	34	105,25
6:56	35	117	35	104	35	118,25
7:06	36	103,25	36	91,5	36	105,25
7:16	37	117	37	104	37	118,5
7:26	38	117	38	103,75	38	117,75
7:36	39	103,75	39	92,25	39	105,5
7:46	40	117,5	40	104,75	40	119
7:56	41	117,5	41	104,25	41	118
8:06	42	118	42	104,75	42	119,25
8:16	43	122,75	43	110	43	125,75
8:26	44	122,75	44	110	44	125,75
8:36	45	122,75	45	110,25	45	126,25
8:46	46	122,25	46	110,5	46	125,75
8:56	47	109,25	47	97,5	47	111,75
9:06	48	119	48	109,5	48	125
9:12	49	128,75	49	115,75	49	132

Aus diesen Daten wurde folgende Grafik erstellt:

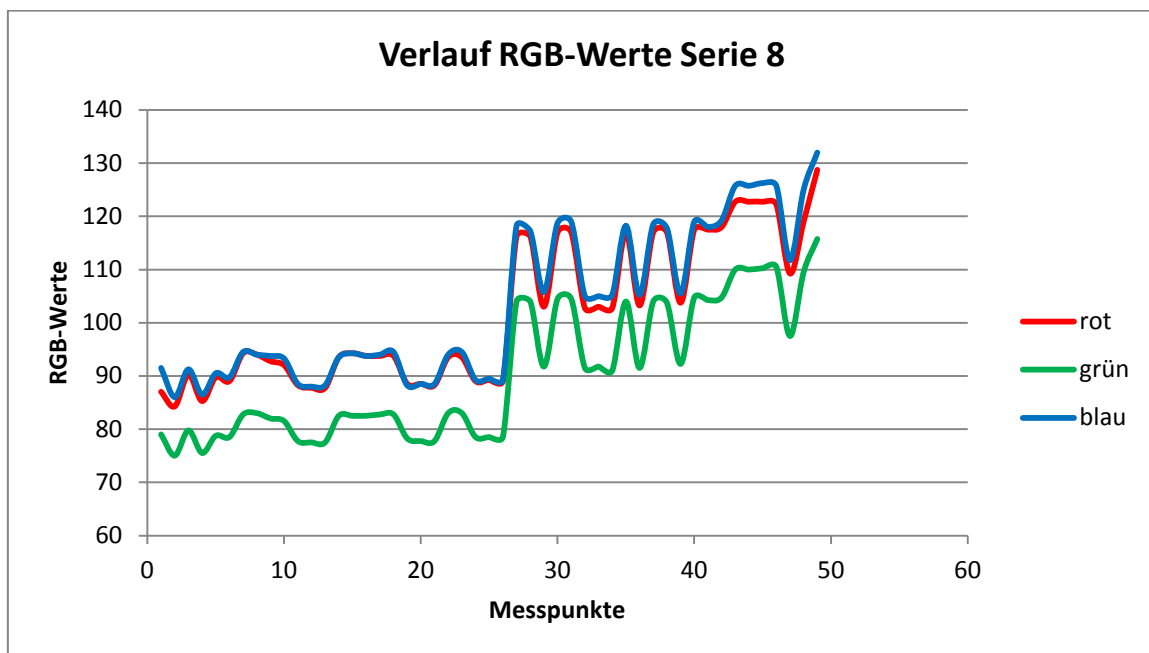


Abbildung 12: Verlauf RGB-Werte Serie 8

Die Farbwerte zeigten einen gleichbleibenden Verlauf bis zum Messzeitpunkt $x = 25$. Der Anstieg ab Messzeitpunkt $x = 25$ ist durch eine Änderung der Lichtverhältnisse begründet. Eine Auswertung nach diesem Messzeitpunkt war nicht mehr möglich.

Auf das Ermitteln der Trendlinien wurde verzichtet.

Bis zum Messzeitpunkt $x=25$ blieb das Verhältnis der RGB-Werte zueinander im Wesentlichen unverändert.

Der „wellenförmige“ Verlauf der RGB-Werte bis zum Messzeitpunkt $x=25$ sind auf Lichtartefakte zurückzuführen. Einzelheiten siehe Diskussion.

Morphologische Auswertung:

Für die Auswertung der Morphologie der Leichenfleckchen wurden folgende Komponenten der Grundeinstellungen angepasst.

Tabelle 28: angepasste Komponenten der Grundeinstellung für Serie Nr. 8

Grundeinstellung	gewählte Einstellung
Weißabgleich	Benutzerdefiniert (Mittelwert aus „Auto“-Angaben der Gesamtserie)
Farbtemperatur	4650 K
Farbton	+28
Belichtung	0,00
Reparatur	50
Fülllicht	0
Schwarz	+5
Helligkeit	+50
Kontrast	+80
Klarheit	+75
Dynamik	0
Sättigung	0

Speicherung der Dateien im JPEG-Format und Erstellung einer Video-Datei (WMV-Format). Dauer der Bildübergänge 0,5 Sekunden.

Dokumentationspunkt 1 (1 Stunde und 17 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 1 aus der Bilderserie Nr. 8):

Zu Beginn konfluierete Leichenflecke von großer Intensität im Bereich des seitlichen Thorax und der Flanke. Im Gesäßbereich waren leichte blaulivide Verfärbungen.

Der subjektive Farbeindruck war blau-rot.

Im Achselbereich in der mittleren Axillalarlinie eine flächenhafte Aussparung innerhalb der konfluerten Livores.

Dokumentationspunkt 2 (1 Stunde und 27 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 2 aus der Bilderserie Nr. 8):

Die Livores im Thorax- und Flankenbereich waren nach dorsal gewandert. Dadurch Verlagerung der Spiegellinie nach dorsal.

Ausbildung kleiner ausgesparter Bereiche in bereits konfluerten Totenflecken.

Die Aussparung in der mittleren Axillalarlinie blieb unverändert bestehen.

Im Gesäßbereich fleckförmige Livores erkennbar.

Intensität und Farbeindruck blieben unverändert.

Dokumentationspunkt 3 (2 Stunden und 17 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 3 aus der Bilderserie Nr. 8):

Die Livores im Thorax- und Flankenbereich waren weiter nach dorsal gewandert. Dadurch ergaben sich zwei kleine ausgesparte Flächen auf Höhe des Rippenbogens und des Bauchnabels. Die ausgesparte Fläche auf Höhe des Rippenbogens zeigte eine längliche Form und die Aussparung auf Höhe des Bauchnabels hatte eine runde Form.

Die Aussparung in der mittleren Axillalarlinie blieb unverändert.

Im Bereich der Schulter war das Blut der konfluerten Leichenflecke in andere Bereiche gewandert. In diesem Bereich waren zu diesem Zeitpunkt fleckförmige Livores zurückgeblieben.

Die fleckförmigen Livores im Gesäßbereich blieben unverändert.

Intensität und Farbeindruck blieben unverändert.

Dokumentationspunkt 4 (3 Stunden und 17 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 4 aus der Bilderserie Nr. 8):

Keine Veränderungen bezüglich Ausprägung, Aussparung, Intensität und Farbgebung der Livores.

Dokumentationspunkt 5 (5 Stunden und 17 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 5 aus der Bilderserie Nr. 8):

Weiterhin keine Veränderungen bezüglich Ausprägung, Aussparungen, Intensität und Farbgebung der Leichenflecke.

Dokumentationspunkt 6 (letzte Aufnahme; 9 Stunden und 12 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 6 aus der Bilderserie Nr. 8):

Keine Veränderungen bezüglich Ausprägung, Intensität und Farbeindruck der Livores.

Oben beschriebene Aussparungen weiterhin vorhanden und Livores im Gesäßbereich größtenteils fleckförmig.

Intensität der Livores unverändert groß und Farbeindruck blau-rot.

Spiegellinie auf Höhe der mittleren Axillalarlinie.

Im Verlauf der Dokumentation geringes Absinken der Bauchdecke.

3.9 Neunter Leichnam

Untersucht wurde ein 75-jähriger männlicher Leichnam. Die Körpergröße betrug 1,84 m und das Körpergewicht lag bei 93,7 kg. Der hieraus errechnete BMI betrug 27,68.

Der Mann verstarb am 09.12.2010 um 10:15 Uhr und die fotografische Dokumentation wurde um 12:12 Uhr desselben Tages gestartet. Beendet wurde sie um 22:45 Uhr. Dies ergibt eine Untersuchungsdauer von 10 Stunden und 33 Minuten.

Die gemessene Rektaltemperatur um 11:20 Uhr betrug 36,5 °C.

Zur Anamnese des Verstorbenen gehörten eine bekannte 3-Gefäßerkrankung und ein stattgehabter Schlaganfall.

Die durchschnittlich gemessene Temperatur während des Aufnahmezeitraumes im Untersuchungsraum betrug 12,41 °C.

Die durchschnittlich gemessene Luftfeuchtigkeit lag bei 41,32%.

Die Leichenstarre hatte in den Schulter-, Ellenbogen- und Kniegelenken noch nicht eingesetzt.

Folgende Rasterkoordinaten wurden für die Auswertung ausgewählt:

Tabelle 29: Rasterkoordinaten der Serie Nr. 9

Koordinaten Nr.	Rasterkoordinaten	
1	x: 25,5	y: 17,7
2	x: 26,0	y: 17,7
3	x: 25,5	y: 18,2
4	x: 26,0	y: 18,2

Die Auswertung der RGB-Farbräume basierend auf den oben aufgeführten Rasterkoordinaten ergab folgende Werte:

Tabelle 30: RGB-Werte Serie 9

Zeit nach Todeseintritt h:min	x (rot) Messzeitpunkt	Y R-Wert	x (grün) Messzeitpunkt	Y G-Wert	x (blau) Messzeitpunkt	Y B-Wert
1:57	1	124	1	113,5	1	124,75
2:07	2	118,5	2	108,75	2	117,5
2:17	3	119	3	109,25	3	117,5
2:27	4	114,25	4	104,5	4	112,25
2:37	5	122,75	5	112,5	5	120,75
2:47	6	121,75	6	111,75	6	119,75
2:57	7	115,5	7	105,75	7	113,75
3:07	8	115,5	8	106,25	8	114,25
3:17	9	114,75	9	105,5	9	112,5
3:27	10	133,75	10	122,75	10	132
3:37	11	114,5	11	105,25	11	113
3:47	12	121,5	12	111,5	12	120,25
3:57	13	114,5	13	105,25	13	113
4:07	14	120,75	14	111,5	14	119,75
4:17	15	121,5	15	111	15	119,75

4:27	16	120,75	16	111,75	16	119,5
4:37	17	114,5	17	105	17	113
4:47	18	120,5	18	110,75	18	119,25
4:57	19	119,5	19	110,25	19	118,75
5:07	20	120,5	20	110,75	20	119
5:17	21	119,75	21	110	21	118,75
5:27	22	119,75	22	110,25	22	118,75
5:37	23	118,5	23	110	23	119,25
5:47	24	119,5	24	110	24	119
5:57	25	119,5	25	109,75	25	118,75
6:07	26	117,75	26	108,5	26	118
6:17	27	112,75	27	103,25	27	112,75
6:27	28	118,25	28	108	28	118
6:37	29	115,5	29	106	29	116,25
6:47	30	118,5	30	108,25	30	118,25
6:57	31	111	31	101	31	112,25
7:07	32	111	32	101	32	111
7:17	33	117	33	106	33	116,5
7:27	34	117,25	34	106,5	34	117,25
7:37	35	110,5	35	100	35	110,5
7:47	36	116,5	36	106	36	116,5
7:57	37	117,25	37	106,5	37	117,25
8:07	38	115,75	38	105,5	38	116,25
8:17	39	116,75	39	105,5	39	117,25
8:27	40	115,25	40	104,5	40	115,75
8:37	41	109,75	41	98,75	41	110,5
8:47	42	115	42	103,75	42	115,5
8:57	43	114,75	43	103,5	43	115,25
9:07	44	114,75	44	103,25	44	115,5
9:17	45	113,25	45	101,75	45	114,25
9:27	46	113,75	46	102,75	46	114,25
9:37	47	113,5	47	102	47	114
9:47	48	107,25	48	96,25	48	108
9:57	49	112,75	49	100,75	49	113,5
10:07	50	112	50	100,5	50	113,25
10:17	51	112,5	51	100,75	51	113,5
10:27	52	111	52	99,25	52	112
10:37	53	111,25	53	99,75	53	112,75
10:47	54	110,25	54	98,75	54	112
10:57	55	109,5	55	98,25	55	113
11:07	56	110,5	56	98,5	56	111,75
11:17	57	110,75	57	98,5	57	112
11:27	58	109,75	58	97,5	58	111,25
11:37	59	119,75	59	106,5	59	121,25

11:47	60	120	60	106,75	60	121,75
11:57	61	108,75	61	96,5	61	110,25
12:07	62	108,75	62	96,25	62	110,25
12:17	63	119	63	105,5	63	121,5
12:27	64	108,5	64	96	64	110,25
12:30	65	108,5	65	95,5	65	110

Aus diesen Daten wurde folgende Grafik erstellt:

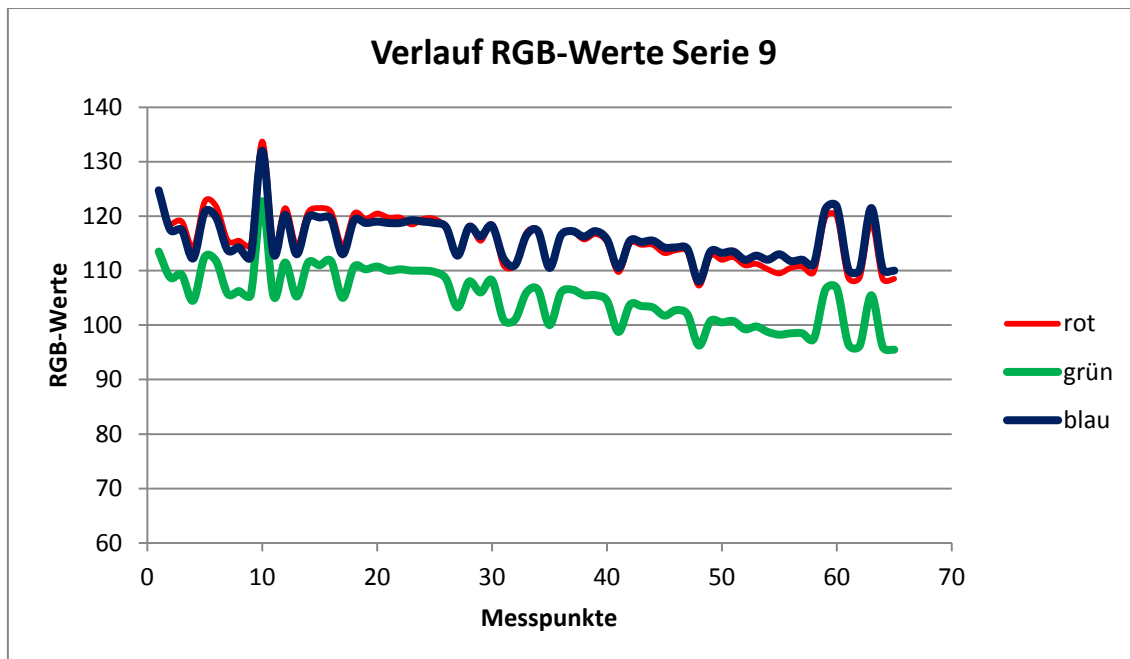


Abbildung 13: Verlauf RGB-Werte Serie 9

Die Grafik zeigt, dass die ermittelten Farbwerte im Verlauf abnehmen.

Durch Einfügen von Trendlinien ergaben sich folgende Gleichungen für die einzelnen Farbwerte:

Blau: $y(x) = -0,1x + 119,09$

Rot: $y(x) = -0,1554x + 120,80$

Grün: $y(x) = -0,2137x + 112,09$

Den negativen Steigungen der Gleichungen ist zu entnehmen, dass es zu einem abnehmenden Verlauf der RGB-Werte kam. Das Verhältnis der RGB-Werte zueinander blieb im Wesentlichen unverändert.

Die dargestellten Peaks der RGB-Werte z.B. zu den Messzeitpunkten $x = 10$ und $x = 60$ sind auf Lichtartefakte zurückzuführen. Einzelheiten siehe Diskussion.

Morphologische Auswertung:

Für die Auswertung der Morphologie der Leichenflecke wurden folgende Komponenten der Grundeinstellungen angepasst.

Tabelle 31: angepasste Komponenten der Grundeinstellung für Serie Nr. 9

Grundeinstellung	gewählte Einstellung
Weißabgleich	Benutzerdefiniert (Mittelwert aus „Auto“-Angaben der Gesamtserie)
Farbtemperatur	4500 K
Farbton	+24
Belichtung	0,00
Reparatur	40
Fülllicht	0
Schwarz	+5
Helligkeit	+50
Kontrast	+70
Klarheit	+70
Dynamik	0
Sättigung	0

Speicherung der Dateien im JPEG-Format und Erstellung einer Video-Datei (WMV-Format). Dauer der Bildübergänge 0,5 Sekunden.

Dokumentationspunkt 1 (1 Stunde und 57 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 1 der Bilderserie Nr. 9):

Zu Beginn konfluente Leichenflecke im seitlichen Thorax- und Flankenbereich von mittelkräftiger Intensität.

Im Achsel- und Gesäßbereich gering ausgeprägte fleckförmige Livores.

Keine Aussparungen innerhalb der Totenflecke.

Der subjektive Farbeindruck der Livores im Flankenbereich war blaulivide und im Achselbereich rot-blau.

Dokumentationspunkt 2 (2 Stunden und 27 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 2 aus der Bilderserie Nr. 9):

Es hatten sich kleine punktförmige Aussparungen innerhalb der Livores im seitlichen Thoraxbereich gebildet (unterhalb des dort lokalisierten Muttermals).

Zunahme der fleckförmigen Livores im Achsel- und Gesäßbereich.

Keine weiteren Änderungen bezüglich Intensität und Farbeindruck.

Dokumentationspunkt 3 (3 Stunden und 37 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 3 aus der Bilderserie Nr. 9):

Die Livores, die das Muttermal umgaben waren zum Teil seitwärts abgeflossen, sodass die Aussparung etwas größer wurde.

Nur geringe dynamische Veränderungen im Achselbereich.

Zunahme der Livores im Gesäßbereich mit teilweise fleckförmigen und konfluierenden Anteilen.

Farbintensität und Farbeindruck blieben unverändert.

Dokumentationspunkt 4 (4 Stunden und 37 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 4 aus der Bilderserie Nr. 9):

Geringe dynamische Veränderungen im seitlichen Thoraxbereich. Ausgesparte punktförmige Bereiche blieben bestehen.

Teilweise konfluieren die Livores im Achselbereich. Daneben blieben weiterhin fleckförmige Leichenflecke bestehen.

Leichte Zunahme der Livores im Gesäßbereich.

Keine Veränderungen bezüglich der Intensität und des Farbeindrucks.

Dokumentationspunkt 5 (5 Stunden und 37 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 5 aus der Bilderserie Nr. 9):

Zunahme der Livores im Achselbereich und weiteres Konfluieren. In diesem Bereich ebenfalls Zunahme der Farbintensität.

Im Gesäßbereich zwischen ausgebildeten Leichenflecken zunehmendes Auftreten von Aussparungen.

Keine weiteren Veränderungen bezüglich Intensität und Farbeindruck.

Dokumentationspunkt 6 (7 Stunden und 36 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 6 aus der Bilderserie Nr. 9):

Zunahme der Livores im Achsel- und Gesäßbereich. Hier zunehmendes Konfluieren der Leichenflecke.

Keine Veränderung der Aussparung im Gesäßbereich.

Die Farbintensität hatte in den beschriebenen Bereichen zugenommen. Der Farbeindruck war blau-rot.

Dokumentationspunkt 7 (9 Stunden 36 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 7 aus der Bilderserie Nr. 9):

Ausbreitung der Livores im Achselbereich nach ventral.

Zunahme der Livores im Gesäßbereich und dunkler werdende Farbgebung.

Keine Veränderungen bezüglich der Aussparungen im Gesäßbereich.

Keine weiteren Veränderungen der Farbgebung und Farbintensität

Dokumentationspunkt 8 (letzte Aufnahme; 12 Stunden und 28 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 8 aus der Bilderserie Nr. 9):

Wanderung der Livores nach ventral im gesamten dokumentierten Bereich. Dunkler werdende Farbgebung.

Zusammenfließen der Livores im Gesäßbereich mit Verkleinerung der Aussparungen. Jetzt noch fleckförmige Aussparungen vorhanden.

Subjektive Farbgebung unverändert blau-rot.

Spiegelinie auf Höhe der mittleren Axillarlinie.

Im Verlauf der Dokumentation kein Absinken der Bauchdecke.

Weiterhin dunkler werdende Farbgebung im Verlauf der Dokumentation.

3.10 Zehnter Leichnam

Untersucht wurde ein 81jähriger männlicher Leichnam. Die Körpergröße betrug 2,01 m und das Körpergewicht wurde mit 97 kg gemessen. Aus diesen Werten ergab sich ein BMI von 24,01.

Der Mann verstarb am 05.01.2011 um 12:00 Uhr. Die fotografische Dokumentation wurde um 12:58 Uhr desselben Tages gestartet und um 21:16 Uhr beendet. Dies ergibt eine Untersuchungsdauer von 8 Stunden und 18 Minuten.

Die gemessene Rektaltemperatur um 12:35 Uhr betrug 35,5 °C.

Zur Anamnese des Verstorbenen ist bekannt, dass er einen Herzschrittmacher besaß und Zeichen von Reanimationsmaßnahmen vorhanden waren.

Die Raumtemperatur und die Luftfeuchtigkeit wurden auf Grund eines technischen Defektes nicht gemessen.

Die Leichenstarre hatte in den Schulter-, Ellenbogen- und Kniegelenken noch nicht eingesetzt.

Folgende Rasterkoordinaten wurden für die Auswertung ausgewählt:

Tabelle 32: Rasterkoordinaten der Serie Nr. 10

Koordinaten Nr.	Rasterkoordinaten	
1	x: 23,5	y: 16,0
2	x: 24,0	y: 16,0
3	x: 23,5	y: 16,5
4	x: 24,0	y: 16,5

Die Auswertung der RGB-Farbräume basierend auf den oben aufgeführten Rasterkoordinaten ergab folgende Werte:

Tabelle 33: RGB-Werte Serie 10

Zeit nach Todeseintritt h:min	x (rot) Messzeitpunkt	Y R-Wert	x (grün) Messzeitpunkt	Y G-Wert	x (blau) Messzeitpunkt	Y B-Wert
0:58	1	163,25	1	151,75	1	155,25
1:08	2	164,25	2	152,5	2	149,25
1:18	3	164,75	3	152,75	3	150,25
1:28	4	165,75	4	153,25	4	150
1:38	5	168	5	156	5	153,25
1:48	6	167	6	155,25	6	152,5
1:58	7	167,75	7	155,75	7	152,75
2:08	8	167	8	155	8	152
2:18	9	167	9	155,25	9	151,5
2:28	10	165,75	10	154,75	10	152,75
2:38	11	166,75	11	155	11	152,5
2:48	12	167	12	155,25	12	152
2:58	13	167	13	155	13	152,25
3:08	14	167	14	155,25	14	153
3:18	15	167,25	15	155	15	151,75
3:28	16	167,25	16	155,5	16	152,75
3:38	17	166,75	17	155	17	152,5
3:48	18	166,75	18	155	18	151,75
3:58	19	166,5	19	154,75	19	151,5
4:08	20	165,5	20	154,25	20	151,25
4:18	21	164,5	21	153,25	21	151,75
4:28	22	165,5	22	153,5	22	150,5
4:38	23	165,5	23	154	23	150,75
4:48	24	164,5	24	153,25	24	151,75
4:58	25	165,25	25	153,5	25	150
5:08	26	138,25	26	126,25	26	124,5
5:18	27	136,75	27	125	27	123,5
5:28	28	136,5	28	125,25	28	122,75
5:38	29	137	29	125,75	29	123,75
5:48	30	138,25	30	126	30	122,25

5:58	31	136,75	31	125,75	31	123,5
6:08	32	138,5	32	125,75	32	123,25
6:18	33	138	33	125,5	33	123,25
6:28	34	138,5	34	125,75	34	123,5
6:38	35	138,25	35	126,25	35	123,5
6:48	36	138,75	36	126,25	36	124,25
6:58	37	137,75	37	125,75	37	122,75
7:08	38	138,5	38	125,75	38	123,5
7:18	39	138	39	125,75	39	122,75
7:28	40	138	40	125,5	40	123,5
7:38	41	137,75	41	125,25	41	122,5
7:48	42	137,25	42	125,5	42	122,75
7:58	43	138	43	126,25	43	123,5
8:08	44	138,25	44	125,75	44	123,5
8:18	45	138	45	126	45	123,75
8:28	46	137,5	46	125	46	123,25
8:38	47	138	47	125,75	47	123,5
8:48	48	138	48	126	48	123,5
8:58	49	138	49	126	49	123,5
9:08	50	138	50	125,75	50	122,75
9:16	51	138	51	125,5	51	123,5

Aus diesen Daten wurde folgende Grafik erstellt:

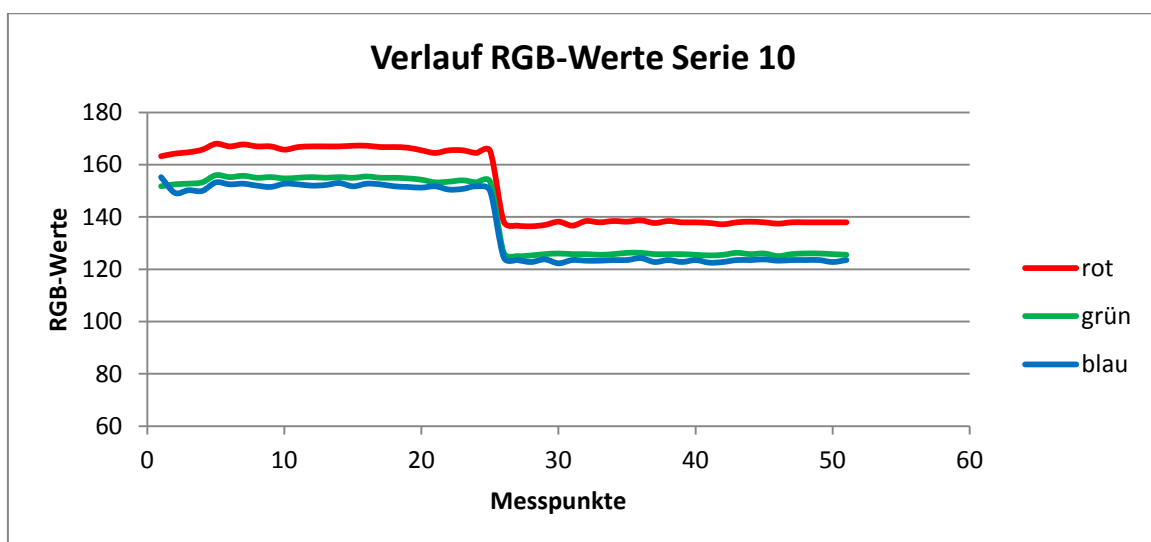


Abbildung 14: Verlauf RGB-Werte Serie 10

Der Verlauf der Grafik zeigt einen abnehmenden Verlauf der RGB-Farbwerte. Durch Einfügen von Trendlinien ergaben sich folgende Gleichungen für die einzelnen Farbwerte:

Blau: $y(x) = -0,8435x + 159,23$

Rot: $y(x) = -0,8299x + 173,30$

Grün: $y(x) = -0,8419x + 161,67$

Den negativen Steigungen der Gleichungen ist zu entnehmen, dass es zu einem abnehmenden Verlauf der RGB-Werte kam. Das Verhältnis der RGB-Werte zueinander blieb im Wesentlichen unverändert.

Der dargestellte Abfall der RGB-Werte zum Messzeitpunkt $x = 25$ ist auf Lichtartefakte zurückzuführen. Einzelheiten siehe Diskussion.

Morphologische Auswertung:

Für die Auswertung der Morphologie der Leichenflecke wurden folgende Komponenten der Grundeinstellungen angepasst.

Tabelle 34: angepasste Komponenten der Grundeinstellung für Serie Nr. 10

Grundeinstellung	gewählte Einstellung
Weißabgleich	Benutzerdefiniert (Mittelwert aus „Auto“-Angaben der Gesamtserie)
Farbtemperatur	4400 K
Farbton	+24
Belichtung	0,00
Reparatur	0
Fülllicht	0
Schwarz	+5
Helligkeit	+50
Kontrast	+80
Klarheit	+80
Dynamik	0
Sättigung	0

Speicherung der Dateien im JPEG-Format und Erstellung einer Video-Datei (WMV-Format). Dauer der Bildübergänge 0,5 Sekunden.

Dokumentationspunkt 1 (58 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 1 aus der Bilderserie Nr. 10):

Zu Beginn flächenhafte Ausbildung der Livores im seitlichen Thorax- und Flankenbereich. Keine Leichenflecken im Gesäßbereich. Insgesamt geringe Intensität. Der subjektive Farbeindruck war blau-rot.

Keine Aussparungen innerhalb der Leichenflecke erkennbar.

Insgesamt relativ starke Bräunung der Haut auffällig.

Dokumentationspunkt 2 (2 Stunden und 58 nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 2 aus der Bilderserie Nr. 10):

Es waren keine dynamischen Veränderungen der Leichenflecke erkennbar. Weiterhin war eine Abnahme der Farbintensität zu beobachten.

Dokumentationspunkt 3 (4 Stunden und 58 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 3 aus der Bilderserie Nr. 10):

Bildung fleckförmiger Livores im mittleren Axillarlinienbereich. Insgesamt geringe Intensität der Leichenflecke („Blässe“). Keine Veränderungen des subjektiven Farbeindrucks.

Weiterhin keine Aussparungen erkennbar.

Dokumentationspunkt 4 (5 Stunden und 58 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 4 aus der Bilderserie Nr. 10):

Weiterhin Ausbildung fleckförmiger Leichenflecke im Bereich der mittleren Axillarlinie.

Keine Veränderungen bezüglich Farbintensität und Farbeindruck.

Keine Aussparungen erkennbar.

Dokumentationspunkt 5 (letzte Aufnahme; 9 Stunden und 16 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 5 aus der Bilderserie Nr. 10):

Keine weiteren dynamischen Veränderungen im seitlichen Thorax- und Flankenbereich. Im Gesäßbereich war eine Zunahme der Leichenflecke zu beobachten.

Es waren keine Veränderungen bezüglich Intensität und Farbgebung zu beobachten.

Keine Spiegellinie erkennbar.

Es war keine Veränderung der Bauchdeckenhöhe während der Dokumentation auffällig.

3.11 Elfter Leichnam

Bei dem elften untersuchten Leichnam handelte sich um eine 91jährige Frau. Sie wies eine Körpergröße von 1,55 m auf und das Körpergewicht lag bei 44,7 kg. Der hieraus errechnete Body-Maß-Index betrug 18,61 kg/m².

Die Frau verstarb am 26.04.2011 um 17:25 Uhr. Die fotografische Dokumentation wurde um 18:46 Uhr desselben Tages gestartet und um 02:47 Uhr des darauf folgenden Tages beendet. Dies ergibt eine Untersuchungsdauer von 8 Stunden und 01 Minute.

Die vor Dokumentationsbeginn um 18:30 Uhr gemessene Rektaltemperatur betrug 38,1 °C.

Zur Anamnese ist bekannt, dass die Frau unter einer Aortenklappenstenose, einer Herzinsuffizienz und Osteoporose litt. Kurz vor ihrem Tod wurden Zeichen eines Infektes festgestellt und auf einen Infekt der Atemwege geschlossen.

Die durchschnittlich während der Dokumentation gemessene Raumtemperatur betrug 12,17 °C und die relative Luftfeuchtigkeit lag bei 53,73%.

Bei Dokumentationsbeginn hatte die Leichenstarre um Schulter-, Ellenbogen- und Kniegelenk noch nicht eingesetzt.

Folgende Rasterkoordinaten wurden für die Auswertung ausgewählt:

Tabelle 35: Rasterkoordinaten der Serie Nr. 11

Koordinaten Nr.	Rasterkoordinaten	
1	x: 23,5	y: 17,6
2	x: 24,0	y: 17,6
3	x: 23,5	y: 18,0
4	x: 24,0	y: 18,0

Die Auswertung der RGB-Farbräume basierend auf den oben aufgeführten Rasterkoordinaten ergab folgende Werte:

Tabelle 36: RGB-Werte der Serie 11

Zeit nach Todeseintritt h:min	x (rot) Messzeitpunkt	Y R-Wert	x (grün) Messzeitpunkt	Y G-Wert	x (blau) Messzeitpunkt	Y B-Wert
1:21	1	124,75	1	118,5	1	130,5
1:30	2	124,75	2	118,75	2	130,75
1:40	3	125,25	3	118,75	3	131
1:50	4	126,75	4	120,25	4	131
2:00	5	129	5	122,25	5	134,75
2:10	6	128,5	6	121,75	6	134,5
2:20	7	128	7	121,5	7	133,5
2:30	8	128	8	120,75	8	133,25
2:40	9	128,5	9	122	9	134,75
2:50	10	128	10	121,5	10	133,75
3:00	11	127,75	11	121	11	133,25
3:10	12	128	12	121,5	12	133,5
3:20	13	128,25	13	121,5	13	134,25
3:30	14	128	14	121,5	14	134
3:40	15	127,75	15	121,5	15	133,75
3:50	16	128,5	16	121,25	16	132
4:00	17	127,75	17	121	17	133,5
4:10	18	127,75	18	121,25	18	133,75
4:20	19	128,75	19	122	19	134,75
4:30	20	127,5	20	121,25	20	133,25
4:40	21	128,25	21	121,5	21	134,25
4:50	22	126,75	22	120,25	22	132,5
5:00	23	127,25	23	120,25	23	132,75
5:10	24	127,5	24	120,75	24	133
5:20	25	128,75	25	120,75	25	132,5
5:30	26	129	26	121,5	26	133,25
5:40	27	128,75	27	121,25	27	133
5:50	28	129,25	28	121	28	133,75
6:00	29	128,5	29	120,75	29	133,5
6:10	30	129	30	121,5	30	133
6:20	31	130	31	122,25	31	134,25
6:30	32	128,75	32	121	32	132,75
6:40	33	129,5	33	121,5	33	133,75
6:50	34	129,25	34	121	34	134
7:00	35	128,75	35	120,75	35	133,25
7:10	36	122	36	115	36	126,75
7:20	37	130	37	122	37	134,5
7:30	38	129,25	38	121,5	38	134
7:40	39	129,25	39	121,5	39	134
7:50	40	128,25	40	120,5	40	132,25
8:00	41	128,75	41	121	41	133,25

8:10	42	128,25	42	120,75	42	133,5
8:20	43	130,25	43	122	43	135,5
8:30	44	129,25	44	121,25	44	134,5
8:40	45	122,75	45	115,25	45	127
8:50	46	129	46	121	46	134
9:00	47	129,5	47	121,5	47	134,25
9:10	48	129,5	48	121,5	48	132
9:22	49	128	49	120	49	133,25

Aus diesen Daten wurde folgende Grafik erstellt:

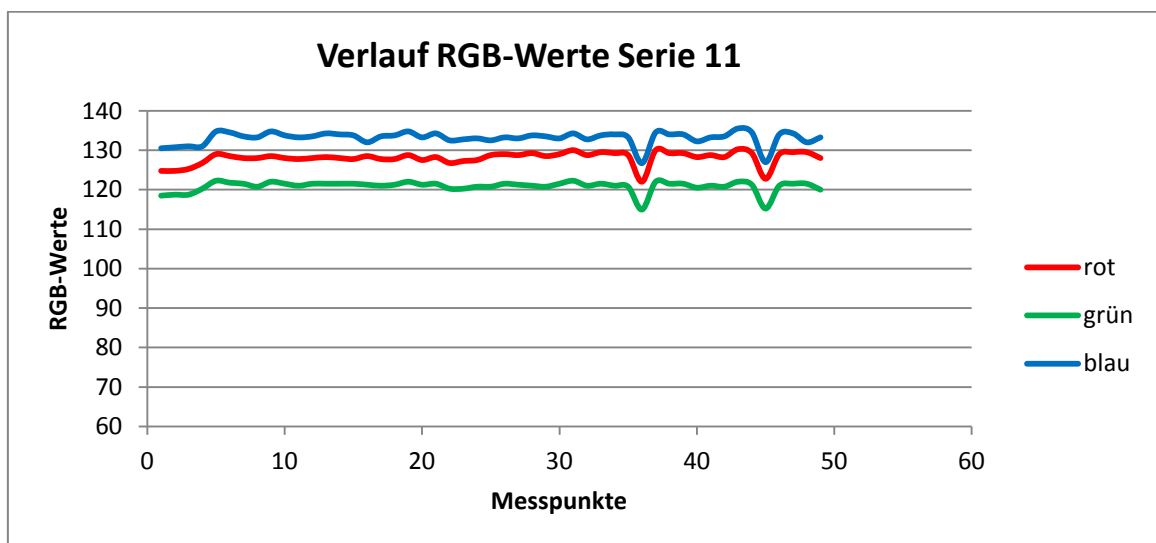


Abbildung 15: Verlauf RGB-Werte Serie 11

Die Farbwerte zeigten einen gleichbleibenden Verlauf während der Dokumentation.

Durch Einfügen von Trendlinien ergaben sich folgende Gleichungen für die einzelnen Farbwerte:

Blau: $y(x) = 0,0014x + 133,07$

Rot: $y(x) = 0,0334x + 127,22$

Grün: $y(x) = -0,0058x + 120,97$

Den Gleichungen ist zu entnehmen, dass es kaum Änderungen der RGB-Werte gab. Das Verhältnis der RGB-Werte zueinander blieb im Wesentlichen unverändert.

Die dargestellten Peaks der RGB-Werte zu den Messzeitpunkten $x = 37$ und $x = 45$ sind auf Lichtartefakte zurückzuführen. Einzelheiten siehe Diskussion.

Morphologische Auswertung:

Für die Auswertung der Morphologie der Leichenflecke wurden folgende Komponenten der Grundeinstellungen angepasst.

Tabelle 37: angepasste Komponenten der Grundeinstellung für Serie Nr. 11

Grundeinstellung	gewählte Einstellung
Weißabgleich	Benutzerdefiniert (Mittelwert aus „Auto“-Angaben der Gesamtserie)
Farbtemperatur	4500 K
Farbton	+26
Belichtung	0,00
Reparatur	93
Fülllicht	0
Schwarz	+5
Helligkeit	+50
Kontrast	+65
Klarheit	+45
Dynamik	0
Sättigung	0

Speicherung der Dateien im JPEG-Format und Erstellung einer Video-Datei (WMV-Format). Dauer der Bildübergänge 0,5 Sekunden.

Dokumentationspunkt 1 (1 Stunde und 21 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 1 aus der Bilderserie Nr. 11):

Zu Beginn flächenhaft ausgebildete Leichenflecke im seitlichen Thorax- und Flankenbereich von hoher Intensität.

Keine Livores im Gesäßbereich.

Der subjektive Farbeindruck war blau-rötlich.

Es waren keine Aussparungen innerhalb der Livores zu beobachten.

Dokumentationspunkt 2 (2 Stunden und 26 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 2 aus der Bilderserie Nr. 11):

Keine Veränderungen bezüglich Ausprägung, Intensität und Farbgebung der Livores erkennbar.

Kleine fleckförmige Aussparungen innerhalb der Livores im ventralen Bereich auf Höhe des unteren Rippenbogens erkennbar.

Leichte blaulivide Verfärbung mit fleckförmigen Anteilen im Gesäßbereich am Übergang der Haut-Glasplatten-Grenze.

Dokumentationspunkt 3 (4 Stunden und 26 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 3 aus der Bilderserie Nr. 11):

Keine Veränderungen bezüglich Ausprägung, Aussparung, Intensität und Farbgebung der Livores im seitlichen Thorax- und Flankenbereich erkennbar.

Leichte Zunahme der Leichenflecke im oben beschriebenen Gesäßbereich.

Dokumentationspunkt 4 (6 Stunden und 26 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 4 aus der Bilderserie Nr. 11):

Keine Veränderungen bezüglich Ausprägung, Aussparung, Intensität und Farbgebung der Livores im seitlichen Thorax-, Flanken- und Gesäßbereich erkennbar.

Dokumentationspunkt 5 (7 Stunden und 56 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 5 aus der Bilderserie Nr. 11):

Weiterhin keine Veränderungen bezüglich Ausprägung, Aussparung, Intensität und Farbgebung der Leichenflecke im seitlichen Thorax-, Flanken- und Gesäßbereich.

Dokumentationspunkt 6 (8 Stunden und 26 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 6 aus der Bilderserie Nr. 11):

Keine Veränderungen der Livores im seitlichen Thorax- und Flankenbereich.

Zunahme der Leichenflecke im Gesäßbereich in dorsaler Richtung und flächenhafte Ausbreitung.

Weiterhin keine Veränderung der Intensität und der Farbgebung.

Dokumentationspunkt 7 (letzte Aufnahme; 9 Stunden und 22 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 7 aus der Bilderserie Nr. 11):

Keine weiteren Veränderungen der Leichenflecke, Intensität und Farbgebung.

Keine Spiegellinie erkennbar.

Im Verlauf der Dokumentation geringes Absinken der Bauchdecke.

3.12 Zwölfter Leichnam

Der zwölfte untersuchte Leichnam war männlichen Geschlechts und wies ein Alter von 68 Jahren auf. Die Körpergröße betrug 1,74 m und das Körpergewicht lag bei 88,5 kg. Der hieraus errechnete BMI betrug 29,23 kg/m².

Der Mann verstarb am 17.5.2011 um 16.53 Uhr. Die fotografische Dokumentation begann um 19:10 Uhr desselben Tages und endete um 03:10 Uhr des darauffolgenden Tages. Dies ergibt eine Untersuchungsdauer von 8 Stunden.

Die kurz vor Dokumentationsbeginn um 18:58 Uhr gemessene Rektaltemperatur betrug 36,0 °C.

Zur Anamnese ist bekannt, dass der Verstorbene im Treppenhaus seines Hauses zusammengebrochen war. Die eingeleiteten Reanimationsmaßnahmen blieben erfolglos.

Die durchschnittlich gemessene Temperatur während des Aufnahmezeitraums im Untersuchungsraum betrug 12,15°C.

Die durchschnittlich gemessene Luftfeuchtigkeit lag bei 59,31%.

Die Leichenstarre hatte in den Schulter-, Ellenbogen- und Kniegelenken bei Dokumentationsbeginn noch nicht eingesetzt.

Folgende Rasterkoordinaten wurden für die Auswertung ausgewählt:

Tabelle 38: Rasterkoordinaten der Serie Nr. 12

Koordinaten Nr.	Rasterkoordinaten	
1	x: 15,4	y: 21,8
2	x: 15,8	y: 21,8
3	x: 15,4	y: 22,0
4	x: 15,8	y: 22,0

Die Auswertung der RGB-Farbräume basierend auf den oben aufgeführten Rasterkoordinaten ergab folgende Werte:

Tabelle 39: RGB-Werte Serie 12

Zeit nach Todeseintritt h:min	x (rot) Messzeitpunkt	Y R-Wert	x (grün) Messzeitpunkt	Y G-Wert	x (blau) Messzeitpunkt	Y B-Wert
2:17	1	106,75	1	100,5	1	104,25
2:27	2	138,75	2	134,25	2	133
2:37	3	134,25	3	129,75	3	127,5
2:47	4	137,25	4	132,75	4	130,5
2:57	5	138,5	5	133,75	5	131,25
3:07	6	139	6	134	6	132
3:17	7	145,25	7	140,75	7	138,75
3:27	8	138,75	8	134	8	132,5
3:37	9	138,75	9	134	9	131,75
3:47	10	139,75	10	134,25	10	132,75
3:57	11	139,75	11	133,75	11	133
4:07	12	138,75	12	133,5	12	132
4:17	13	139,25	13	133,75	13	132
4:27	14	138,75	14	133,25	14	131
4:37	15	139	15	132,75	15	132
4:47	16	137,25	16	131,25	16	131,25
4:57	17	137	17	130	17	130,25
5:07	18	136	18	129,5	18	129,5
5:17	19	136,25	19	129,5	19	130
5:27	20	135,25	20	128,75	20	128,75
5:37	21	135	21	128,25	21	128,5
5:47	22	133,75	22	127,5	22	128
5:57	23	133	23	126,5	23	127,75
6:07	24	131,25	24	124,25	24	125,5
6:17	25	130	25	122,25	25	125
6:27	26	135,25	26	127	26	131,25
6:37	27	125,5	27	117	27	122,5
6:47	28	124,5	28	116	28	121,5
6:57	29	122,5	29	114,25	29	120,25
7:07	30	121,75	30	113	30	119,5
7:17	31	121	31	112	31	119,5
7:27	32	120	32	111,25	32	118,75
7:37	33	119,5	33	110,25	33	117,5
7:47	34	120,5	34	111,25	34	118,5
7:57	35	120	35	111,25	35	118,75
8:07	36	120	36	110,5	36	119,5
8:17	37	119,75	37	110,5	37	118,25
8:27	38	119	38	110	38	117,75
8:37	39	119,25	39	110	39	117,25
8:47	40	119,5	40	110,5	40	118,25
8:57	41	125,5	41	115,5	41	124

9:07	42	118,5	42	109,25	42	117,5
9:17	43	118	43	109	43	116,75
9:27	44	118,25	44	108,5	44	116,25
9:37	45	118,5	45	109	45	116,25
9:47	46	118,75	46	109,5	46	117,5
9:57	47	117,75	47	108,75	47	116,75
10:07	48	118	48	108,5	48	116,25
10:17	49	118	49	108,5	49	116,75

Aus diesen Daten wurde folgende Grafik erstellt:

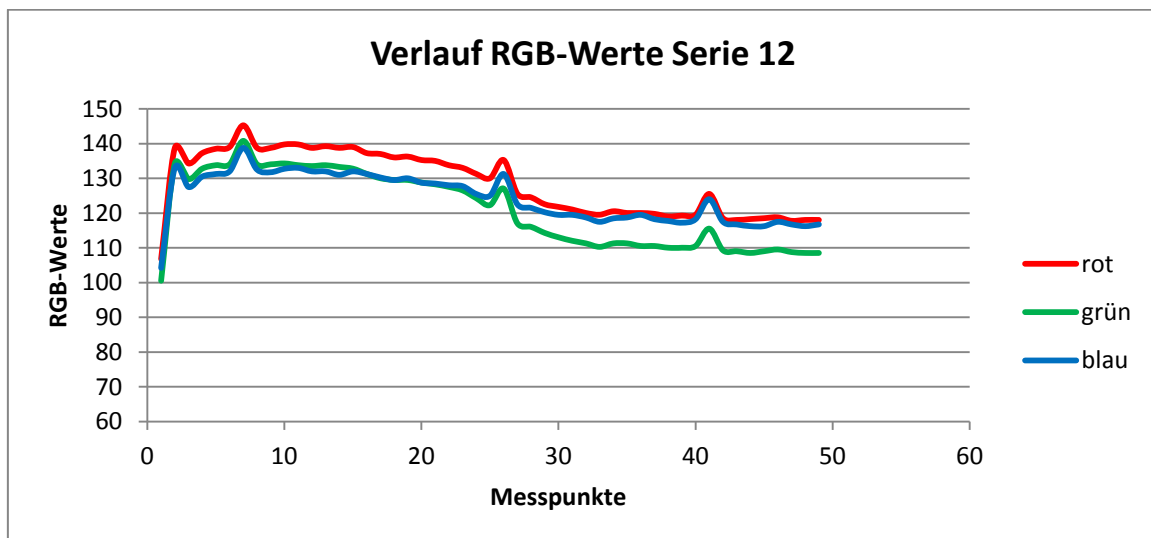


Abbildung 16: Verlauf RGB-Werte Serie 12

Die Farbwerte zeigten einen abnehmenden Verlauf während der Dokumentation. Durch Einfügen von Trendlinien ergaben sich folgende Gleichungen für die einzelnen Farbwerte:

Blau: $y(x) = -0,3546x + 133,27$

Rot: $y(x) = -0,5029x + 141,07$

Grün: $y(x) = -0,6238x + 136,7$

Den negativen Steigungen der Gleichungen ist zu entnehmen, dass es ein abnehmender Verlauf der RGB-Werte stattgefunden hat. Das Verhältnis der R- und B-Werte zueinander blieb im Wesentlichen unverändert. Der G-Werte fiel im Vergleich stärker ab.

Die dargestellten Peaks der RGB-Werte zu den Messzeitpunkten $x = 8$, $x = 28$ und $x = 41$ sind auf Lichtartefakte zurückzuführen. Einzelheiten siehe Diskussion.

Morphologische Auswertung

Für die Auswertung der Morphologie der Leichenfleckte wurden folgende Komponenten der Grundeinstellungen angepasst.

Tabelle 40: angepasste Komponenten der Grundeinstellung für Serie Nr. 12

Grundeinstellung	gewählte Einstellung
Weißabgleich	Benutzerdefiniert (Mittelwert aus „Auto“-Angaben der Gesamtserie)
Farbtemperatur	4400 K
Farbton	+26
Belichtung	0,00
Reparatur	30
Fülllicht	0
Schwarz	+5
Helligkeit	+50
Kontrast	+66
Klarheit	+60
Dynamik	0
Sättigung	0

Speicherung der Dateien im JPEG-Format und Erstellung einer Video-Datei (WMV-Format). Dauer der Bildübergänge 0,5 Sekunden.

Dokumentationspunkt 1 (2 Stunden und 17 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 1 aus der Bilderserie Nr. 12):

Zu Beginn flächenhafte Ausbreitung der Livores im Flankenbereich von hoher Intensität. Im Randbereich der Livores rundförmige helle Aussparungen.

Der subjektive Farbeindruck hier blau-rot.

Ebenfalls flächenhaft ausgebreitete Leichenflecke im seitlichen Thorax und Gesäßbereich. Im mittleren Gesäßbereich zudem eine flächenhafte Aussparung.

Im seitlichen Thoraxbereich fleckförmige Livores erkennbar.

Keine weiteren Aussparungen.

Dokumentationspunkt 2 (3 Stunden und 17 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 2 aus der Bilderserie Nr. 12):

Entwicklung kleiner fleckförmiger Livores in zwei Aussparungen im dorsalen Bereich des Übergang Flanken- zu Gesäßbereich.

Keine weiteren Veränderungen bezüglich Ausprägung, Aussparungen, Intensität und subjektiver Farbeindruck.

Dokumentationspunkt 3 (4 Stunden und 17 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 3 aus der Bilderserie Nr. 12):

Zunahme der Livores innerhalb der Aussparung im Übergang seitlicher Thorax- zu Flankenbereich. Hierdurch Abnahme der scharfen Abgrenzungslinie zwischen Livores und „normaler“ Haut.

Leichte Zunahme fleckförmiger Leichenflecke im proximalen seitlichen Thorax- und Achselbereich.

Keine Veränderungen bezüglich Intensität und subjektiver Farbeindruck.

Dokumentationspunkt 4 (5 Stunden und 17 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 4 aus der Bilderserie Nr. 12):

Flächenhafte Ausbreitung der Livores im Achselbereich. Außerdem Zunahme der Intensität in diesem Bereich. Der subjektive Farbeindruck in diesem Bereich rot-blau (leichter Überschuss der Rotanteile).

Zunehmende Füllung der subkutanen Gefäße im seitlichen Thoraxbereich. Hier Ausbreitung der Leichenflecke von bereits bestehenden Livores.

Ausbildung einer kleinen runden hellen Aussparung im dorsalen Flankenbereich. Ansonsten keine weiteren Veränderungen bezüglich Ausprägung, Intensität und Farbeindruck.

Dokumentationspunkt 5 (6 Stunden und 17 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 5 aus der Bilderserie Nr. 12):

Zunahme der Livores im Achselbereich. Hier Ausbreitung von bereits bestehenden Leichenflecken. Subjektiver Farbeindruck jetzt blau-rot.

Keine weiteren Veränderungen bezüglich Ausprägung, Aussparungen, Intensität und Farbeindruck.

Dokumentationspunkt 6 (7 Stunden und 17 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 6 aus der Bilderserie Nr. 12):

Weitere Ausbreitung der Livores und Intensitätszunahme im Achselbereich. Weiterhin war eine Zunahme der Blauanteile im subjektiven Farbeindruck auffällig. Die Ausbreitung der Livores erfolgte ebenfalls von bereits bestehenden Leichenflecken. Innerhalb der Livores Bildung einer ringförmigen Aussparung.

Zudem Ausbildung einer strichförmigen Aussparung innerhalb der Livores im Flankenbereich.

Keine weiteren Veränderungen auffällig.

Dokumentationspunkt 7 (9 Stunden und 17 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 7 aus der Bilderserie Nr. 12):

Gering zunehmende Ausbreitung der Livores im Achselbereich. Hier fiel zudem eine Intensitätszunahme auf.

Weiterhin Zunahme der Leichenflecke im proximalen Oberschenkelbereich und geringe Verlagerungen der Livores im Übergang seitlicher Thorax-Flankenbereich.

Keine weiteren Veränderungen auffällig.

Dokumentationspunkt 8 (letzte Aufnahme; 10 Stunden und 17 Minuten nach Todeseintritt, siehe hierzu **Anhang** Abb. 8 aus der Bilderserie Nr. 12):

Geringe dynamische Veränderungen der Livores im Achsel- und proximalen Oberschenkelbereich.

Keine weiteren Veränderungen bezüglich Ausprägung, Aussparungen, Intensität und Farbeindruck.

Keine Spiegellinie erkennbar.

Im Verlauf der Dokumentation geringes Absinken der Bauchdecke.

Weiterhin dunkler werdende Farbgebung im Achselbereich im Verlauf der Dokumentation.

4 Diskussion

4.1 Diskussion der Methodik

Die Methodik hatte zum Ziel zu untersuchen inwieweit es möglich ist, mit der digitalen Fotografie und der anschließenden computergestützten Analyse objektive Aussagen zu morphologischen und farblichen Entwicklungen von Leichenflecken zu machen. Für die Analyse sollten einfach verfügbare Ressourcen verwendet werden.

Insgesamt hat sich die digitale Fotografie als gut handhabbare und zuverlässige Methodik erwiesen. Mit den automatisch gewählten Einstellungen der Kamera ließen sich qualitativ gute Bilder erstellen.

Als sehr stark einflussnehmende Variable erwies sich das Licht. Um eine optimale Ausleuchtung der zu fotografierenden Bereiche zu gewährleisten, war es nötig eine zweite Lichtquelle, neben der bereits vorhandenen Deckenbeleuchtung, zu installieren.

Durch diese Kombination entstand ein „Mischlicht“, welches Schwankungen in der Farbtemperatur aufwies. Diese sind als Lichtartefakte (Peaks) in den Grafiken zu erkennen.

Um bei zukünftigen Untersuchungen konstantere Lichtverhältnisse zu erreichen, wäre es sinnvoll z.B. eine sogenannte Tageslichtlampe oder einen externen Blitz einzusetzen.

4.2 Interpretation der morphologischen Ergebnisse

Für die morphologische Auswertung der Leichenflecke wurden folgende Aspekte beurteilt: Intensität, subjektiver Farbeindruck, Dynamik, Spiegellinie, fleckförmige/konfluente Bereiche und Aussparungen. (Die Auswertung des subjektiven Farbeindrucks erfolgt im Teil: Interpretation der Farbergebnisse)

In ca. sechs Serien zeigten sich kaum dynamische Veränderungen im dokumentierten Verlauf. Dieses war sowohl bei „frühdokumentierten“ als auch bei „spätdokumentierten“ Serien zu beobachten.

Zu diesen Serien zählten die Nr. **2, 3, 5, 6, 10 und 11**. Wobei hier noch eine Unterteilung in geringe Dynamik (**2, 3, 5, 6**) und gar keine Dynamik (**10, 11**) erfolgen kann.

Bezogen auf die Intensität der Livores ist zu sagen, dass es in den genannten Serien ebenfalls keine auffälligen Veränderungen gab. Nur in Serie **2** zeigte sich zu Beginn eine geringe Intensität („Blässe“), die im Verlauf der Dokumentation zunahm. Die Serien **3, 6 und 11** zeigten bereits zu Beginn eine mittelkräftige bis hohe Intensität, die sich nicht mehr veränderte.

Die Serien **5 und 10** zeigten anfänglich eine geringe Intensität, die auch im Verlauf etwa auf dem Niveau verblieb.

In den genannten Serien war keine Spiegellinie der Livores zu bestimmen.

Gemeinsam war allen Verstorbenen ein hohes Alter (81 – 99 Jahre). Der BMI schwankte zwischen 18,61 kg/m² und 31,91 kg/m².

Mögliche Erklärungsansätze für diese Beobachtungen könnten sein, dass bei den Verstorbenen eine altersbedingte Blutarmut (Anämie) vorgelegen haben könnte. Wie schon Madea (2003) feststellte, kann diese dazu führen, dass sich nur spärliche Leichenflecke entwickeln. Bezogen auf Keil (2009) wäre ebenfalls inneres Verbluten denkbar (z.B. im Rahmen einer Aortenaneurysmaruptur).

Weitere denkbare Gründe sind kräftezehrende chronische Erkrankungen, wie z.B. Tumorleiden oder Infekte.

Ein anderer Erklärungsansatz kann die erschwerte Ausbildung von Livores an der Haut durch Fettgewebe sein. Zwei untersuchte Leichen (Serie **3 & 5**) hatten einen BMI von $> 30 \text{ kg/m}^2$ und erkennbar viel Fettgewebe besonders am Bauchbereich. Die Kombination von beispielsweise Anämie und Adipositas könnte eine denkbare Erklärung für die mangelnde Ausprägung und Entwicklung von Leichenflecken sein.

Ebenfalls in Betracht ziehen, sollte man den Bräunungsgrad der Haut. Darauf wiesen bereits Usumoto et al (2010) hin. Bei sonnengebräunter und stark melaninhaltiger Haut können die Leichenflecke eine geringere Intensität aufweisen, da es zu einer Überlagerung durch die dunklere Hautfarbe kommt. In Ansätzen zu beobachten war dieser Einfluss auf die Livores in der Serie Nr. **10**. Die geringe Intensität der Livores kann teilweise durch die relativ starke Bräunung der Haut erklärt werden.

Bei den übrigen Serien (Nr. **1, 4, 7, 8, 9, 12**) waren dagegen folgende Beobachtungen zu machen.

Jede der oben genannten Serien zeigte eine große Dynamik in der Entwicklung der Leichenflecke. Diese dynamischen Veränderungen waren häufig in der Ausbildung von Aussparungen innerhalb der Livores zu erkennen.

Es bildeten sich bei jedem Leichnam Aussparungen innerhalb der Livores aus. Die Aussparungen waren weder durch anatomische Verhältnisse noch durch Aufliegestellen oder Kleidungsabdrücke zu erklären (vgl. hierzu Serien im Anhang). Außerdem zeigten sie unterschiedliche Verhaltensweisen bezüglich des Auftretens und der weiteren morphologischen Entwicklung. Teilweise waren die ausgesparten Bereiche schon zu Beginn der Dokumentation vorhanden, teilweise entwickelten sie sich erst im Verlauf. Bei zwei Serien (Nr. **4 & 7**) war auffällig, dass sich die im Verlauf entstandenen Livores wieder zurückbildeten und bei Dokumentationsende nur noch schemenhafte Umrisse zu erkennen waren.

Die Formen der Aussparungen waren unterschiedlich. Es fanden sich dreieckige, rechteckige, rundliche, strichförmige und ringförmige Formen.

Der Zeitpunkt des Auftretens der Livores variierte in den einzelnen Serien.

Tabelle 41: zeitliches Auftreten der Aussparungen

Serie Nr.	Aussparungsbereich	Zeitpunkt des Auftretens nach Todeseintritt in h:min
1	Thorax: Gesäß:	2:26 4:26
4	Flanke: Gesäß: Oberschenkel:	2:21 3:51 2:21
7	Achsel: Flanke: Oberschenkel:	2:27 1:25 1:57
8	Achsel: Thorax: Flanke:	1:17 (seit Beginn der Dokumentation) 2:17 2:17
9	Thorax: Gesäß:	2:27 5:37
12	Achsel: Flanke: Gesäß:	7:17 7:17 2:17

Tabelle 41 gibt einen Überblick über das zeitliche Auftreten der Aussparungen innerhalb der Livores. In einer Serie (Nr. **8**) war seit Beginn der Dokumentation (1 Stunde und 17 Minuten nach Todeseintritt) eine Aussparung im Bereich der Achsel zu erkennen. Aus Tabelle 41 geht weiterhin hervor, dass die Aussparungen sich in den meisten Fällen innerhalb der ersten drei Stunden nach Todeseintritt ausgebildet hatten. Allerdings war die Ausbildung der ringförmigen Aussparung erst 7 Stunden und 17 Minuten nach Todeseintritt zu beobachten. Im Vergleich zu den publizierten Ergebnissen fällt auf, dass die Ausbildung von Aussparungen innerhalb konfluierter Livores ohne externe Druckquelle bislang noch nicht beschrieben worden ist. Von Abblassungszonen innerhalb Livores ist bislang nur im Zusammenhang mit getragener Kleidung und den Aufliegestellen des Leichnams die Rede (Madea 2003, Forster 1986, Knight 2004). Dass allerdings auch Aussparungen ohne druckbedingte Abblassungen oder anatomischen Gegebenheiten entstehen können, stellt eine neue Erkenntnis dar. Die Abblassung im Gesäßbereich in Serie Nr. **1** ist ein Beispiel hierfür. Es zeigt sich eine klar abgrenzbare dreieckförmige Aussparung, die ohne äußere Einwirkungen entstanden ist. Für kriminalistische Fragen zur Auffindesituation und fraglicher Umlagerung des Leichnams könnte diese Beobachtung von Bedeutung sein.

Bezüglich des ersten Auftretens von Livores ist zu sagen, dass alle Leichname zu Beginn der Dokumentation bereits Leichenflecke aufwiesen. Viele Autoren (z.B. Prokop, Dürwald, Keil, Hilgermann und Brinkmann) gehen von einem Auftreten der Livores innerhalb der ersten zwei Stunden nach Todeseintritt aus. Diese Annahmen treffen auch für das hier untersuchte Kollektiv zu.

In allen Serien war eine flächenhafte Ausbreitung der Livores zu Beginn der Dokumentationen zu beobachten. In den Serien Nr. **3, 4, 5 und 7** waren zudem ebenfalls fleckförmige Livores vorhanden. In den Serien **3 und 7** blieben bis zum Ende der Dokumentation flächenhafte und fleckförmige Totenflecke nebeneinander bestehen und zeigten keine Veränderungen.

In der Serie **4** war ein weiteres Konfluieren der Livores nach 2 Stunden und 51 Minuten sowie nach 3 Stunden und 21 Minuten nach Todeseintritt zu beobachten. Das Auftreten fleckförmiger und anschließend konfluierender Livores war in Serie **5** zum Zeitpunkt 2 Stunden und 31 Minuten nach Todeseintritt zu beobachten.

Die Serien Nr. **1, 2, 6, 8, 9, 10, 11, 12** zeigten zu Beginn der Dokumentation nur flächenhaft ausgebildete Livores. Im weiteren Verlauf bildeten sich (außer in Serie Nr. **2**) neue fleckförmige Livores zu unterschiedlichen Zeiten aus. In Tabelle 42 sind die Beobachtungen zusammengefasst.

Tabelle 42: Zeitpunkt Auftreten neuer Livores

Serie	Zeitpunkt auftreten neuer Livores h:min nach Todeseintritt
1	2:26 & 8:26
6	1:56
8	1:27
9	2:27
10	4:58
11	2:26 & 8:26
12	4:17 & 9:17

Aus Tabelle 42 geht hervor, dass das Auftreten neuer Livores sehr variabel ist. Zum größten Teil treten sie in den ersten drei Stunden nach Todeseintritt auf. Doch wurden auch neue Livores bis zu neun Stunden nach Todeseintritt beobachtet.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass neu aufgetretene Leichenflecke in einem sehr langen Zeitraum nach dem Todeseintritt beobachtet werden können. Die große Variabilität der Livores in diesem Aspekt hatte auch Knight (2005) schon beschrieben.

In den Serien Nr. **1, 8 und 10** blieben die Livores fleckförmig. Es war kein Konfluieren im weiteren Verlauf zu beobachten.

Das Auftreten grobfleckiger aus bereits konfluerten Livores heraus war in den Serien **6 und 8** zu beobachten. Diese Veränderungen erfolgten in den ersten drei Stunden nach Todeseintritt. Ein Erklärungsansatz hierfür wäre das zunehmende Absinken des Blutes in Rückenlage des Leichnams. Denkbar wäre ein „Auseinanderdriften“ der bereits konfluerten Leichenflecke, sodass sie wieder fleckförmig imponieren.

Ein zusätzliches Zusammenfließen der Leichenflecke zu den bereits bestehenden Bereichen konnte in den Serien Nr. **4, 5, 9, 11 und 12** beobachtet werden. Die Tabelle 43 fasst die Beobachtungen zusammen.

Tabelle 43: Zeitpunkt weiteres Konfluieren der Livores

Serie	Zeitpunkt konfluieren der Livores h:min nach Todeseintritt
4	2:51 3:21
5	2:31
9	3:37, 4:37 bis 7:37
11	8:26
12	5:17

Aus Tabelle 43 geht hervor, dass das Konfluieren der Leichenflecke bis zu achteinhalb Stunden nach Todeseintritt erfolgen kann. Dies deckt sich mit den Beobachtungen von Hilgermann (aus Forster (1986)) und teilweise auch mit Parikh (1985) und Hochmeister et al (2006), die einen Zeitraum bis zu sechs Stunden nach Todeseintritt beschrieben haben.

Da in allen Serien bereits zu Beginn der Dokumentation flächenhafte Livores vorhanden waren, kann davon ausgegangen werden, dass das Konfluieren schon in der ersten Stunde nach Todeseintritt beginnen kann. Dies deckt sich mit den Angaben z.B. von Madea (2003), Brinkmann & Raem (2007) und Prokop (1975). Die Ergebnisse zeigen, dass die Variationsbreite in diesem Punkt ist sehr groß ist.

Das Ausbilden einer Spiegellinie der Livores war in den Serien Nr. **1, 4, 6, 7, 8 und 9** zu beobachten. Diese befand sich in den genannten Serien im Bereich zwischen mittlerer und vorderer Axillarlinie. Beschrieben hat dies bereits Madea (2003).

In der Serie Nr. **1** zeigte sich außerdem eine Verschiebung der Spiegellinie nach ventral. Diese Ausbreitung ging hier von den unterhalb bereits bestehenden Leichenflecken aus.

In den übrigen Serien war eine Spiegellinie nicht zu beurteilen.

In Bezug auf die morphologische Entwicklung der Leichenflecke fiel eine große interindividuelle Variationsbreite der untersuchten Aspekte auf.

4.3 Interpretation der Farbergebnisse

Zur Beurteilung der farblichen Entwicklung von Livores wurden aus den ermittelten RGB-Werten Grafiken erstellt, die den Verlauf der RGB-Werte darstellen. Es erfolgte eine deskriptive Auswertung der Ergebnisse. Diese wurden zu den subjektiven Beobachtungen in Beziehung gesetzt.

Die Auswertung der Farbverläufe ergab, dass es in sieben Serien zu einem abnehmenden Verlauf der RGB-Werte kam. Zu beobachten war dies in den Serien Nr. **1, 2, 4, 5, 7, 9 und 12**. Die Abnahme der RGB-Werte korrelierte mit dem subjektiven Eindruck dunkler werdender Totenflecke in den genannten Serien.

Diese Ergebnisse decken sich mit den Beobachtungen von Schuller et al (1987). Sie beschrieben eine abnehmende Helligkeit der Livores in Korrelation zur Verschiebung der Wellenlänge vom hellroten in den purpurnen Bereich.

Die dunkler werdende Farbgebung der Livores wurde außerdem von weiteren Autoren wie z.B. Mueller (1975), Leopold und Hunger (1981) und Bohnert (2008) beschrieben.

Allerdings widersprechen sie den Ergebnissen von Vanezis (1996). Bei seinen Untersuchungen stellte er ein Verblässen der Farbe im frühen postmortalen Intervall fest.

Die Auswertung des subjektiven Farbeindrucks ergab zudem, dass in den oben genannten Serien zu Beginn der Dokumentation die Livores rötlichblau erschienen. Im weiteren Verlauf nahmen sie einen blaurötlichen Farbton an. Der Wechsel der Farbgebung erfolgte zu verschiedenen Zeitpunkten. Die folgende Tabelle 44 zeigt den Zeitpunkt des Farbwechsels der jeweiligen Serien.

Tabelle 44: Zeitpunkt des subjektiven Farbumschlags der Leichenflecke

Serie	Zeitpunkt nach Todeseintritt Farbumschlag rotblau → blaurot in h:min
1	5:26
2	2:00
4	2:51
5	2:31
7	1:57
9	7:36
12	6:17

Aus Tabelle 44 geht hervor, dass der subjektive Farbeindruck zu unterschiedlichen Zeitpunkten wechselt. In den Serien **2, 4, 5 und 7** fand der Farbumschlag in den ersten drei Stunden nach Todeseintritt statt. In der Serie **9** war er erst nach 7:36 Stunden zu beobachten.

Daraus folgt, dass die Variationsbreite bei diesem Aspekt groß ist. Ein Erklärungsansatz für diese Beobachtung wäre, dass der postmortale Sauerstoffverbrauch des Gewebes unterschiedlich schnell abläuft. Keil (2009) verweist zudem auf den Sauerstoffgehalt des Blutes bei Todeseintritt. Bei stattgehabter Intubation und Beatmung vor dem Tod ist der Sauerstoffanteil am Hämoglobin hoch. Der postmortale Sauerstoffverbrauch dauert demnach länger und der Farbumschlag erfolgt später.

Der subjektiv ermittelte Farbumschlag von rotbläulich nach blaurötlich konnte durch die Analyse der RGB-Werte allerdings nicht objektiviert werden. In der Serie Nr. **12** konnte zudem beobachtet werden, dass der subjektive Farbeindruck der Leichenflecke an verschiedenen Stellen unterschiedlich war. Insgesamt imponierten die Livores blaurot. Nur im Achselbereich zeigte sich eine rotbläuliche Färbung, die im Verlauf blaurötlich wurde.

Bei den verbliebenen Serien Nr. **3, 6, 8, 10 und 11** konnte keine dunkler werdende Farbgebung beobachtet werden.

Die Serien **3, 6 und 11** zeigten einen gleichbleibenden Verlauf während der Dokumentation. Der subjektive Farbeindruck zu Beginn in diesen Serien imponierte ebenfalls als blaurot und zeigte keine weiteren Änderungen.

Die RGB-Auswertung der Serie Nr. **8** ist nur bis zum Messzeitpunkt $x = 25$ durchführbar, da zu diesem Zeitpunkt eine Änderungen der Lichtverhältnisse stattgefunden hat. Es zeigte sich allerdings bis zum Messzeitpunkt $x = 25$ ebenfalls ein gleichbleibender Verlauf der RGB-Werte. Der subjektive Farbeindruck hier war von Beginn an blaurot.

Ähnliches gilt auch für Serie Nr. **10**. Der subjektive Farbeindruck war ebenfalls von Beginn an blaurot und zeigte keine Änderungen. Die RGB-Werte zeigten bis zum Messzeitpunkt $x = 25$ einen gleichbleibenden Verlauf. Dann erfolgte ein Änderung der Lichtverhältnisse, der sich im Abfall der RGB-Werte widerspiegelt. Anschließend blieb der RGB-Verlauf gleichbleibend.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die farbliche Entwicklung der Livores einer großen Bandbreite unterliegt. Einerseits zeigten sich teilweise kaum Veränderungen in den RGB-Werten und im subjektiven Farbeindruck. Andererseits waren in einigen Serien bis zum Dokumentationsende viele Veränderungen zu beobachten.

4.4 Nutzen für die Todeszeitbestimmung

Gesetzmäßigkeiten zur Anwendung bei der Todeszeitbestimmung konnten nicht gefunden werden.

Die morphologischen Ausprägungen der Livores haben große interindividuelle Unterschiede gezeigt. Gemeinsamkeiten im zeitlichen Verlauf konnten daher nicht beschrieben werden.

Die Untersuchung der Farbentwicklung hat allerdings gezeigt, dass mithilfe der digitalen Fotografie Trends im Farbverlauf gezeigt werden konnten.

Untersuchungen von Schuller et al (1987), Inoue et al (1994) und Usumoto et al (2010) zur farblichen Entwicklung haben bereits gezeigt, dass die Farbauswertung der Livores im frühen postmortalen Intervall durchaus hilfreich bei der Todeszeitbestimmung sein können.

Dabei sollten die Begleitumstände des Todes beachtet werden. Bei durchgeführter Beatmung z.B. im Rahmen einer Reanimation ist der oxygenierte Hämoglobinanteil hoch. Weitere Untersuchungen zum Thema der dunkler werdenden Leichenflecke und zur farblichen Entwicklung sollten diesen Einfluss beachten.

Ebenfalls sollte bei Anwendung der hier genutzten Methodik auf konstante Lichtverhältnisse geachtet werden (siehe hierzu Diskussion der Methodik).

4.5 Entwicklung der Bauchdeckenhöhe

In vier von elf untersuchten Serien (Nr. **1, 2, 8 und 10**) war ein geringes Absinken der Bauchdecke zu erkennen.

Ein leichtes Anheben der Bauchdecken war in einem Fall (Serie **3**) zu beobachten. In den übrigen Serien zeigten sich keine Veränderungen bezüglich der Bauchdeckenhöhe im Dokumentationsverlauf.

5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden die morphologischen und farblichen Entwicklungen von Leichenflecken (Livores) mit Methoden der digitalen Fotografie untersucht. Hierzu erfolgte die fotografische Dokumentation der Leichenfleckentwicklung über einen Zeitraum von acht Stunden bei Verstorbenen mit einem maximal zwei Stunden zuvor erfolgten Todeseintritt. Die Bildanalyse erfolgte computergestützt: Zur Auswertung der Farbentwicklung der Livores wurden die RGB-Werte ermittelt. Für die Auswertung der morphologischen Entwicklung der Livores wurde aus den seriellen Aufnahmen ein Zeitraffervideo erstellt. Auf Grund des für die Untersuchungen notwendigen sehr kurzen postmortalen Intervalls von nur zwei Stunden bei Untersuchungsbeginn, konnten lediglich zwölf Verstorbene in die Studie eingeschlossen werden.

Die Auswertung der morphologischen Totenfleckentwicklung ergab große interindividuelle Unterschiede. Dennoch ließen sich die folgenden prinzipiellen Ergebnisse ableiten:

1. Alle Verstorbenen wiesen zu Beginn der Dokumentation bereits Leichenflecke auf. Diese waren in allen Fällen bei Untersuchungsbeginn bereits flächenhaft ausgebildet. Daraus lässt sich ableiten, dass ein Konfluieren der Totenflecke bereits in den ersten 1-2 Stunden nach dem Tod auftreten kann. Ein weiteres Konfluieren der Livores war bis zu neunzehn Stunden nach Todeseintritt zu beobachten. Zeitpunkt der Ausbildung, Form und Position der Aussparungen unterlagen einer großen Variationsbreite.
2. In sieben Fällen zeigte sich ein Auftreten weiterer Livores neben bereits bestehenden Leichenflecken. Dieses Phänomen war zumeist innerhalb der ersten drei Stunden nach Todeseintritt zu beobachten, in Einzelfällen jedoch bis zu neun Stunden nach Todeseintritt.
3. In sechs Fällen zeigte sich eine Ausbildung von nicht-druckbedingten Aussparungen innerhalb flächenhaft ausgebildeter Livores. Diese Beobachtung ist in der Literatur bislang nicht beschrieben worden. Die Beobachtung dieses Phänomens ist für kriminalistische Fragen von Bedeutung, wie z.B. der postmortalen Lageveränderung des Leichnams.
4. Nur geringe dynamische Veränderungen waren bei sechs Verstorbenen zu beobachten. Als mögliche Erklärungsansätze zeigten sich ein höheres Lebensalter, ein hoher BMI, Anämien, stark pigmentierte Haut oder ein hoher Bauchfettgehalt.

Die Auswertung des subjektiven Farbeindrucks zeigte in sieben seriellen Aufnahmen, dass die Livores im zeitlichen Verlauf an Helligkeit abnahmen. Diese Beobachtungen fanden ihre Entsprechung in abnehmenden RGB-Werten.

Die Auswertung des subjektiven Farbeindrucks wies eine Tendenz zur Zunahme der Blauanteile der Leichenflecke im postmortalen Verlauf auf. In photographischen Serien mit großer Dynamik in der Morphologie imponierten die Livores bei Dokumentationsbeginn rötlichblau. Im Verlauf erfolgte ein Farbumschwung nach blau-rot. Mittels der Analyse der RGB-Werte konnte dieser Eindruck jedoch nicht objektiviert werden.

Eindeutige Ergebnisse des farblichen Verlaufs konnten im Hinblick auf die Eingrenzung des Todeszeitpunkts nicht erhoben werden. Die beschriebenen Tendenzen (Abnehmende RGB-Werte und subjektiv dunklere Färbung der Livores im zeitlichen Verlauf) beinhalten jedoch Potential für weitere Untersuchungen.

6 Anhang

6.1 Bilderserie Nr. 1



Abbildung 1 aus Bilderserie Nr. 1



Abbildung 2 aus der Bilderserie Nr. 1



Abbildung 3 aus der Bilderserie Nr. 1



Abbildung 4 aus der Bilderserie Nr. 1



Abbildung 5 aus der Bilderserie Nr. 1



Abbildung 6 aus der Bilderserie Nr. 1



Abbildung 7 aus der Bilderserie Nr. 1



Abbildung 8 aus der Bilderserie Nr. 1

6.2 Bilderserie Nr. 2



Abbildung 1 aus der Bilderserie 2



Abbildung 2 aus der Bilderserie Nr. 2



Abbildung 3 aus der Bilderserie Nr. 2



Abbildung 4 aus der Bilderserie Nr. 2



Abbildung 5 aus der Bilderserie Nr. 2

6.3 Bilderserie Nr. 3



Abbildung 1 aus der Bilderserie Nr. 3



Abbildung 2 aus der Bilderserie Nr. 3



Abbildung 3 aus der Bilderserie Nr. 3



Abbildung 4 aus der Bilderserie Nr. 3



Abbildung 5 aus der Bilderserie Nr. 3

6.4 Bilderserie Nr. 4



Abbildung 1 aus der Bilderserie Nr. 4



Abbildung 2 aus der Bilderserie Nr. 4



Abbildung 3 aus der Bilderserie Nr. 4



Abbildung 4 aus der Bilderserie Nr. 4



Abbildung 5 aus der Bilderserie Nr. 4



Abbildung 6 aus der Bilderserie Nr. 4



Abbildung 7 aus der Bilderserie Nr. 4



Abbildung 8 aus der Bilderserie Nr. 4



Abbildung 9 aus der Bilderserie Nr. 4



Abbildung 10 aus der Bilderserie Nr. 4

6.5 Bilderserie Nr. 5



Abbildung 1 aus der Bilderserie Nr. 5



Abbildung 2 aus der Bilderserie Nr. 5



Abbildung 3 aus der Bilderserie Nr. 5



Abbildung 4 aus der Bilderserie Nr. 5



Abbildung 5 aus der Bilderserie Nr. 5



Abbildung 6 aus der Bilderserie Nr. 5

6.6 Bilderserie Nr. 6



Abbildung 1 aus der Bilderserie Nr. 6



Abbildung 2 aus der Bilderserie Nr. 6



Abbildung 3 aus der Bilderserie Nr. 6



Abbildung 4 aus der Bilderserie Nr. 6



Abbildung 5 aus der Bilderserie Nr. 6

6.7 Bilderserie Nr. 7



Abbildung 1 aus der Bilderserie Nr. 7



Abbildung 2 aus der Bilderserie Nr. 7



Abbildung 3 aus der Bilderserie Nr. 7



Abbildung 4 aus der Bilderserie Nr. 7



Abbildung 5 aus der Bilderserie Nr. 7



Abbildung 6 aus der Bilderserie Nr. 7



Abbildung 7 aus der Bilderserie Nr. 7



Abbildung 8 aus der Bilderserie Nr. 7



Abbildung 9 aus der Bilderserie Nr. 7



Abbildung 10 aus der Bilderserie Nr. 7

6.8 Bilderserie Nr. 8



Abbildung 1 aus der Bilderserie Nr. 8



Abbildung 2 aus der Bilderserie Nr. 8



Abbildung 3 aus der Bilderserie Nr. 8



Abbildung 4 aus der Bilderserie Nr. 8



Abbildung 5 aus der Bilderserie Nr. 8



Abbildung 6 aus der Bilderserie Nr. 8

6.9 Bilderserie Nr. 9



Abbildung 1 aus der Bilderserie Nr. 9



Abbildung 2 aus der Bilderserie Nr. 9



Abbildung 3 aus der Bilderserie Nr. 9



Abbildung 4 aus der Bilderserie Nr. 9



Abbildung 5 aus der Bilderserie Nr. 9



Abbildung 6 aus der Bilderserie Nr. 9



Abbildung 7 aus der Bilderserie Nr. 9



Abbildung 8 aus der Bilderserie Nr. 9

6.10 Bilderserie Nr. 10



Abbildung 1 aus der Bilderserie Nr. 10



Abbildung 2 aus der Bilderserie Nr. 10



Abbildung 3 aus der Bilderserie Nr. 10



Abbildung 4 aus der Bilderserie Nr. 10



Abbildung 5 aus der Bilderserie Nr. 10

6.11 Bilderserie Nr. 11



Abbildung 1 aus der Bilderserie Nr. 11



Abbildung 2 aus der Bilderserie Nr. 11



Abbildung 3 aus der Bilderserie Nr. 11



Abbildung 4 aus der Bilderserie Nr. 11



Abbildung 5 aus der Bilderserie Nr. 11



Abbildung 6 aus der Bilderserie Nr. 11



Abbildung 7 aus der Bilderserie Nr. 11

6.12 Bilderserie Nr. 12



Abbildung 1 aus der Bilderserie Nr. 12



Abbildung 2 aus der Bilderserie Nr. 12



Abbildung 3 aus der Bilderserie Nr. 12



Abbildung 4 aus der Bilderserie Nr. 12



Abbildung 5 aus der Bilderserie Nr. 12



Abbildung 6 aus der Bilderserie Nr. 12



Abbildung 7 aus der Bilderserie Nr. 12



Abbildung 8 aus der Bilderserie Nr. 12

6.13 Farbauswertungstabelle

<u>Leichenserie Nr.</u>					
	Koordinaten Nr.	Rasterkoordinaten	rot	grün	blau
<u>Foto Nr.</u>	1	x: ;y:			
	2	x: ;y:			
	3	x: ;y:			
	4	x: ;y:			
	<u>Mittelwert</u>	-	<u>(Mittelwert)</u>	<u>(Mittelwert)</u>	<u>(Mittelwert)</u>
	Koordinaten Nr.	Rasterkoordinaten	rot	grün	blau
<u>Foto Nr.</u>	1	x: ;y:			
	2	x: ;y:			
	3	x: ;y:			
	4	x: ;y:			
	<u>Mittelwert</u>	-	<u>(Mittelwert)</u>	<u>(Mittelwert)</u>	<u>(Mittelwert)</u>
	Koordinaten Nr.	Rasterkoordinaten	rot	grün	blau
<u>Foto Nr.</u>	1	x: ;y:			
	2	x: ;y:			
	3	x: ;y:			
	4	x: ;y:			
	<u>Mittelwert</u>	-	<u>(Mittelwert)</u>	<u>(Mittelwert)</u>	<u>(Mittelwert)</u>
	Koordinaten Nr.	Rasterkoordinaten	rot	grün	blau
<u>Foto Nr.</u>	1	x: ;y:			
	2	x: ;y:			
	3	x: ;y:			
	4	x: ;y:			
	<u>Mittelwert</u>	-	<u>(Mittelwert)</u>	<u>(Mittelwert)</u>	<u>(Mittelwert)</u>

7 Literaturverzeichnis

- [1] Blaha R, Krause D (1976) Leichenschau und Fundortbesichtigung. Verlag Theodor Steinkopff, Dresden, S. 9-10.
- [2] Bob A, Bob K (2007) Duale Reihe Anatomie. Thieme Verlag, Stuttgart, S. 1286-1295.
- [3] Bohnert M, Weinmann W, Pollak S (1999) Spectrophotometric evaluation of postmortem lividity. Forensic Science International 99: 149-158.
- [4] Bohnert M, Schulz K, Belenkaia L, Liehr AW (2008) Re-oxygenation of haemoglobin in livores after post-mortem exposure to a cold environment. Int J Legal Med 122: 91-96.
- [5] Brinkmann B, Raem AM (2007) Leichenschau Leitlinien zur Qualitätssicherung. 1. Auflage, Deutsche Krankenhaus Verlagsgesellschaft mbH, Düsseldorf, S. 62-65.
- [6] Cox SE, Booth DT (2009) Shadow attenuation with high dynamic range images. Environ Monit Assess 158: 231-241.
- [7] Dahm M (2005) Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion. 1. Auflage, Pearson Studium, S. 43-44.
- [8] Deetjen P, Speckmann EW, Hescheler J (2005) Physiologie. 4. vollständig überarbeitete Auflage, Elsevier Urban & Fischer Verlag, München Jena, S. 112-113.
- [9] Dürwald W (1981) Gerichtliche Medizin Ein Lehrbuch für Studenten. Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig, S. 46-47, 49-50.
- [10] Forster B (1986) Praxis der Rechtsmedizin für Mediziner und Juristen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York, S. 16-21.
- [11] Forster B, Ropohl D (1989) Rechtsmedizin. 5. durchgesehene Auflage, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, S. 10-14.
- [12] Grassberger M, Schmid H (2009) Todesermittlung Befundaufnahme & Spurensicherung. 1. Auflage, Springer Verlag, Wien New York, S. 27-32.
- [13] Henßge C, Madea B (1988) Methoden zur Bestimmung der Todeszeit an Leichen. Verlag Schmidt-Römhild, Lübeck, S. 19-22, 121-127, 231-240.
- [14] Henssge C, Knight B, Krompecher T, Madea B, Nokes L (2002) The estimation of the time since death in the early postmortem period. 2. Auflage, Arnold, London, S. 35-38, 206-208.
- [15] Hochmeister M, Grassberger M, Stimpfl T (2006) Forensische Medizin für Studium und Praxis. 1. Auflage, Wilhelm Maudrich Nfg. GmbH & Co KG, Verlag für medizinische Wissenschaften, Wien, S. 14-15, 20-23.

- [16] Inoue M, Suyama A, Matouka T, Inoue T, Okada K, Irizawa Y (1994) Development of an instrument to measure postmortem lividity and its preliminary application to estimate the time since death. *Forensic Science International* 65: 185-193.
- [17] Kaatsch HJ, Stadler M, Nietert M (1993) Photometric measurement of color changes in livor mortis as a function of pressure and time. *Int J Leg Med* 106: 91-97.
- [18] Keil W (2009) *Basics Rechtsmedizin*. 1. Auflage, Elsevier Urban & Fischer Verlag, München, S. 2-3, 8-9.
- [19] Leopold D, Hunger H (1981) *Die ärztliche Leichenschau Praktische Hinweise und Analysen*. 2., durchgesehene und ergänzte Auflage, Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig, S. 18-19, 109.
- [20] Madea B (2003) *Praxis Rechtsmedizin Befunderhebung, Rekonstruktion, Begutachtung*. 1. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, S. 34-39, 41-46, 50-53.
- [21] Mueller B (1975) *Gerichtliche Medizin Teil 1*. 2., neubearbeitete und erweiterte Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, S. 47-50.
- [22] Mueller B, Walcher K (1944) *Gerichtliche und soziale Medizin einschließlich des Ärzterechts*. 2., verbesserte Auflage, J. F. Lehmanns Verlag, München Berlin, S. 173-175, 181-182.
- [23] Parikh CK (1985) *Medicolegal postmortems in India guidelines for crime investigation*, 1. Auflage, Medical Publications India, Bombay, S. 26-29.
- [24] Ponsold A (1957) *Lehrbuch der gerichtlichen Medizin einschliesslich der ärztlichen Rechtskunde und der Versicherungsmedizin*. 2., neubearbeitete Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, S. 291-293.
- [25] Prokop O, Göhler W (1975) *Forensische Medizin*. 3. Auflage, VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin, S. 31-35.
- [26] Puppe G (1908) *Atlas und Grundriss der Gerichtlichen Medizin 1. Teil*. J. F. Lehmann Verlag, München, S. 174-177, 179-180, 208.
- [27] Reimann W, Prokop O, Geserick G (1985) *Vade Mecum: Gerichtsmedizin*. 4., durchgesehene Auflage, VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin, S. 39-41.
- [28] Reuter F (1933) *Lehrbuch der gerichtlichen Medizin Mit gleichmäßiger Berücksichtigung der deutschen und österreichischen Gesetzgebung und des gemeinsamen Entwurfes 1927*. Urban & Schwarzenberg Verlag, Berlin Wien, S. 277-279.
- [29] Saukko P, Knight B (2004) *Knight's Forensic Pathology*. 3. Auflage, Arnold Verlag, London, S. 55-60.

- [30] Schneider V (1987) Die Leichenschau. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart New York, S. 63-67, 82-88.
- [31] Schwerd W (1992) Rechtsmedizin Lehrbuch für Mediziner und Juristen. 5., neubearbeitete Auflage, Deutscher Ärzte Verlag, Köln, S. 184-185.
- [32] Schuller E, Pankratz H, Liebhardt E (1987) Fabormessung an Totenflecken. Beiträge zur gerichtlichen Medizin Band 45: 169-173.
- [33] Usumoto Y, Hikiji W, Sameshima N, Kudo K, Tsuji A, Ikeda N (2010) Estimation of postmortem interval based on the spectrophotometric analysis of postmortem lividity. Legal Medicine 12: 19-22.
- [34] Vanezis P (1991) Assessing hypostasis by colorimetry. Forensic Science International 52: 1-3.
- [35] Vanezis P, Trujillo O (1996) Evaluation of hypostasis using a colorimeter measuring system and its application to assessment of the post-mortem interval (time of death). Forensic Science International 78: 19-28.
- [36] Verhoff MA, Gehl A, Kettner M, Kreutz K, Ramsthaler F (2009) Digitale forensische Fotodokumentation. Rechtsmedizin 19: 369-381.
- [37] Wright F.D., Golden G.S. (2010) The use of full spectrum digital photography for evidence collection and preservation in cases involving forensic odontology. Forensic Science International 201: 59-67.

8 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die an der Entstehung dieser Arbeit beteiligt waren.

Herrn Prof. Dr. med. K. Püschel danke ich für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Abfassung dieser Arbeit.

Herrn Med. Dir. Dr. med. A. Gehl danke ich für seine tatkräftige Unterstützung und seinen unerschöpflichen Reichtum an Ideen. Er hatte für meine Probleme jederzeit ein offenes Ohr.

Herrn Dr. med. S. Anders danke ich für die wertvolle Beratung bei der Erstellung dieser Arbeit.

Weiterhin danke ich allen Mitarbeitern des Instituts für Rechtsmedizin der Universität Hamburg für ihre Hilfestellungen und ihre Unterstützung. Mein besonderer Dank geht hierbei an die Sektionsgehilfen und die Mitarbeiter an der Pforte.

Vielen Dank an Anna Osterwald für die Hilfe und die Unterstützung beim Erfassen der Daten.

Mein abschließender Dank geht an meine Eltern für ihre wertvollen Ratschläge und Aufmunterungen beim Erstellen dieser Arbeit.

9 Lebenslauf

entfällt aus datenschutzrechtlichen Gründen

10 Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Unterschrift: