

Hochschule für Polizei und öffentliche Verwaltung NRW
Abteilung Duisburg
Studienort Mülheim an der Ruhr
Fachbereich Polizeivollzugsdienst



Bachelorthesis zum Thema:

Forensische Entomologie

Vorgelegt von:

Kristina Palmer

Kurs: MH P 18/02

Einstellungsjahrgang: 2018



Abgabedatum: 09.05.2021

Erstgutachter/in: Dr. iur. Frank Kawelowski M.A.

Zweitgutachter/in: Patrick Rohde M.A.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
2 Begriffsbestimmung.....	2
2.1 Thanatologie und Agonie.....	3
2.2 Forensik.....	4
2.3 Entomologie.....	5
3 Historie der Forensischen Entomologie.....	5
4 Leichenveränderungen.....	7
4.1 Frühe Leichenveränderungen.....	7
4.1.1 Totenflecke (Livores).....	7
4.1.2 Totenstarre (Rigor mortis).....	9
4.1.3 Abkühlung (Algor mortis).....	9
4.1.4 Supravitale Reaktionen.....	10
4.1.5 Vertrocknung.....	11
4.2 Fortgeschrittene Leichenveränderungen.....	12
4.2.1 Fäulnis und Verwesung.....	12
4.2.2 Mumifizierung, Fettwachsbildung, Skelettierung.....	13
4.2.3 Tierfraß.....	14
5 Forensische Entomologie.....	15
5.1 Zersetzungsstadien an Leichen.....	15
5.2 Bedeutsame Insekten der Forensischen Entomologie.....	18
5.2.1 Schmeißfliegen (Calliphoridae).....	20
5.2.2 Echte Fliegen (Muscidae).....	21
5.2.3 Fleischfliegen (Sarcophagidae).....	23
5.3 Entwicklung nekrophager Insekten.....	24
5.4 Artbestimmung der Insekten.....	27
5.4.1 Artbestimmung anhand von Maden.....	28
5.4.2 Artbestimmung anhand von Puparien.....	30
5.4.3 Artbestimmung mit Hilfe der Molekularbiologie.....	32
6 Methoden zur Bestimmung der Leichenliegezeit.....	33
7 Spurensuche und -sicherung.....	39
8 Grenzen und Fehlerquellen in der Forensischen Entomologie.....	42
9 Fazit.....	44
Literaturverzeichnis.....	46
Abbildungsverzeichnis.....	50
Tabellenverzeichnis.....	51

1 Einleitung

„Die Wirklichkeit ist spannender als jede Romanfantasie.“¹

Mit diesem Satz beginnt der Kriminalbiologe und Forscher der Forensischen Entomologie, Mark Benecke, sein Buch. Damit hat er nicht ganz unrecht, denn irgendwann muss jedes Lebewesen auf der Erde einmal sterben.

Die Zersetzung eines Körpers ist ein komplizierter Vorgang und unterliegt verschiedenen Zersetzungsstadien. In diesen Zersetzungsstadien spielen spezielle und unterschiedliche Organismen eine bedeutsame Rolle.²

Der Zeitpunkt des Todes eines Menschen kann ausschlaggebend für die Ermittlungen in Todes- und Kriminalfällen sein. Bereits heutzutage gibt es verschiedene Methoden zur Bestimmung der Todeszeit von Leichnamen. Viele dieser Methoden können den Todeszeitpunkt jedoch nicht genau bestimmen, sondern nur ein Zeitintervall eingrenzen.³

Bis zu einem Zeitpunkt von 36 Stunden kann man den Todeszeitpunkt noch hinreichend eingrenzen. Schwierig wird es hingegen ab einem Zeitraum von 36 bis 240 Stunden. Hierbei findet die Forensische Entomologie ihre Anwendung, denn mit dieser können Forscher und Forscherinnen den Zeitpunkt des Todes äußerst exakt bestimmen.⁴

Die Forensische Entomologie kann als Ergänzung zur etablierten rechtsmedizinischen und kriminaltechnischen Forschung herangezogen werden. Sie dient als objektive Methode zur Bestimmung der Leichenliegezeit.⁵

¹ Benecke, M. (2006). Dem Täter auf der Spur. So arbeitet die moderne Kriminalbiologie. (13. Aufl.). S. 15. Köln: Bastei Lübbe AG. (künftig zitiert: Benecke, 2006).

² Vgl. ebd., S. 20.

³ Vgl. Steinbacher, P. (2019). Totenstarre, Maden und Muskelproteine. URL: <https://www.schroedingerskatze.at/todeszeitpunkt-bestimmen/>. (zuletzt aufgerufen am: 06.05.2021).

⁴ Vgl. Stang, M. (2015). Rechtsmedizin. Todeszeitpunkt genauer bestimmen. URL: https://www.deutschlandfunk.de/rechtsmedizin-todeszeitpunkt-genauer-bestimmen.676.de.html?dram:article_id=324316. (zuletzt aufgerufen am: 06.05.2021).

⁵ Vgl. Ferch, M. & Schwarz, M. (2018). Forensische Entomologie – Insekten als Helfer der Polizei. S. 8. In: Die Kriminalpolizei. Zeitschrift der Gewerkschaft der Polizei. Nr. 3. S. 4-8. Hilden: Verlag Deutscher Polizeiliteratur GmbH. (künftig zitiert: Ferch & Schwarz, 2018).

Zunächst werden in der vorliegenden Thesis die frühen und fortgeschrittenen Leichenveränderungen erläutert und anschließend die Forensische Entomologie näher betrachtet. Hierzu werden zunächst die einzelnen Zersetzungsstadien eines Leichnams und die Besiedlungswellen von Fliegen erläutert. Darauffolgend sollen die bedeutsamen Insekten und ihre Besiedlung in Betracht genommen werden. Dazu gehört die Ablage der Fliegeneier auf einem Leichnam und die darauffolgende Entwicklung der Eier, Maden und Fliegen in ihren einzelnen Stadien, sowie die Artbestimmung dieser.

Schließlich soll die Spurensuche und -sicherung der Insekten beleuchtet werden. Denn die Spurensuche und die Asservierung der einzelnen Insekten ist eins der wichtigsten Aspekte in einem, vor allem ungeklärten, Todesfall. Diese betrifft vor allem die Polizeibeamten und Polizeibeamtinnen, welche zumeist den sogenannten Sicherungs- und Auswertungsangriff vor Ort vornehmen.

Ziel dieser Thesis ist die Erläuterung der Methode zur Todeszeitbestimmung mittels Forensischer Entomologie und den klassischen, rechtsmedizinischen Methoden, sowie Präzision und Grenzen der Forensischen Entomologie. Dazu soll klargestellt werden, ob und wie die Forensische Entomologie im Vergleich zu anderen Methoden bessere Ergebnisse im Bezug auf die Bestimmung des Todeszeitpunkts bringt.

2 Begriffsbestimmung

Zum Verständnis der verwendeten Begrifflichkeiten, werden im Folgenden zunächst die elementaren Kernbegriffe des Themas eröffnet.

Zunächst wird der Begriff der Thanatologie und der Agonie erklärt. Daraufhin werden die Kernbegriffe des Themas der Forensischen Entomologie erläutert, welche sich aus den beiden Termini „Forensik“ und „Entomologie“ ergeben.

2.1 Thanatologie und Agonie

Der Begriff Thanatologie wird aus dem Griechischen „*thánatos*“ abgeleitet und als „Tod“ übersetzt.⁶ Die Thanatologie ist die Wissenschaft vom Tod, sowie des Sterbens und der Bestattung.⁷ Somit ist es das unumkehrbare Ende eines Lebewesens. Der Tod durchläuft die sogenannte Sterbephase, welche auch als „Agonie“ bezeichnet wird. Hierbei verläuft die Agonie bei jedem Lebewesen unterschiedlich.⁸

Die Agonie kann sehr kurz, kurz oder auch lang ausfallen. Die kurze Agonie kann zum Beispiel durch eine Explosion herbeigeführt werden, wohingegen eine lange Agonie mit einer chronischen Krankheit einhergeht.⁹

Bei einem Sterbeprozess unterscheiden Ärzte zwischen dem sogenannten klinischen Tod, dem Hirntod und dem biologischen Tod. Bei dem klinischen Tod setzen wichtige Funktionen, wie die Atmung oder das Herz-Kreislaufsystem aus, was jedoch für einige Minuten reversibel ist. Der Hirntod hingegen ist das sogenannte Lebensende, wobei es zu einem irreversiblen Stillstand der Hirnfunktionen kommt. Einzelne Zellkomplexe können jedoch über den Hirntod hinaus noch eine Weile überleben, sodass zum Beispiel Organe noch transplantiert werden können. Das bezeichnet man als das intermediäre Leben. Schließlich gibt es noch den biologischen Tod, wobei der Stoffwechsel der Zellen komplett eingestellt wird und die Verwesung eines Körpers einsetzt.¹⁰

Stirbt ein Mensch, so muss der Arzt eine Todesbescheinigung ausstellen. Hierfür sind sichere Todesanzeichen von Nöten, welche bei dem sogenann-

⁶ Vgl. Dudenverlag. (2021). Duden. URL: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Thanatos>. (zuletzt aufgerufen am: 06.05.2021).

⁷ Vgl. Prein, M. (2020). Institut für Thanatologie. Auseinandersetzung mit dem Tod, der Sterblichkeit und der Bestattung. URL: <https://www.martinprein.at/institut-fuer-thanatologie/>. (zuletzt aufgerufen am: 06.05.2021).

⁸ Vgl. Posmyk, W. (2020). Sterbeprozess: Wenn das Leben zu Ende geht. URL: <https://www.onmeda.de/pflege/sterbeprozess.html>. (zuletzt aufgerufen am: 06.05.2021).

⁹ Vgl. Grassberger, M. & Schmid, H. (2009). Todesermittlung. Befundaufnahme und Spurensicherung. (2. Aufl.).S. 7. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH. (künftig zitiert: Grassberger & Schmid, 2009).

¹⁰ Vgl. ebd., S. 7.

ten Scheintot ausbleiben.¹¹

Die Ursachen für einen Scheintod sind in den „AEIOU“-Regeln zusammengefasst.

„A = Alkohol, E = Elektrizität, I = Injury (Schädel-Hirn-Trauma), O = Opium (Betäubungsmittel, zentral wirksame Medikamente), U = Urämie (metabolische Komata), Unterkühlung“.¹²

Sichere Todeszeichen sind die Totenflecke, die Totenstarre, der Beginn der Fäulnis, der Hirntod und Verletzungen, die mit dem Leben nicht vereinbar sind, wie zum Beispiel solche die durch eine Zerstörung des Körpers verursacht werden.¹³

2.2 Forensik

Die Forensische Entomologie ist ein Zweig der Forensik. Dabei können Hinweise auf den Todeszeitpunkt eines Leichnams durch die Besiedlung von Insekten gesammelt werden.¹⁴

Der Terminus „Forensik“ wird aus dem lateinischen Wort „*forum*“ (= Marktplatz, Forum, Gerichtsverhandlung) übersetzt und sinngemäß im Zusammenhang mit „*gerichtlich*“ in Verbindung gebracht. Die Gerichtsverfahren, sowie Untersuchungen, Urteilsverkündungen und der Strafvollzug wurden im damaligen antiken Rom auf einem Marktplatz durchgeführt. Heutzutage werden unter der Forensik vielmehr Forschungsgebiete zur Identifizierung, Analyse und Rekonstruktion krimineller Handlungen zusammengefasst.¹⁵

¹¹ Vgl. Dettmeyer, R. & Veit, F. & Verhoff, M. (2019). Rechtsmedizin. (3. Aufl.). S. 10. Berlin: Springer-Verlag GmbH. (künftig zitiert: Dettmeyer et al., 2019).

¹² Dettmeyer et al., 2019, S. 11.

¹³ Vgl. Grassberger & Schmid, 2009, S. 9.

¹⁴ Vgl. Willig, H-P. (O.J.). Forensische Entomologie. URL: https://www.biologie-seite.de/Biologie/Forensische_Entomologie. (zuletzt aufgerufen am: 06.05.2021).

¹⁵ Vgl. Siller, H. (O.J.). Forensik. URL: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/forensik-53390>. (zuletzt aufgerufen am: 06.05.2021).

2.3 Entomologie

Der Terminus „Entomologie“ ist aus dem Griechischen hergeleitet und bedeutet „Insektenkunde“.¹⁶

Der Begriff „Insekt“ stammt aus dem Lateinischen und wird sinngemäß als „eingekerbt“ übersetzt. Durch die Anordnung der Körper der Insekten wurden diese damals auch als „Kerbtiere“ bezeichnet.¹⁷

Zusammengefasst kann man sagen, dass die Bedeutung der Forensischen Entomologie „gerichtlich angewandte Insektenkunde“ ist.

3 Historie der Forensischen Entomologie

Bereits im 13. Jahrhundert wurden in China im Rahmen eines Tötungsdelikts Ermittlungen mittels Insekten betrieben. Hierbei wurde ein Bauer während seiner Arbeit auf einem Reisfeld getötet. Zunächst waren keine Hinweise auf das Tatmittel oder den Täter erkennbar, was sich jedoch später änderte. Die Verletzungen, die zum Tode des Mannes geführt haben sollen, deuteten auf scharfe Sichel hin. Im Laufe der „Ermittlungen“ besetzten eine Vielzahl von Schmeißfliegen eine bestimmte Sichel, welche als Tatwerkzeug in Frage kam. Dabei wurden die Fliegen offenbar durch die für das menschliche Auge nicht sichtbaren Blutspuren angezogen. Dieses Beispiel hatte damals jedoch nicht viel mit der heutigen Forensischen Entomologie gemeinsam. Im 17. Jahrhundert wussten viele Biologen bereits, dass sich viele Insekten über mehrere Stadien zum ausgewachsenen Tier entwickeln. Jedoch wurde erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts erforscht, dass ein Zusammenhang zwischen der Verwesung eines Körpers und der Insektenkunde besteht. Schon da wusste man, dass sich der Zeitpunkt des Todes nach einigen Tagen nicht mehr genau bestimmen lassen kann. Somit bestand bereits damals die Überlegung, aus dem Besiedlungszeitpunkt durch nekrophage

¹⁶ Vgl. Amendt, J. & Krettek, R. & Nießden, G. & Zehner, R. (2013). Forensische Entomologie. (1. Aufl.). S. 5. Frankfurt: Verlag für Polizeiwissenschaft. (künftig zitiert: Amendt et al., 2013).

¹⁷ Vgl. Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie e.V. (O.J.). Was ist Entomologie?. URL: <https://www.dgaae.de/de/was-ist-entomologie.html>. (zuletzt aufgerufen am: 06.05.2021).

Insekten¹⁸ auf einem Leichnam, Rückschlüsse auf die Liegezeit einer Leiche zu erhalten. Der Franzose Ménégin hatte im Jahr 1894 mit seinem Buch „La faune des cadavres“ einen entscheidenden Wendepunkt gesetzt.¹⁹ Hierbei grenzte er statt den zuvor erforschten vier Besiedlungswellen, durch Insekten an freiliegenden Körpern, acht ab.²⁰

Zudem wurden zwischen den Jahren 1882 und 1886 im Zuge von Exhumierungen durch die Forscher v. Hoffmann und Reinhard ausführliche Kenntnisse über Fliegen und Maden an und in Särgen erlangt. Diese Erkenntnisse über die Besiedlung der Insekten an Leichnamen sind heute noch zutreffend. Berg machte im Jahr 1975 darauf aufmerksam, dass man zur exakten Todeszeitpunktbestimmung eine genauere entomologische Bestimmung der Fliegenart bestimmen müsse, um eine genauere Liegezeit bestimmen zu können, da die einzelnen Arten unterschiedliche Entwicklungszeiten aufweisen. Der deutsche Entomologe Schumann führte bereits 1954 wissenschaftliche Studien über Schmeißfliegenlarven durch und lieferte somit detaillierte Ergebnisse aller relevanter Arten. Diese Forschungsergebnisse waren im deutschsprachigen Gebiet von äußerster Bedeutung. Die Forschungen im Ausland, vor allem in Großbritannien und den USA, waren seit den 80er Jahren kaum aufzuhalten. Catts & Goff, Erzinclioglu, Greenberg und Smith waren Vorreiter auf dem Forschungsgebiet der Forensischen Entomologie.²¹

Schon jetzt spielt die Forensische Entomologie in Großbritannien und den USA eine große Rolle in Ermittlungen. In Deutschland stehen heutzutage lediglich vier Forensische Entomologen als Mitarbeiter, in rechtsmedizinischen Instituten, zur Verfügung. Die Nachfrage nach entomologischen Gutachten durch die Polizei und die Staatsanwaltschaft fördert auch die Entwicklung neuer Methoden und die Ausbildung forensischer Entomologen.²²

¹⁸ „nekros – tot“ und „fagi – Essen“ = Toten-/Aasfresser.

¹⁹ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 5.

²⁰ Vgl. Benecke, M. (2013). Ursprünge der modern angewandten rechtsmedizinisch-kriminalistischen Gliedertierkunde bis zur Wende zum 20. Jahrhundert. URL: <https://home.benecke.com/publications/2013/8/24/ursprunge-der-modern-angewandten-rechtsmedizinisch-kriminalistischen-gliedertierkunde-bis-zur-wende-zum-20-jahrhundert>. (zuletzt aufgerufen am: 06.05.2021).

²¹ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 7-8.

²² Vgl. Ferch & Schwarz, 2018, S. 8.

4 Leichenveränderungen

Leichenveränderungen sind objektive Befunde, die mithilfe unterschiedlicher Tatsachen belegen, dass ein Mensch tatsächlich tot ist. Hierbei unterscheidet man zwischen den frühen und den fortgeschrittenen Leichenveränderungen, sowie sichere und unsichere Todeszeichen.²³

Diese Leichenveränderungen sind nicht nur ein Zeichen dafür, dass ein Mensch verstorben ist, sondern auch hilfreich zur Feststellung des Zeitraums nach dem Todeseintritt.²⁴

Zunächst werden im folgenden Kapitel die frühen Leichenveränderungen und im Anschluss die fortgeschrittenen Leichenveränderungen näher betrachtet und erläutert.

4.1 Frühe Leichenveränderungen

Zu den frühen Leichenveränderungen zählen die Totenflecke, die Totenstarre, die temperaturabhängige Abkühlung eines Körpers, die Vertrocknung und die supravitalen Reaktionen.²⁵

4.1.1 Totenflecke (Livores)

Durch den irreversiblen Stillstand des Herz-Kreislaufsystems sind die Totenflecke das am frühesten auftretende sichere Todeszeichen. Hierbei spielt die Gravitation eine große Rolle, denn durch diese sinkt das Blut im Körper in Richtung Boden ab.²⁶

Durch das Absinken des Blutes entstehen in den bodennahen oder auch „abhängigen“ Körperpartien die zuvor genannten Totenflecke. Diesen Vorgang

²³ Vgl. LAFP NRW. (O.J.). Todesermittlungen für Kriminalbeamte in der Einführungsfortbildung, Erste Maßnahmen, Basiswissen Rechtsmedizin. URL: <http://intrapol.polizei.nrw.de/Behoerden/Gelsenkirchen/Documents/K%20Handlungsanweisungen%20Todesermittlungen.pdf#search=Handlungsanweisungen%20todesermittlungen>. (S. 18). (zuletzt aufgerufen am: 28.04.2021).

²⁴ Vgl. Madea, B. & Mußhoff, F. & Tag, B. (2012). Kurlehrbuch Rechtsmedizin. (1. Aufl.). S. 125. Bern: Verlag Hans Huber. (künftig zitiert: Madea et al., 2012).

²⁵ Vgl. Dettmeyer et al., 2019, S. 11-19.

²⁶ Vgl. ebd., S. 13.

bezeichnet man auch als „Senkungsblutfülle“ in den Kapillaren der Lederhaut. Nach etwa 20 bis 30 Minuten entstehen zunächst einzelne kleine, hellrote Flecken, welche nach etwa ein bis zwei Stunden beginnen ineinander zu fließen und nach etwa sechs bis acht Stunden vollständig ausgebildet sind.²⁷ An Körperpartien, die Kontakt zum Boden haben oder direkt dort aufliegen, sowie unter eng anliegender Kleidung, befinden sich keinerlei Totenflecke, da die Gefäße komprimiert werden und dort kein Blut hineinfließen kann. Somit ist, bei einem sich in Rückenlage befindlichen Leichnam, der Bereich des Hinterkopfs, der Schulterblätter, des Gesäßes, den Fußsohlen, sowie an den Körperpartien mit enganliegender Kleidung frei von Totenflecke.²⁸

Wird ein Leichnam innerhalb von sechs Stunden umgedreht, so werden die Totenflecke ebenso vollständig verlagert. Grund hierfür ist, dass das Blut mit der Erdanziehung in die Richtung des Bodens fließt. Innerhalb von sechs bis zwölf Stunden lassen sich die Totenflecke teilweise verlagern, wodurch an der bereits mit Totenflecke bedeckten Seite auch nach einer Umlagerung weiterhin Totenflecke zu finden sind. Nach mehr als zwölf Stunden können diese nicht mehr umgelagert werden.²⁹ Somit ist es möglich anhand der Position der Totenflecke, Rückschlüsse auf eine mögliche postmortale³⁰ Veränderung des Leichnams zu schließen.³¹

Durch den Verbrauch des Restsauerstoffs im Körper verändern sich diese Areale zu blau-violetten Totenflecke³², welche oftmals mit Hämatomen verwechselt werden. Hierbei kann das Wegdrücken der Totenflecke behilflich sein. Denn diese können bis zu 20 Stunden auf Daumendruck weggedrückt werden, Hämatome hingegen nicht.³³

²⁷ Vgl. Grassberger & Schmid, 2009, S. 9. & Madea et al., 2012, S. 126.

²⁸ Vgl. ebd., S. 13-14.

²⁹ Vgl. Grassberger & Schmid, 2009, S. 11-12.

³⁰ *nach dem Tod.*

³¹ Vgl. Dettmeyer et al., 2019, S. 16.

³² Vgl. ebd., S. 13.

³³ Vgl. Grassberger & Schmid, 2009, S. 11-13.

4.1.2 Totenstarre (Rigor mortis)

Neben den Totenflecke gilt als zweite sichere Leichenveränderung die Totenstarre, genannt „Rigor mortis.“³⁴ Nach Beginn des Todes erschlafft zunächst die gesamte Muskulatur des Körpers. Die Totenstarre beginnt je nach Umgebungstemperatur, sowie den Eigenschaften des jeweiligen Leichnams. Hierbei spielt zum Beispiel das Gewicht der Person eine wichtige Rolle. Abhängig von den beiden Parametern beginnt die Bildung der Totenstarre nach etwa zwei bis vier Stunden.³⁵

Im Jahr 1811 entstand die „Nysten-Regel“, welche die Charakteristika und die Reihenfolge der Totenstarre beschreibt.³⁶ Nach dieser Regel beginnt die Starre innerhalb der ersten Stunden zunächst in dem Kiefergelenk, dem Nacken und den Gelenken der oberen Extremitäten, zum Beispiel in den Fingern. Sie setzt sich über den gesamten Körper fort³⁷ und ist nach ungefähr sechs bis acht Stunden am gesamten Körper ausgebildet.³⁸

Bricht man die Totenstarre bis zu einem gewissen Zeitpunkt, von etwa 9,5 Stunden, so bildet sich diese erneut. Je nach Umgebungstemperatur löst diese sich anschließend binnen zwei bis fünf Tagen gänzlich.³⁹

4.1.3 Abkühlung (Algor mortis)

Neben den beiden vorangegangenen Leichenveränderungen ist die Abkühlung eines Leichnams ein wichtiger Bestandteil zur Bestimmung der Leichenliegezeit.⁴⁰ Der Stoffwechsel wird mit dem Zeitpunkt des Todes eingestellt, sodass der Leichnam mit der Zeit auskühlt und sich der Umgebungstemperatur angleicht.⁴¹ Aufgrund der Bildung eines Temperaturplateaus⁴²

³⁴ Vgl. Madea et al., 2012, S. 127.

³⁵ Vgl. ebd., S. 127. & Grassberger & Schmid, 2009, S. 14.

³⁶ Vgl. Madea et al., 2012, S. 128.

³⁷ Vgl. Dettmeyer et al., 2019, S. 17.

³⁸ Vgl. Gassberger & Schmid, 2009, S. 14.

³⁹ Vgl. ebd, S. 15.

⁴⁰ Vgl. Dettmeyer et al., 2019, S. 17.

⁴¹ Vgl. Grassberger & Schmid, 2009, S. 15.

⁴² *Die Körperkerntemperatur bleibt zunächst für circa zwei bis drei Stunden auf einem bestimmten Niveau konstant.*

sinkt die Körperkerntemperatur jedoch nicht sofort nach dem Eintritt des Todes, sondern erst nach zwei bis drei Stunden. Danach beginnt das Absinken der Körperkerntemperatur anhand variierender Faktoren wie Fettreichtum, Bekleidung, Umgebungstemperatur. Im Durchschnitt sinkt die Körperkerntemperatur etwa 0,5 bis 1,5 °C pro Stunde ab.⁴³

4.1.4 Supravitale Reaktionen

Wie die zuvor beschriebenen Leichenveränderungen sind die supravitalen Reaktionen ebenfalls von besonderer Bedeutung für die Bestimmung der Leichenliegezeit.⁴⁴

„Supravitale Reaktionen sind über den Individualtod hinaus auslösbare „Lebensäußerungen“ von Geweben [sic!] auf Reize.“⁴⁵

Hierbei können mechanische, elektrische und chemische Reize gesetzt werden, die eine mögliche Reaktion hervorzurufen und damit Hinweise auf den Todeszeitpunkt geben.⁴⁶

Die mechanischen Reize können durch kräftige Schläge erfolgen. Dies kann beispielsweise durch einen Schlag mit einem Messerrücken auf den Bizepsmuskel überprüft werden, wobei man Kontraktionen des Muskels erkennen kann.⁴⁷ Jeanselme und Lermoyez unterscheiden bei der Prüfung der Kontraktionsfähigkeit von Muskeln drei Phasen.⁴⁸ In der ersten Phase, die circa 1,5 bis 2,5 Stunden postmortal auftritt, sind die Bewegungen des gesamten Muskels deutlich erkennbar (Zsako'sches Phänomen). Die zweite Phase ist ungefähr vier bis fünf Stunden postmortal, wobei man eine reversible idiomuskuläre Wulst⁴⁹ auf dem gereizten Muskel erkennen kann. Schließlich gibt es die dritte Phase, wobei sich nur noch eine schwache Wulst ausbildet,

⁴³ Vgl. Madea, B. (2015). Rechtsmedizin. (3. Aufl.). S. 70-71. Berlin: Springer-Verlag. (künftig zitiert: Madea, 2015).

⁴⁴ Vgl. Dettmeyer et al., 2019, S. 11.

⁴⁵ Madea, 2015, S. 66.

⁴⁶ Vgl. Dettmeyer et al., 2019, S. 11.

⁴⁷ Vgl. Dettmeyer et al., 2019, S. 13.

⁴⁸ Vgl. Dotzauer, G. (1957). Idiomuskulärer Wulst und postmortale Blutung bei plötzlichen Todesfällen. S. 762. In: Deutsche Zeitschrift für gerichtliche Medizin (Band 46). S. 761-771. Hamburg.

⁴⁹ Lokale Kontraktion.

welche jedoch über eine längere Zeit verharren kann. Diese Phase ist ungefähr acht bis zwölf Stunden postmortal zu verzeichnen.⁵⁰

Bei der elektrischen Erregbarkeit kann man die Reize der Gesichtsmuskulatur in sechs Stufen beobachten. Hierbei werden die Elektroden unter die Gesichtshaut in die Muskulatur eingeführt und ein Reizimpuls abgegeben.⁵¹

Mit Fortschritt der Zeit nach dem Tod wird die elektrische Erregbarkeit der Muskulatur geringer. Nach etwa 22 Stunden ist sie zuletzt in dem Innenbereich des Augenlides erkennbar und bleibt schließlich komplett aus.⁵² Ebenso ist es möglich die Erregbarkeit der Mundwinkel zu überprüfen, die in drei Stufen eingeteilt werden. Hierbei kann nach bis zu 2,5 Stunden postmortal die gesamte mimische Muskulatur erregt werden. Weiterhin kann nach ein bis zwei Stunden nur noch die Mundregion erregt werden und schließlich sind nach etwa zwei bis sechs Stunden postmortal lediglich Zuckungen im Mundbereich erkennbar.⁵³

Abschließend ist die chemische oder auch pharmakologische Erregbarkeit der Irismuskulatur zu betrachten. Dabei wird durch die Injektion verschiedener Chemikalien die Pupillentätigkeit beobachtet.⁵⁴ Die Wirkung der Chemikalien beginnt bereits nach 5 bis 30 Minuten und kann bis zu 46 Stunden postmortal erfolgen.⁵⁵

4.1.5 Vertrocknung

Die Schleimhäute, sowie die Haut des menschlichen Körpers bevorzugen es feucht gehalten zu werden, da diese sonst schnell austrocknen. Die Augen werden durch den ständigen und immer wiederkehrenden Lidschlag feucht gehalten. Durch Wärme oder Veränderung der Luftfeuchtigkeit verdunstet

⁵⁰ Vgl. Schweizerische Gesellschaft für Rechtsmedizin. (2009). Sektion Medizin. Legalinspektion. URL: https://www.sgrm.ch/inhalte/Forensische-Medizin/Durchfuehrung_Legalinspektion_01.pdf. S. 10. (zuletzt aufgerufen am: 13.04.2021). (künftig zitiert: SGRM, 2009).

⁵¹ Vgl. Grassberger & Schmid, 2009, S. 28.

⁵² Vgl. Madea, 2015, S. 69.

⁵³ Vgl. Grassberger & Schmid, 2009, S. 29.

⁵⁴ Vgl. SGRM, 2009, S. 9.

⁵⁵ Vgl. Madea, 2015, S. 70.

die Feuchtigkeit auf den Schleimhäuten.⁵⁶

„Nach dem Tod vertrocknen, abhängig von Luftbewegung, Luftfeuchtigkeit und Wärme, die Schleimhäute der Lippen und der Zunge, die Haut des Hodensacks und die großen Schamlippen.“⁵⁷

Sind die Augen bei einem Leichnam geöffnet, so vertrocknen und trüben die Bindehäute der Augäpfel. Wunden und Hautabschürfungen verfärben sich in Folge der Vertrocknung gelb-bräunlich. Grund hierfür ist auch die ausbleibende Schweißproduktion.⁵⁸

4.2 Fortgeschrittene Leichenveränderungen

Nach den frühen Leichenveränderungen folgen die fortgeschrittenen Leichenveränderungen. Hierbei ist die Fäulnis, die Verwesung, der Tierfraß, die Mumifizierung, die Fettwachsbildung und die Skelettierung gemeint. Es beginnt die Zersetzung eines Körpers, welche von den Umgebungsfaktoren abhängig ist.⁵⁹ Diese Zersetzung des Körpers bezeichnet man auch als „Autolyse“, die durch Enzyme des Körpers und nicht bedingt durch Bakterien erfolgt.⁶⁰

4.2.1 Fäulnis und Verwesung

Der Prozess der Fäulnis eines Leichnams wird primär durch Darmbakterien begünstigt, aber auch durch die Umgebungsfaktoren, sowie Infektionen oder auch die körperlichen Attribute.⁶¹ Bei der sauerstoffarmen Zersetzung des Leichnams entsteht ein strenger Geruch, welcher durch die Fäulnisbakterien zu Stande kommt.⁶² Die Zersetzung wird in der Regel zunächst im Bereich

⁵⁶ Vgl. Madea et al., 2012, S. 132.

⁵⁷ Vgl. Grassberger & Schmid, 2009, S. 15.

⁵⁸ Vgl. ebd., S. 15. & Dettmeyer et al., 2019, S. 19.

⁵⁹ Vgl. Dettmeyer et al., 2019, S. 19.

⁶⁰ Vgl. Freislederer, A. & Stenzel, G. & Weirich, M. (2011). Lehr- und Studienbriefe Kriminalistik / Kriminalbiologie. Todesermittlungen. (1. Aufl.). S. 19. Hilden: Verlag Deutsche Polizeiliteratur GmbH. (künftig zitiert: Freislederer et al., 2011).

⁶¹ Vgl. Grassberger & Schmid, 2009, S. 16.

⁶² Vgl. Amendt, J. (2007). Forensische Entomologie. S. 224. In: Herrmann, B. & Saternus, K.-S. (Hrsg.). (2007). Biologische Spurenkunde. Kriminalbiologie. (1. Aufl.). S. 221-243. Berlin: Springer-Verlag GmbH. (künftig zitiert: Amendt, 2007).

des Unterbauchs sichtbar, welcher sich nach etwa ein bis zwei Tagen in Form einer Grünfärbung äußert.⁶³ Nach etwa drei bis fünf Tagen bildet sich ein durchschlagendes Venennetz und nach circa 7 bis 14 Tagen entstehen Fäulnisblasen auf der Hautoberfläche, sowie eine gleichzeitige Entwicklung von Fäulnisgasen. Durch die Entwicklung der Fäulnisgase und den zunehmenden Druck kann es zu einer Ausstülpung der Gebärmutter und des Enddarms kommen. Gleichwohl beginnt die Lockerung der Haare und der Nägel.⁶⁴

Die „Casper’sche Regel“ beschreibt und vergleicht die Zersetzungszustände bei unterschiedlichen Milieus. Hierbei kann man annehmen, dass der Grad der Zersetzung bei einer Woche unter Bedingungen von Luft etwa dem von zwei Wochen im Wasser und acht Wochen im Erdgrab entspricht.⁶⁵ Je nach Temperatur schreitet die Fäulnis schneller oder weniger schnell voran, so dass es bei hohen Temperaturen frühzeitig zu einem fortgeschrittenen Fäulnisstadium kommt.

Die Verwesung eines Leichnams ist ein Prozess, der überlappend mit der Fäulnis stattfindet. Zumeist beginnt der Leichnam im Inneren zu verfaulen und später durch die äußere, sauerstoffreiche Umgebung zu verwesern. Der Prozess findet meist in kühlen und gut durchlüfteten Umgebungen statt. Im Gegensatz zur Fäulnis äußert sich der Verwesungsgeruch als eher muffig beziehungsweise „aromatisch-ranzig“.⁶⁶

4.2.2 Mumifizierung, Fettwachsbildung, Skelettierung

Aufgrund fehlender Feuchtigkeit, beziehungsweise durch den Entzug des Wassers aus dem Leichnam, kommt es zur Mumifizierung, aufgrund des ausbleibenden bakteriellen Wachstums. Hierbei vertrocknet und schrumpft die Haut des Leichnams und mumifiziert im Zuge dessen, was sich als lederartig beschreiben lässt.⁶⁷ Diesen Prozess kann man auch als „Konservie-

⁶³ Vgl. Keil, W. (2017). Rechtsmedizin. (3. Aufl.). S. 6. München: Elsevier GmbH.

⁶⁴ Vgl. Grassberger & Schmid, 2009, S. 17.

⁶⁵ Vgl. Madea et al., 2012, S. 133.

⁶⁶ Vgl. Grassberger & Schmid, 2009, S. 18 – 20. & Madea et al, 2012, S. 177.

⁶⁷ Vgl. Grassberger & Schmid, 2009, S. 20.

rung des Leichnams durch raschen Wasserentzug, in der Regel durch trockenen Luftzug bei heißer oder kalter Luft“⁶⁸, beschreiben. An mumifizierten Leichen sind häufig noch nach Jahren Befunde gut zu erkennen.⁶⁹

Im Gegensatz zur Mumifizierung benötigt die Fettwachsbildung (Leichenlipid, Adiporcire) ein ausreichend feuchtes Milieu.⁷⁰ Diesen Prozess kann man häufig an Wasserleichen oder in feuchten Erdgräbern beobachten. Hierbei wird das Fettgewebe unter Luftabschluss gehärtet, die Weichteile hingegen verfaulen. Diese Fettwachsbildung benötigt in der Regel ein bis sechs Monate, kann jedoch auch bis zu Jahren dauern und äußert sich durch eine „fettige kalkharte Masse“.⁷¹

Die vollständige Skelettierung eines Leichnams geschieht in der Regel in einem Erbgrab, innerhalb von circa 20 bis 30 Jahren. Befindet sich der Leichnam oberhalb der Erde, so können Tiere und Insekten die Skelettierung begünstigen und binnen weniger Wochen vollständig herbeiführen.⁷²

4.2.3 Tierfraß

Der Tierfraß an einem Leichnam äußert sich in unterschiedlichen Arten und Weisen. Je nach Liegeort des Leichnams können Haustiere, wilde Tiere, Nagetiere, Fische, sowie Insekten diesen angreifen und zerfressen.⁷³

Den Hauptteil des Tierfraß bilden die Insekten und ihre Insektenlarven.⁷⁴

Im folgenden Verlauf der Thesis wird die Forensische Entomologie aufgefasst und näher beleuchtet.

⁶⁸ Dettmeyer et al., 2019, S. 22.

⁶⁹ Vgl. ebd., S. 22.

⁷⁰ Vgl. Madea et al., 2012, S. 134.

⁷¹ Vgl. Freisleder et al., 2011, S. 20. & Grassberger & Schmid, 2009, S. 20.

⁷² Vgl. Madea et al., 2012, S. 134.

⁷³ Vgl. Freisleder et al., 2011, S. 20.

⁷⁴ Vgl. Barz, J. & Huckenbeck, W. & Nolte, I. & Schumann, M. (1996). Tierfraß – wenige Stunden nach Todeseintritt?. S. 22. In: Rechtsmedizin 7. S. 22-24. Berlin: Springer-Verlag.

5 Forensische Entomologie

Im Folgenden wird sich dieses Kapitel mit dem Hauptthema, der Forensischen Entomologie, befassen. Hierbei sollen vorerst die einzelnen Zersetzungsstadien an Leichnamen beleuchtet und anschließend die bedeutsamen Insekten der Forensischen Entomologie im Einzelnen aufgezeigt werden.

5.1 Zersetzungsstadien an Leichen

„Die Zersetzung eines Körpers ist ein komplizierter Vorgang [...]. Für jedes Zersetzungsstadium gibt es speziell angepasste Organismen.“⁷⁵

1989 publizierte Brouardel, dass die Leichenliegezeitbestimmung, anhand von Maden bei einer gewöhnlichen Zersetzung des Leichnams, genauer sei, als die Liegezeitbestimmung anhand eines bereits mumifizierten Leichnams.⁷⁶

Wie bereits erwähnt wurde, hat der Mediziner Mégnin im Jahr 1984 acht Besiedlungswellen für freiliegende Körper abgegrenzt (vgl. Kap. 3, S. 6), welche an die Zersetzungsstadien von Leichen angelehnt sind. Bei diesen acht Zersetzungsstadien handelt es sich um „frisch tot, beginnende Fäulnis, Fette, käseartige Produkte, ammoniakalische Fäulnis – Schwärzung, beginnende Vertrocknung, starke Vertrocknung, Skelettierung.“⁷⁷ Der Mediziner kam zu der Theorie, dass Insekten unterschiedlicher Arten ebenso unterschiedliche Stadien der Zersetzung eines Leichnams bevorzugen. Mit dem ersten Stadium „frisch tot“ ist die Zeitspanne zwischen dem Ableben und dem Eintritt der Fäulnis gemeint. Daraufhin setzt das zweite Stadium „beginnende Fäulnis“ nach ungefähr 48 bis 72 Stunden postmortal ein. Das dritte Stadium, das der entstehenden „Fette“, tritt nach ungefähr drei bis sechs Monaten ein und die „käseartigen Produkte“ entstehen nach vier bis acht Monaten, welche zugleich das vierte Stadium der Zersetzung bilden.

⁷⁵ Benecke, 2006, S. 20.

⁷⁶ Vgl. Benecke, M. & Leclercq, M. (1999). Ursprünge der modern angewandten rechtsmedizinisch-kriminalistischen Gliedertierkunde bis zur Wende zum 20. Jahrhundert. S. 43. In: Rechtsmedizin 9. S. 41-45. Berlin: Springer-Verlag.

⁷⁷ Vgl. ebd., S. 43.

Mit dem fünften Stadium folgt auch die „ammoniakalische Fäulnis“ oder auch „Schwärzung“ des Leichnams, welche nach fünf bis neun Monaten zu erkennen ist. Zeitlich überschneidend kommt das sechste Stadium der „beginnenden Vertrocknung“ hinzu. Ab einem Zeitpunkt von ungefähr acht Monaten kommt es zu dem siebten Zersetzungsstadium. Hierbei ist die „starke Vertrocknung“ gemeint, welche sich bis hin zum achten und letzten Stadium, der „Skelettierung“ fortführt und nach frühestens einem Jahr eintritt.⁷⁸

Benecke erklärt jedoch, dass diese Abfolge der Zersetzungsstadien und somit die der Besiedlungswellen nicht immer eindeutig zuzuordnen sind, da die Umweltfaktoren und die Lage eines Leichnams eine äußerst wichtige Rolle bei der Zersetzung eines Körpers spielen.⁷⁹

Die Erstbesiedlung eines frischen Leichnams übernehmen die sogenannten Schmeißfliegen (Calliphoridae). Diese bevorzugen offene Wunden oder natürliche, feuchte Körperöffnungen, wie Mundhöhle, Nasenöffnungen und Augenlider, worin sie binnen weniger Minuten mit der Ablage ihrer Eier beginnen.⁸⁰ Die Schmeißfliegenweibchen haben die Eigenschaft einen frisch toten Körper über eine große Entfernung wahrzunehmen, sodass sie diesen schnell besiedeln können.⁸¹

Somit findet man im „frischtot“ Stadium der Zersetzung vorwiegend erwachsene Schmeißfliegen und ihre frisch gelegten Eier. Die Maden schlüpfen zumeist im weiteren Zersetzungsstadium, da diese sich von dem fauligen Gewebe des Leichnams ernähren. Jedoch kann es auch, aufgrund von Umweltparametern, zu einem frühzeitigen Schlüpfen kommen.⁸² Es schlüpfen kleine, weißliche Maden, die mit der direkten Abschabung des toten Gewebes, mittels ihrer Mundhaken, beginnen.⁸³

⁷⁸ Vgl. Dellai-Schöbi, K. (2009). Wenn Maden Mörder entlarven. URL: https://www.nzz.ch/wenn_maden_moerder_entlarven-1.2442886. (zuletzt aufgerufen am: 06.05.2021).

⁷⁹ Vgl. ebd.

⁸⁰ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 19. & Dettmeyer et al., 2019, S. 23.

⁸¹ Vgl. Benecke, 2006, S. 23.

⁸² Vgl. Koch, H. (2002). Forensische Entomologie. Prä- und postmortale Leichenbesiedlung durch Insekten. S. 23. Hochschule für Polizei Villingen – Schwenningen. (künftig zitiert: Koch, 2002).

⁸³ Vgl. Benecke, 2006, S. 24.

Die ersten Tage bis Wochen wird ein Leichnam von Maden der Schmeißfliege dominiert, wobei ebenso einige Fleischfliegen (Sarcophagidae) und verschiedene „Echte Fliegen (Muscidae)“ hinzukommen können. Zudem sind oftmals Buckelfliegen auf den frischen Leichnamen vertreten, die aber zunächst keine Eier ablegen. Sowohl die „Echten Fliegen“, als auch die Fleischfliegen haben einen räuberischen Charakter. Echte Fliegen ernähren sich nicht nur von Aas, sondern auch von anderen Leichenbesiedlern und finden sich somit, aufgrund der anderen Insekten, auf einem Leichnam ein.⁸⁴

Je mehr Schmeißfliegenlarven auf einem Leichnam zu finden sind, umso mehr „Räuber“ kommen hinzu, was man auch als „Folgebesiedlung“ bezeichnet. Zu diesen gehören auch unter anderem Käfer, wie Aaskäfer (Silphidae), Stutzkäfer (Histeridae) und Kurzflügelkäfer (Staphylinidae). Diese sehen nicht nur die Larven als Beute, sondern auch den Leichnam an sich.⁸⁵

Im Zuge der fortschreitenden Verwesung eines Leichnams kommt es im Rahmen der Folgebesiedlung dazu, dass sich weitere Fliegenarten und Käfer einfinden. Hierzu zählen zum Beispiel die Käsefliegen (Piophilidae) und Latrinen-, beziehungsweise Stubenfliegen (Fannidae). Dabei kommt die bereits erwähnte Buckelfliege (Phoridae) ins Spiel, denn ihre Larven finden sich in diesem Stadium an den Überresten ein, genau wie die der Fruchtfliegen (Drosophilidae). Trocknet der Leichnam aus, werden vor allem die Speckkäfer (Dermestidae), aber auch Raupen von Teppichmotten (Tineidae) auf diesen aufmerksam.⁸⁶ Diese Raupen fokussieren sich vor allem auf die eingetrocknete Haut und die Haare, da sie diese aufgrund der besitzenden Keratinase speziell abbauen können.⁸⁷

⁸⁴ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 19.

⁸⁵ Vgl. ebd., S. 20.

⁸⁶ Vgl. ebd., S. 20.

⁸⁷ Vgl. ebd., S. 20. & Benecke, 2006, S. 22.

5.2 Bedeutsame Insekten der Forensischen Entomologie

Die Auswertung von Insekten an Leichnamen kann eine große und wichtige Rolle in der Rechtsmedizin und Kriminalistik spielen. Dabei dient diese als Hilfsmittel in der Bestimmung der Todeszeit und ist eine zuverlässige Methode. Im Vordergrund hierbei stehen vor allem die Fliegen, ihre Eier, Puppen und Maden.⁸⁸ Die Insekten machen den größten Teil der gesamten Lebewesen auf der Erde aus⁸⁹ und gehören den sogenannten Gliederfüßler (Arthropoden) an.⁹⁰ Die Gliederfüßler werden oftmals auch als Kerbtiere bezeichnet, welchen unter anderem auch die Krebse und Spinnen angehören.⁹¹

Die Körper von ausgewachsenen Insekten (Imago) lassen sich in drei Abschnitte unterteilen, die durch „Kerben“ voneinander getrennt sind, woraus sich der Begriff „Kerbtiere“ entwickelt hat. Dabei bildet der Kopf eine starre Kapsel in der sich die Mundwerkzeuge befinden, die zur Nahrungsaufnahme dienen. Der Thorax besteht aus drei wesentlichen Teilen. Hier weist jedes Teilsegment jeweils ein Paar Beine auf, womit die Imago Besitzer von drei Beinpaaren sind, welche jedoch je nach Lebensart verändert oder reduziert sein können. Auf dem zweiten und dritten Segment des Thoraxes haben „Flügelbesitzer“ jeweils ein paar Flügel, die bei einem flügellosen Insekt fehlen.⁹² Man kann damit sagen, dass der Thorax eines Imago zur Fortbewegung dient.⁹³

Der Hinterleib (Abdomen) ist das dritte Segment und ist ebenfalls in Teilsegmente unterteilt, welche zur Verdauung und Fortpflanzung dienen.⁹⁴

Diese Körperstrukturen lassen sich nicht nur bei Insekten, sondern auch bei Spinnen, Krebsen und Tausendfüßlern feststellen.⁹⁵

Ohne diese Tierchen würde der Zersetzungsprozess von totem Gewebe viel

⁸⁸ Vgl. Koch, 2002, S. 10.

⁸⁹ Vgl. Grassberger & Schmid, 2009, S. 34.

⁹⁰ Vgl. Koch, 2002, S. 21.

⁹¹ Vgl. Benecke, 2006, S. 50-51.

⁹² Vgl. Amendt et al., 2013, S. 17.

⁹³ Vgl. Koch, 2002, S. 21.

⁹⁴ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 18.

⁹⁵ Vgl. Koch, 2002, S. 21.

langsamer von statten gehen.⁹⁶ Insekten sehen das tote Gewebe als Lebensraum und Nahrungsquelle. Smith unterscheidet vier wesentliche ökologische Kategorien, welche an totem Gewebe festzustellen sind. Es wird unterteilt in „nekrophage Arten“, „Räuber und Parasiten“ der zuvor genannten nekrophagen Arten, „omnivore Arten“ und den „Besuchern“. Die nekrophagen Arten ernähren sich hauptsächlich von totem Gewebe, die zweite Gruppe ernährt sich ebenfalls hauptsächlich von dem toten Leichengewebe, nimmt jedoch im Verlauf den räuberischen und parasitischen Lebensstil an und ernährt sich von anderen Lebewesen. Die omnivoren Arten bilden die Wespen, Ameisen und verschiedene Käfer, welche sich wie die Räuber und Parasiten, sowohl von dem toten Gewebe, als auch von anderen Lebewesen ernähren. Letztlich gibt es noch die „Besucher“, worunter diverse Spinnen gefasst sind. Diese nutzen den Leichnam lediglich als einen erweiterten Lebensraum.⁹⁷

„Bei der Liegezeiteingrenzung finden vor allem die beiden ersten Gruppen Verwendung, da ihr Vorhandensein und vor allem die Entwicklung der nicht-adulten Stadien unmittelbar an das Leichengewebe bzw. die sich von ihm ernährenden Gliedertiere gebunden ist.“⁹⁸

Aufgrund der zuvor beschriebenen Vielfältigkeit der Insekten auf unserem Planeten, wird folgend auf die bedeutsamsten und relevantesten Insektenarten der Forensischen Entomologie eingegangen, um das Ausmaß der Thesis nicht zu überschreiten.

⁹⁶ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 18.

⁹⁷ Vgl. Amendt, 2007, S. 225.

⁹⁸ Ebd., S. 225.

5.2.1 Schmeißfliegen (Calliphoridae)

„Schmeißfliegen sind das Begrüßungskommando am Tatort.“⁹⁹ Die Familie der Schmeißfliegen zählt zu den nekrophagen Arten¹⁰⁰ und ist für die Bestimmung der Liegezeit eines Leichnams von großer Bedeutung. Sie sind maßgeblich für die genaue Ermittlung des Todeszeitpunktes.¹⁰¹ Weltweit sind in etwa 1.100 Arten der Schmeißfliege bekannt und 62 davon sind hierzulande nachgewiesen. Die wichtigsten Schmeißfliegen, die eine besondere Relevanz in der Forensischen Entomologie darstellen, sind die „*Calliphora vicina*“ und die Goldfliege „*Lucilia sericata*“. Diese finden sich binnen kurzer Zeit an dem Leichnam ein und beginnen mit der Ablage ihrer Larven Eier.¹⁰² Die Fliegenweibchen haben nur ein Lebensziel und das ist die Ablage ihrer Eier. Hierfür haben sie einen Biosensor entwickelt, womit sie einen Kadaver aus bis zu 16 Kilometern riechen und diesen, aufgrund einer Flugeschwindigkeit von bis zu 11 km/h¹⁰³, sehr schnell erreichen können.¹⁰⁴ Die Maden der Schmeißfliegen haben eine kopflos wirkende Körperform und bilden somit die klassische Made.¹⁰⁵



Abbildung 1: „*Calliphora vicina*“ und „*Lucilia sericata*“.¹⁰⁶

⁹⁹ Vgl. Schwarz, M. (2020). Wenn Insekten über Leichen gehen. Als Entomologe auf der Spur des Verbrechens. S. 83. München: Droemer Knaur GmbH & Co. KG. (künftig zitiert: Schwarz, 2020).

¹⁰⁰ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 23.

¹⁰¹ Vgl. Schwarz, 2020, S. 83.

¹⁰² Vgl. Amendt et al., 2013, S. 23-24.

¹⁰³ Vgl. Koch, 2002, S. 31.

¹⁰⁴ Vgl Schwarz, 2020, S. 85.

¹⁰⁵ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 24.

¹⁰⁶ Friedrich, M. (2021). *Calliphora vicina*. URL: https://arthropodafotos.de/dbsp.php?lang=deu&sc=1&ta=t_38_dipt_bra_call&sci=Calliphora&scisp=vicina. (zuletzt

In obiger Abbildung 1 sind die beiden bedeutsamsten Fliegenarten zu erkennen, welche nachfolgend näher erläutert werden. Die „*Calliphora vicina*“ ist in etwa 10 bis 14 mm lang und weist eine starke Borstung auf ihrem Rücken auf. Zumeist ist diese Fliegenart schwarz und schimmert leicht bläulich durch die Längsstreifen.¹⁰⁷ Sie favorisiert die kühlere Temperatur und ist noch bei 2 °C zur Eiablage bereit.¹⁰⁸ Die zweite und wichtige Fliegenart ist die Goldfliege (*Lucilia sericata*). Sie ist eine sehr kleine Schmeißfliege und weist lediglich eine Größe von 5 bis 11 mm auf. Ihr Aussehen wird von der „metallisch schimmernden gold-grün bis blau Färbung“ dominiert. Im Gegensatz zu der „*Calliphora vicina*“ bevorzugt die Goldfliege eine eher wärmere Umgebung und Sonnenlicht, womit man diese Fliegenart oftmals im Freien beobachten kann.¹⁰⁹ Schmeißfliegen dominieren einen Leichnam in den ersten Tagen bis Wochen der Verwesung und sind somit besonders wichtig für die Forensischen Entomologie und für die Bestimmung des Todeszeitpunktes.¹¹⁰

5.2.2 Echte Fliegen (Muscidae)

Zu der Fliegenfamilie der Muscidae gehören, wie bei den Schmeißfliegen, ebenfalls mehrere Fliegenarten. Weltweit gibt es rund 4.000 Fliegenarten dieser Fliegenfamilie, wobei in Deutschland nur 31 zu finden sind. Die bekannteste ist zum Beispiel die Haus- oder Stubenfliege „*Musca domestica*“. In folgender Abbildung 2 ist die unscheinbare Stubenfliege zu erkennen.

aufgerufen am: 08.05.2021). & Moody, C. (2013). *Lucilia sericata*. URL: <https://www.flickr.com/photos/zpyder/9140735679/>. (zuletzt aufgerufen am: 08.05.2021).

¹⁰⁷ Vgl. Koch, 2002, S. 23.

¹⁰⁸ Vgl. Schwarz, 2020, S. 87.

¹⁰⁹ Vgl. Koch, 2002, S. 24.

¹¹⁰ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 24.



Abbildung 2: Stubenfliege.¹¹¹

Wie zu sehen, sind diese gräulich-braun oder schwarz und zwischen 1 und 2 cm groß. Unter optimalen Bedingungen kann ein Fliegenweibchen bis zu 2.000 Eier ablegen.¹¹² Die Fliegenart bevorzugt ein mildes Klima des Sommers.¹¹³ Sie wird nicht vorwiegend von dem toten Gewebe, vielmehr von faulenden, organischen Stoffen und Exkrementen, angelockt.¹¹⁴ Für die Forensische Entomologie und deren Relevanz wird zwischen zwei Gruppen von Fliegen differenziert. Die erste Gruppe bilden die Arten, wo sich die Larven in ihrer gesamten Entwicklung von totem Gewebe und der austretenden Flüssigkeiten ernähren. Diese Madenlarven sind nicht in der Anfangsphase der Verwesung vor Ort, denn dort sind zumeist die zuvor beschriebenen Schmeißfliegen dominierend. In der zweiten Gruppe finden sich Madenlarven, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten unterschiedliche Substrate fressen. Anfangs wird das tote Gewebe gefressen, nach dem Erreichen des zweiten und dritten Larvenstadium zeigen die Maden ein räuberisches Verhalten und fressen andere Maden, die sich vom toten Gewebe ernähren. Die Madenlarven im zweiten oder dritten Stadium findet man oftmals in der Umgebung des Leichnams, wo sie sich auf „Madenjagd“ befinden.¹¹⁵

¹¹¹ Reckhaus, H.-D. (2021). Welt der Fliegen. Stubenfliegen erkennen. URL: <https://www.fliegenretten.de/stubenfliegen-erkennen/>. (zuletzt aufgerufen am: 08.05.2021).

¹¹² Vgl. ebd., S. 25.

¹¹³ Vgl. Kühne, H. (2002). Forensische Entomologie und ihre Bedeutung für die polizeiliche Praxis. S. 29. Fachhochschule für Polizei Sachsen. (künftig zitiert: Kühne, 2002).

¹¹⁴ Vgl. Schwarz, 2020, S. 101.

¹¹⁵ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 25.

5.2.3 Fleischfliegen (Sarcophagidae)

Der Familie der Fleischfliegen gehören weltweit ungefähr 2.750 Arten an. Hierzulande sind 130 Fleischfliegenarten bekannt.¹¹⁶ Die Fleischfliege hat einen 10 bis 16 mm langen, schlanken Körper und einen äußerst auffälligen Hinterleib, welcher ein schachbrettartiges Muster aufweist.¹¹⁷ Zudem fallen ihre roten Augen und die vergleichsweise großen Flügel stark auf.¹¹⁸ In der folgenden Abbildung 3 ist die oben beschriebene Fleischfliege zu erkennen.



Abbildung 3: Fleischfliege.¹¹⁹

Die Eiablage erfolgt zumeist in den Monaten von März bis Oktober.¹²⁰ Das Besondere an der Eiablage der Fleischfliege ist, dass die Madenlarven in dem Moment der Eiablage direkt schlüpfen. Man kann somit sagen, dass die Fleischfliegen ihre Maden lebend gebären.¹²¹ Die Fleischfliegen sind in der Regel nicht im ersten Verwesungsstadium an einem Leichnam zu beobachten, sondern besiedeln gehäuft gasgeblähte oder zerfallende Lachname.¹²² Die bis zu 25 mm großen Madenlarven ernähren sich sowohl von totem Gewebe, als auch mit zunehmender Größe von Schmeißfliegenmaden. Weit verbreitet ist auch der Parasitismus der Fleischfliegenmaden. Das bedeutet, dass die Maden sich ein anderes Tier, wie zum Beispiel einen Regenwurm

¹¹⁶ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 26.

¹¹⁷ Vgl. Kühne, 2002, S. 29.

¹¹⁸ Vgl. Schwarz, 2020, S. 98.

¹¹⁹ Schäffner, K.-H. (2020). Graue Fleischfliege. URL: <https://www.naturfotos-naeheringeschaut.de/insekten-gliederfuesser/zweifluegler/graue-fleischfliege/>. (zuletzt aufgerufen am: 08.05.2021).

¹²⁰ Vgl. Koch, 2002, S. 27.

¹²¹ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 26.

¹²² Vgl. Koch, 2002, S. 27-28.

suchen, den Körper dessen besiedeln und ihn von innen heraus fressen.¹²³

5.3 Entwicklung nekrophager Insekten

Nekrophage Insekten sind solche, die sich hauptsächlich von totem Gewebe ernähren (vgl. Kap. 5.2, S. 19). In der Forensischen Entomologie haben die Schmeißfliegen eine hohe Bedeutung als Erstbesiedler an Leichnamen, so dass der Entwicklungszyklus der nekrophagen Insekten anhand dieser dargestellt wird (vgl. Kap. 5.2.1, S. 20-21).

„Es gibt vier deutlich voneinander zu trennende Abschnitte im Lebenszyklus der Insekten, das Ei-, Larven-, Puppen- und Imago-Stadium.“¹²⁴

Wie bei jeder Fliegenart benötigt auch die Schmeißfliegenmade eine bestimmte Zeit zur Entwicklung zum Imago. Insekten gehören zu den wechselwarmen Tieren, sodass die Entwicklung stark von der Umgebungstemperatur abhängt.¹²⁵

In der folgenden Abbildung 4 sieht man „die Entwicklung der Schmeißfliege in Abhängigkeit von der Temperatur und vom Zeitpunkt des Schlupfs der Made aus dem Ei bis zum Schlupf des adulten Tieres.“¹²⁶

¹²³ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 26.

¹²⁴ Amendt et al., 2013, S. 16.

¹²⁵ Vgl. Kühne, 2002, S. 3.

¹²⁶ Amendt et al., 2013, S. 135.

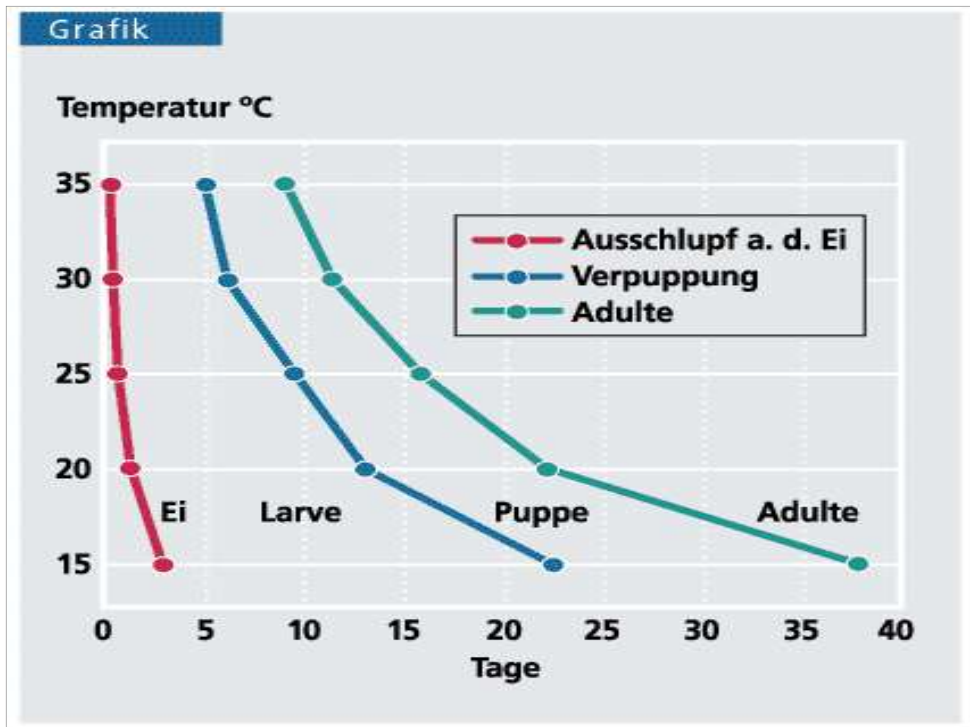


Abbildung 4: Entwicklung der Schmeißfliege in Abhängigkeit von Temperatur.¹²⁷

Man kann sehr gut erkennen, dass je höher die Temperaturen sind, umso schneller die Made aus dem Ei schlüpft. Bei einer Temperatur von rund 35 °C beginnt die Verpuppung bereits nach dem fünften Tag. Dahingegen erst nach circa 22 Tagen bei einer Temperatur von 15 °C. Die erwachsene Fliege, also der Imago, ist dann bereits nach circa neun Tagen bei hohen Temperaturen geschlüpft. Man kann daraus schließen, dass ein Leichnam bei hohen Temperaturen weitaus schneller mit vielen Insekten besiedelt ist, als bei niedrigen Temperaturen. Die geschlüpften männlichen Imagines¹²⁸ sind sofort nach dem Schlüpfen geschlechtsreif, wohingegen die weiblichen Imagines nach rund einer Woche die Geschlechtsreife erreichen. Somit kann die Fortpflanzung nach kurzer Zeit stattfinden.¹²⁹

Folgend wird der Prozess der Entwicklung vom Ei zum Imago beschrieben und die einzelnen Abschnitte erläutert.

¹²⁷ Ärzteblatt. (2003). Forensische Insektenkunde: Ein aktueller Forschungszweig der Rechtsmedizin. URL: <https://www.aerzteblatt.de/callback/image.asp?id=7103>. (zuletzt aufgerufen am: 18.04.2021).

¹²⁸ Mehrzahl von „Imago“.

¹²⁹ Vgl. Koch, 2002, S. 33.

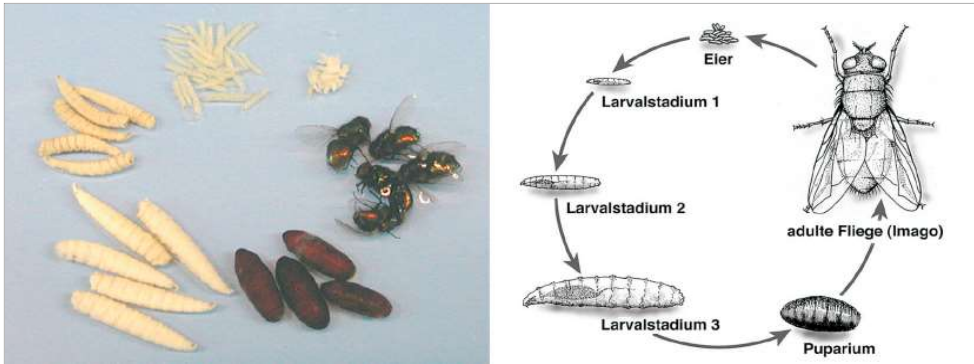


Abbildung 5: Entwicklungszyklus der Schmeißfliege.¹³⁰

In der obigen Abbildung 5 kann man einen Entwicklungszyklus der Schmeißfliege erkennen. Man erkennt die einzelnen Entwicklungsstadien bis hin zum Imago. Zunächst legt der Imago die Eier ab, woraus die Madenlarven des ersten Stadiums schlüpfen. Diese Madenlarven durchlaufen insgesamt drei morphologische¹³¹ Stadien, bis sie sich verpuppen und die adulte Fliege schlüpft.

Das Weibchen legt ihre Eier in kleinen Eipaketen von 20 bis 30 Eiern in natürlichen Körperöffnungen und Wunden ab.¹³² Danach schlüpfen die 1 bis 2 mm großen Larven¹³³ temperaturabhängig binnen wenigen Stunden oder Tagen und beginnen sich vom toten Gewebe zu ernähren. Damit bildet sie das erste von insgesamt drei Larvenstadien. Die Stadien sind aufgrund der Form und des Aussehens der Madenlarve zu unterscheiden.¹³⁴ Die Maden häuten sich aufgrund der Nahrungsaufnahme und dem damit zusammenhängenden Wachstum mehrfach, was die Stadien ausmacht.¹³⁵ Zwischen dem abschlie-

¹³⁰ Vgl. Amendt, J. & Grassberger, M. (2010). Forensische Entomologie. S. 845. In: Aspöck, H. (Hrsg.). Krank durch Arthropoden. - Denisia 30. S. 843-860. Linz: Oberösterreichische Landesmuseen. (künftig zitiert: Amendt & Grassberger, 2010).

¹³¹ „Morphologie ist die Lehre von der Form, Gestalt und Struktur“.

¹³² Vgl. Amendt, J. & Krettek, R. (O.J.). Insekten als Helfer der Todeszeitfeststellung. S. 2. URL:

<http://intrapol.polizei.nrw.de/Kriminalitaet/Delikte/Toetung/Expertise/Spuren/Documents/Insekten%20als%20Helfer%20bei%20der%20Todeszeitfeststellung.pdf#search=todeszeitfeststellung%20insekten>. (zuletzt aufgerufen am: 28.04.2021). (künftig zitiert: Amendt & Krettek, O.J.).

¹³³ Vgl. Amendt, 2007, S. 225.

¹³⁴ Vgl. Hecht, L. (2005). Über den Einfluss toxischer Substanzen auf die Entwicklung der nekrophagen Schmeißfliegenart *Lucilia sericata* im Hinblick auf die Bestimmung der Todeszeit – Dokumentation von Verstorbenen mit Insektenbefall und experimentelle Untersuchung. S. 7. Dissertation Universität Hamburg. (künftig zitiert: Hecht, 2005).

¹³⁵ Vgl. Amendt, 2007, S. 225.

ßenden dritten und somit letzten Larvenstadium und der Phase der Verpupung steht das „postfeeding“ Stadium, wo die Made ihren Verdauungstrakt entleert und damit etwas schrumpft.¹³⁶ Schließlich verlässt die Made in der Regel den Leichnam, um sich im Nahraum zu verstecken und das Puppenstadium einzuleiten, wobei die Umwandlung zur Fliege und somit zum Imago stattfindet.¹³⁷ Hierbei bildet sie ein Puparium, womit die Puppenruhe eingeleitet wird.¹³⁸ Hat der Imago sich innerhalb des Pupariums entwickelt wird das vordere Ende mittels der pulsierenden Stirnblase abgesprengt, woraufhin das adulte Tier dieses verlassen kann.¹³⁹

Hiernach beginnt der Entwicklungszyklus von vorne.

Werden leere Puparien auf oder in der Umgebung des Leichnams entdeckt, so kann man Rückschlüsse darauf ziehen, dass bereits mindestens eine Generation der Fliege die Entwicklung abgeschlossen hat. Dieses hat eine große Relevanz für die Einschätzung der Leichenliegezeit.¹⁴⁰

5.4 Artbestimmung der Insekten

Zur Bestimmung der Leichenliegezeit ist, mittels der Forensischen Entomologie, die Untersuchung der auf dem Leichnam befindlichen Insekten erforderlich. Hierzu müssen die Insekten den einzelnen oben dargestellten (vgl. Kap. 5.2,1, 5.2.2 und 5.2.3, S. 20-24) Fliegenfamilien und -arten zugeordnet werden.

Es ist dabei wichtig, dass die Insekten auf ihr Entwicklungsstadium hin untersucht werden. Primär ist die Länge und das Gewicht der vorgefundenen Insekten von großer Bedeutung, denn daraus können Rückschlüsse auf das Alter der Insekten und somit auch auf die Liegezeit eines Leichnams gezogen werden.¹⁴¹

¹³⁶ Vgl. Hecht, 2005, S. 7.

¹³⁷ Vgl. Madea, 2015, S. 80.

¹³⁸ Vgl. Amendt & Krettek, O.J., S. 2.

¹³⁹ Vgl. Kühne, 2002, S. 25.

¹⁴⁰ Vgl. Dettmeyer et al., 2019, S. 24.

¹⁴¹ Vgl. Koch, 2002, S. 14.

Zum einen kann es bereits vor Ort von Vorteil sein eine ungefähre Einschätzung der Fliegenfamilie vorzunehmen, welche zur groben Orientierung und Zuordnung dient. Auch kann eine genauere Asservierung der verschiedenen Eier, Madenlarven, Puparien und Imagines vorgenommen werden. Oftmals ist es schon für Polizeibeamte oder Kriminalbeamte, so wie Laien, mit geringen Kenntnissen und ohne ein Mikroskop oder andere Hilfsmittel erkennbar, um was für eine Fliegenfamilie es sich handeln könnte. Dies kann jedoch nicht pauschalisiert werden und somit ist eine professionelle Bekundung durch einen Entomologen unabdingbar.¹⁴²

Es ist möglich die asservierten Insekten durch eine Weiterzucht entomologisch genau zu bestimmen, jedoch ist hierbei der Zeitaufwand erheblich. Eine weitere Möglichkeit ist es die Insekten abzutöten und eine Identifikation bestimmter Merkmale vorzunehmen, sowie eine Methode mit Hilfe der Molekularbiologie durchzuführen.¹⁴³ Mit diesen Methoden zur Artbestimmung kann eine Untersuchung der minimalen Liegezeit des Leichnams erfolgen.¹⁴⁴

Im folgenden Verlauf der Thesis werden die Methoden zur Artbestimmung anhand von Maden, Puparien und mit Hilfe der Molekularbiologie erläutert.

5.4.1 Artbestimmung anhand von Maden

Auf einem Leichnam befinden sich eine Vielzahl von Insekten, vor allem Fliegenfamilien, die ihre Eier auf dem toten Gewebe ablegen, woraus die Maden schlüpfen. Es ist somit ein fataler Fehler lediglich die größte Made zu asservieren und anhand ihrer Länge und dem Gewicht ihr Alter und somit die minimale Liegezeit des Leichnams zu ermitteln (vgl. ab Kap. 5.2., S. 18-24). Es ist nachweislich so, dass die Maden trotz gleichen Alters eine unterschiedliche Länge und Größe aufweisen.¹⁴⁵

¹⁴² Vgl. Koch, 2002, S. 36.

¹⁴³ Vgl. Kühne, 2002, S. 29-30.

¹⁴⁴ Vgl. Hecht, 2005, S. 8.

¹⁴⁵ Vgl. Reiter, C. & Wollenek, G. (1983a). Zur Artbestimmung der Maden forensisch bedeutsamer Schmeißfliegen. S. 309. In: Zeitschrift für Rechtsmedizin 90. S. 309-316. Berlin: Springer Verlag. (künftig zitiert: Reiter & Wollenek, 1983a)

Zunächst wird eine grobe Einteilung der verschiedenen Maden der Fliegenfamilien vorgenommen. Hierbei bildet zumeist die Mehrheit die Madenlarven der Schmeißfliege. Weiterhin werden die einzelnen Maden der Fliegenfamilien in die Arten (vgl. zum Beispiel Kap. 5.2.1, S. 20-21) unterteilt, denn diese unterscheiden sich innerhalb der Fliegenfamilie ebenfalls voneinander. Die übliche Artbestimmung ist die, dass man die Larven „künstlich“ im Labor zum Imago heranzüchtet, was jedoch einen erheblichen Zeitaufwand erfordert. Die Weiterzucht kann aufgrund von drei folgenden Aspekten nicht immer erfolgen.

1. Die Maden sind durch die Temperatur oder andere Einflüsse geschädigt oder gestorben, sodass keine Weiterzucht erfolgen kann oder
2. es gibt keine optimalen Laborbedingungen die eine Weiterzucht ermöglichen oder
3. eine zeitliche Dringlichkeit der Artbestimmung besteht.¹⁴⁶

Neben der Weiterzucht von Maden wurde eine andere Methode entwickelt, um die Fliegenart eindeutig und schneller zu bestimmen.¹⁴⁷ Hierbei wird die Artbestimmung anhand von drei markanten morphologischen Merkmalen der Made vorgenommen, in welchen sie sich unterscheiden.¹⁴⁸ Diese drei Merkmale ergeben sich aus den vorderen Atemöffnungen (Vorderstigmen), dem Kieferapparat (Cephalopharyngealskelett) und dem 12. Madensegment.¹⁴⁹

Wolleneck und Reiter untersuchten im Jahr 1982 die Maden der bereits beschriebenen Fliegenfamilien (vgl. ab Kap. 5.2, S. 18-24). Hierbei haben sie die Maden bis zum dritten Larvenstadium herangezüchtet, gefriergetrocknet und anschließend untersucht. Dabei wurde erforscht, dass das 12. Madensegment elementar wichtig zur Bestimmung der Fliegenfamilie ist, da es sich bei allen drei Fliegenfamilien unterscheidet.¹⁵⁰

¹⁴⁶ Vgl. Reiter & Wolleneck, 1983a, S. 310.

¹⁴⁷ Vgl. ebd., S. 310.

¹⁴⁸ Vgl. Kühne, 2002, S. 30.

¹⁴⁹ Vgl. Reiter & Wolleneck, 1983a, S. 311-314.

¹⁵⁰ Vgl. Reiter, C. & Wolleneck, G. (1982). Bemerkungen zur Morphologie forensisch bedeutsamer Fliegenmaden. S. 202. In: Zeitschrift für Rechtsmedizin. S. 197-206.

5.4.2 Artbestimmung anhand von Puparien

Puparien werden oftmals als Puppen bezeichnet, was nicht ganz der Richtigkeit entspricht. Das Puparium ist die verhärtete, braungefärbte Larvenhaut, worin sich die eigentliche Puppe befindet.¹⁵¹

Wollenek und Reiter haben ebenfalls Untersuchungen durchgeführt, indem sie eine Artbestimmung von Insekten anhand der Puparien erforschten. Hierbei haben sie die Puparien der Fliegenfamilien weitergezüchtet, um anhand der geschlüpften Fliegen die Art zu bestimmen. Der Prozess der Weiterzucht kann jedoch nicht durchgeführt werden, wenn:

1. ein Imago bereits geschlüpft und eine leere Puparie hinterlassen hat oder
2. das verpuppte Insekt durch chemische, mechanische oder thermische Einflüsse geschädigt wurde und kein Imago herangezüchtet werden kann oder
3. eine zeitliche Dringlichkeit der Artbestimmung besteht.¹⁵²

Trifft eins der Merkmale zu, so kann die Artbestimmung der Puparie nur anhand ihrer morphologischen Merkmale erfolgen. Hinzuzufügen ist, dass zur Identifizierung der bedeutsamen Fliegenpuparien Bestimmungstabellen und Arbeitsmethoden fehlen, sodass eine andere Methode für aussagekräftigere Ergebnisse herangezogen wurde. Die Fliegenpuparien wurden gesammelt und im Labor weitergezüchtet, bis sich aus den Puparien die adulten Fliegen entwickelt haben. Die leeren Puparien wurden nach dem Schlüpfen der Imagines verglichen und anhand dreier morphologischer Merkmale untersucht, ob eine einwandfreie und schnelle Bestimmung der Art erfolgen kann.¹⁵³

Diese drei morphologischen Merkmale ergeben sich wie folgt:

Berlin: Springer-Verlag. (künftig zitiert: Reiter & Wollenek, 1982).

¹⁵¹ Vgl. Reiter & Wollenek, 1982, S. 199.

¹⁵² Vgl. Reiter, C. & Wollenek, G. (1983b). Zur Artbestimmung der Puparien forensisch bedeutsamer Schmeißfliegen. S. 62. In: Zeitschrift für Rechtsmedizin 91. S. 61-69. Berlin: Springer Verlag. (künftig zitiert: Reiter & Wollenek, 1983b).

¹⁵³ Vgl. Reiter & Wollenek, 1983b, S. 62.

- „a) Länge des Pupariums vor dem Schlüpfen (1.-12. Segment),
- b) Länge der leeren Puparienhülse nach Absprennen der Polklappen (5.-12. Segment) und
- c) größter Durchmesser des Pupariums.“¹⁵⁴

Die folgende Tabelle 1 zeigt Ergebnisse der Maße, der in der Thesis aufgezeigten bedeutsamen Schmeißfliegenarten, die durch Reiter und Wollenek erhoben wurden. Dabei ist zu erkennen, dass die Maße der „*Calliphora vicina*“ sowohl im Minimum als auch Maximum immer größer sind, als die der „*Lucilia sericata*“.

Tabelle 1: Erhobene Maße (in Millimeter) der Schmeißfliegenpuparien. Eigene Darstellung.¹⁵⁵

<u>Schmeißfliegenart</u>	<u>Länge (1.-12. Segment)</u>	<u>Länge (5.-12. Segment)</u>	<u>Maximaler Durchmesser</u>
<u>Calliphora vicina</u>	7,0 – 9,5	5,5 – 8,5	3,0 – 4,0
<u>Lucilia sericata</u>	6,0 – 8,0	5,0 – 6,5	2,0 – 3,0

Die oben aufgezeigten Maße können höchstens Hinweise und Orientierungswerte zur Identifizierung der forensisch bedeutsamen Fliegenarten geben. Dahingegen gibt es Untersuchungsergebnisse der Kieferapparate und der 12. Pupariensegmente, welche die Artbestimmung erleichtern und präzisieren.¹⁵⁶

Die Hinterstigmen (hintere Atemöffnungen) bilden immer sechs Papillenpaare¹⁵⁷ (P), die symmetrisch angeordnet sind. „Dabei wurden zur Artbestimmung die Abstände P1P1 und P1P3, der Durchmesser der Hinterstigmen und die Distanz zwischen den Hinterstigmen gemessen.“¹⁵⁸

Folgende Tabelle 2 zeigt nun im Vergleich zur Längenbestimmung, der in Tabelle 1 aufgezeigten Ergebnisse, dass durch die Bemessungen der Stigmen eine genauere Artbestimmung möglich ist. Hierbei ist gut zu erkennen,

¹⁵⁴ Reiter & Wollenek, 1983b, S. 64.

¹⁵⁵ Vgl. ebd., S. 65.

¹⁵⁶ Vgl. ebd., S. 68.

¹⁵⁷ „kleine, rundliche bis kegelförmige Erhebung an oder in Organen“.

¹⁵⁸ Vgl. Reiter & Wollenek, 1983b, S. 68.

dass die Schmeißfliegenart „*Calliphora vicina*“ einen doppelt so großen Abstand der Papillenpaare (P1P1) im Vergleich zur Schmeißfliegenart „*Lucilia sericata*“ aufweist. Ebenso sind die Durchmesser der Hinterstigmen sowie die Distanz dieser zueinander deutlich unterschiedlich.

„Das proportionale Verhältnis der vier Parameter wird durch individuelle Größenunterschiede bei Puparien derselben Art nicht verändert.“¹⁵⁹

Tabelle 2: Proportionales Verhältnis der Parameter der Puparien. Eigene Darstellung.¹⁶⁰

<u>Schmeißfliegenart</u>	<u>Abstand</u> <u>P1P1</u>	<u>Abstand</u> <u>P1P3</u>	<u>Durchmesser</u> <u>Hinterstigmen</u>	<u>Distanz zwi-</u> <u>schen den</u> <u>Hinterstigmen</u>
<u><i>Calliphora vicina</i></u>	0,77	0,77	0,24	0,24
<u><i>Lucilia sericata</i></u>	0,36	0,50	0,21	0,17

5.4.3 Artbestimmung mit Hilfe der Molekularbiologie

Gelingt es nicht die Fliegenart anhand der morphologischen Merkmale der Maden oder Puparien (vgl. Kap. 5.4.1 und 5.4.2, S. 28-32) zu bestimmen, so kann die Molekularbiologie helfen. Hierbei werden Genbereiche untersucht und unterschiedliche Sequenzen miteinander verglichen, wonach man zum Beispiel eine Made einer Fliegenart zuordnen kann. Die Zuordnung einer Fliegenart erfolgt mit zuvor gewonnenen Referenzsequenzen von eindeutig identifizierten Insekten.¹⁶¹

¹⁵⁹ Reiter & Wollenek, 1983b, S. 68.

¹⁶⁰ Vgl. ebd., S. 68.

¹⁶¹ Vgl. Amendt, 2007, S. 233.

6 Methoden zur Bestimmung der Leichenliegezeit

Neben den bereits in der Thesis erläuterten klassischen, rechtsmedizinischen Methoden zur Leichenliegezeitbestimmung (vgl. ab Kap. 4, S. 7-14) kann die Forensische Entomologie in den ersten Wochen nach dem Tod, eine bis auf den Tag genaue Eingrenzung der minimalen Liegezeit eines Leichnams geben. Dahingegen wird es bei den klassischen Methoden nach ein bis zwei Tagen schwierig eine genaue Eingrenzung des Todeszeitpunktes zu bestimmen.¹⁶² Demnach ist es mit den klassischen Methoden kaum mehr möglich den Zeitpunkt des Todes bei Leichnamen festzustellen, welche erst zu einem späteren Zeitpunkt gefunden werden.¹⁶³

Hierbei hat man einerseits die Möglichkeit des Hinzuziehens von Sachbeweisen oder Personalbeweisen. Zu dem Sachbeweis zählen „Beweismittel des Augenscheins [...], die im Zusammenhang mit der Tat wahrgenommen werden können [...]“¹⁶⁴ Der Personalbeweis wird durch Zeugen oder auch Sachverständigen abgedeckt.¹⁶⁵

Somit muss das Umfeld, wie die Wohnung im Gesamten, der Briefkasten oder die aktuelle Tageszeitung, sowie Nachbarn, Familienangehörige oder Freunde der verstorbenen Person näher in Betracht gezogen werden, um eine genaue Eingrenzung zu schaffen.

Andererseits besteht die Möglichkeit die Forensische Entomologie, also das Hinzuziehen der Insekten, die den toten Körper nach dem Ableben besiedeln, näher zu betrachten. Wie bereits erwähnt kann man mit den nekrophagen Insekten lediglich die minimale Liegezeit eines Leichnams bestimmen, da es möglich ist, dass der Leichnam nicht sofort nach dem Todeseintritt, sondern mit einer Verzögerung, durch die Fliegen besiedelt wird.¹⁶⁶ Gründe hierfür sind zum Beispiel, dass ein Leichnam durch eine entsprechende Ver-

¹⁶² Vgl. Amendt, 2007, S. 221.

¹⁶³ Vgl. Kühne, 2002, S. 2.

¹⁶⁴ Kawelovski, F. (2020). Kriminaltechnik für Studierende und Praktiker. S. 9. (3. Aufl.). Mülheim: Kawelovski Eigenverlag.

¹⁶⁵ Vgl. ebd., S. 7.

¹⁶⁶ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 65-66.

packung für die Fliegen nicht zugänglich ist, niedrige Temperaturen herrschen, welche die Aktivität der Fliegen beeinträchtigen oder der Leichnam starkem Regen oder Wasser ausgesetzt ist, was die Insekten meiden.¹⁶⁷

Die Entwicklungszyklen der Fliegen variieren je nach Art und Umgebungstemperatur, das sind die zwei Faktoren für die Dauer des Heranwachsens zum Imago. Aufgrund ihrer wechselwarmen Attribute sind alle biochemischen und physiologischen Prozesse stark von den Temperaturen abhängig.¹⁶⁸ Wird der Schwellenwert der Temperatur über- oder unterschritten, so stirbt das Tier oder die Entwicklung dessen wird gestoppt und man kann keine Mindestliegezeit anhand dieser mehr bestimmen, da eine Weiterzucht nicht mehr möglich ist.¹⁶⁹

Nachdem man die Insekten asserviert hat, werden diese meist im Labor und nicht im Freien unter den Bedingungen, welche am Fundort geherrscht haben, weitergezüchtet. Herrschen rekonstruierbare Temperaturbedingungen und ist die Artbestimmung erfolgt, so kann in den ersten vier bis sechs Wochen nach dem Tod eine auf den Tag genaue minimalen Liegezeit bestimmt werden.¹⁷⁰

Wie bereits erläutert finden sich die verschiedenen Fliegenarten zu verschiedenen Leichenstadien ein, da der Verfall eines toten Körpers für jedes Insekt unterschiedlich attraktiv erscheint (vgl. Kap. 5.1, S. 15-17). Hierbei erhoffen sich die Forscher und Forscherinnen, dass mit Hilfe der Abfolge der Besiedlung bereits eine Einschätzung der Liegezeit erfolgen kann¹⁷¹ beziehungsweise auch noch nach längerer Zeit zumindest ein grobes Zeitfenster eingeschränkt werden kann.¹⁷²

Das älteste Entwicklungsstadium einer Fliegenart kann somit Auskunft dar-

¹⁶⁷ Vgl. Amendt, 2007, S. 227.

¹⁶⁸ Vgl. ebd., S. 225.

¹⁶⁹ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 66.

¹⁷⁰ Vgl. Amendt, 2007, S. 227.

¹⁷¹ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 68.

¹⁷² Vgl. Amendt, J. & Krettek, R. & Niess, C. & Zehner, R. (2001). Zur Bestimmung der Leichenliegezeit mit Hilfe nekrophiler Insekten in der kalten Jahreszeit. S. 64. In: Rechtsmedizin 11. Kasuistik. S. 64-68. Berlin: Springer-Verlag. (künftig zitiert: Amendt et al., 2001).

über geben, wie lange sich die Insekten bereits auf dem toten Körper befinden. Demnach lässt sich schlussfolgern wie lange der Körper bereits von Insekten besiedelt wird und Aufschluss darüber geben, wie die minimale Leichenliegezeit ist. Die minimale Leichenliegezeitbestimmung wird auch als „postmortaler Intervall“ (PMI) bezeichnet.¹⁷³ Den PMI kann man ebenfalls anhand der Leichenfauna, der darunterliegenden Bodenfauna und Bodenflora bestimmen. Diese Methode ist für die Forensische Entomologie jedoch noch nicht ausreichend erforscht und wird im folgend nicht näher erläutert.¹⁷⁴

Die Berechnung des PMI anhand von Insekten wird nun näher erläutert. Um das Ausmaß der Thesis nicht zu überschreiten, werden die Methoden lediglich im groben Umfang beschrieben.

Die sogenannten Isomegalen-Diagramme, wie dieses in der folgender Abbildung 6 zu sehen ist, wurden für jede Fliegenart, welche künstlich im Labor herangezüchtet wurden, erstellt. Anhand dieser Diagramme kann man Rückschlüsse auf den PMI eines Leichnams ziehen, sofern die Artbestimmung erfolgt ist, die Längen der Insekten bekannt sind und die vorherrschenden durchschnittlichen Temperaturen am Fundort erhoben wurden.

¹⁷³ Vgl. Amendt et al., 2001, S. 64.

¹⁷⁴ Vgl. Amendt & Grassberger, 2010, S. 847.

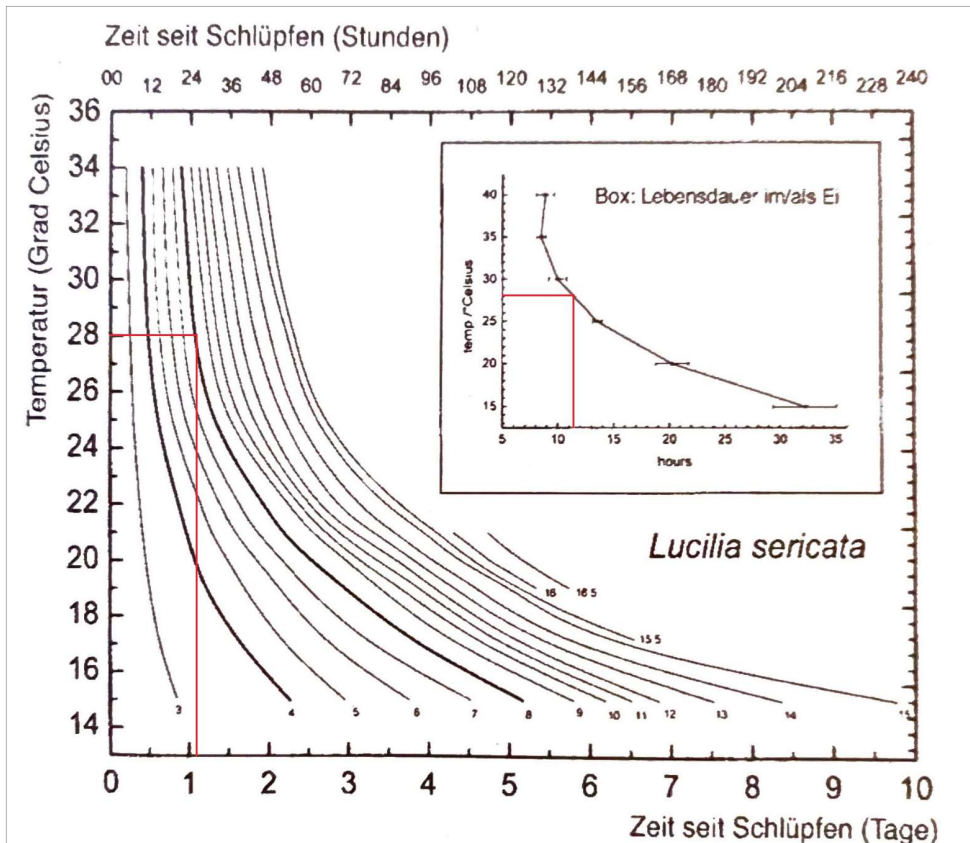


Abbildung 6: Isomegalen-Diagramm für die Fliegenart „*Lucilia sericata*“.¹⁷⁵

Das Diagramm in obiger Abbildung 6 ist für die Fliegenart „*Lucilia sericata*“ erstellt worden. Dabei kann man anhand der am Fundort vorherrschenden Durchschnittstemperatur und dem Entwicklungsstadium der bereits bekannten Fliegenart, das Alter des Insekts und somit die minimale Besiedlungszeit auf dem Leichnam errechnen.¹⁷⁶

Dabei wird auf der x – Achse die Dauer seit dem Schlupf der Insekten sowohl in Tagen, als auch in Stunden und auf der y – Achse die Temperatur in Grad Celsius in Abhängigkeit angegeben. Hierbei sind die Graphen, die im Diagramm eingezeichnet sind kennzeichnend für die Längen der einzelnen Insekten in Millimetern.¹⁷⁷ Weiterhin ist anhand des kleinen Diagramms in der rechten Ecke erkennbar, wie lange die Lebensdauer der Larve im Ei bis

¹⁷⁵ Vgl. Amendt & Grassberger, 2010, S. 847.

¹⁷⁶ Vgl. Benecke, 2006, S. 55.

¹⁷⁷ Jäckel, J. (2008). Diplomarbeit. Leichenliegezeitbestimmung mittels Forensischer Entomologie. S. 25-26. Fachhochschule Polizei Sachsen-Anhalt. (künftig zitiert: Jäckel, 2008).

zu ihrem Schlupf ist.¹⁷⁸

Hierbei ist immer das größte beziehungsweise das älteste asservierte Insekt von Bedeutung, da dieses sich am längsten am Liegeort des Leichnams aufgehalten hat und der Todeszeitpunkt genauer bestimmt werden kann.¹⁷⁹

Um das Ganze anhand eines Beispiels zu verdeutlichen, wird hypothetisch angenommen, dass am 28.07.2020 ein Leichnam aufgefunden wurde, welcher reichlich mit Insekten besiedelt war. Im Anschluss der Asservierung konnte im Labor die Fliegenart „*Lucilia sericata*“ bestimmt werden. Dafür wurden von der Verfasserin die angenommenen Werte, welche im Folgenden erläutert werden, in die Abbildung 6 eingezeichnet. Das älteste Insekt konnte mit einer Länge von 8 mm bestimmt werden. Nach der Auswertung der durchschnittlichen Temperatur und dem Abgleich mit den Daten der nächsten Wetterstation konnte diese auf 28 °C festgelegt werden. Hierbei wird der Graph auf der Abbildung 6, der das acht Millimeter große Insekt und der der Larve im Ei, näher betrachtet. Da die Länge des größten Insekts und Durchschnittstemperatur feststehen, kann man anhand dessen den ungefähren PMI bestimmen. Hierbei ist die Besiedlung des Leichnams durch das Insekt ungefähr bei 25 Stunden. Dem kleinen Diagramm zufolge benötigte die Larve bis zum Schlüpfen aus dem Ei in etwa zwölf Stunden. Addiert man die beiden Werte, so kann man davon ausgehen, dass der PMI bei circa 37 Stunden liegt.

Sollte die Person in der Nacht verstorben sein ist zu bedenken, dass Fliegenweibchen ihre Eier, bis auf wenige Ausnahmen, nur am Tag und nicht in der Nacht ablegen. Sie können totes Gewebe zwar riechen, fliegen den Leichnam jedoch nicht für die Eiablage an.¹⁸⁰

Befinden sich bereits leere Puparien am Fundort muss man äußerst vorsichtig mit der Berechnung des PMI sein, „denn das Alter der Tiere zeigt dann nicht die maximale Besiedlungszeit der Leiche an (also das Alter der älteren

¹⁷⁸ Vgl. Jäkel, 2008, S. 25-26.

¹⁷⁹ Amendt, 2007, S. 227.

¹⁸⁰ Vgl. Kühne, 2002, S. 45.

Insekten), sondern vielleicht die Untergrenze (Alter der jüngsten Insekten).¹⁸¹ Somit ist es möglich, dass es sich bereits um eine weitere Generation handelt, die sich auf dem Leichnam befindet.

Auch lässt sich der PMI mit dem „Degree-day Modell“, zu Deutsch das „Temperatur-Akkumulations Modell“, berechnen. Hierbei wird entweder stündlich (in accumulated degree hours - ADH) oder täglich (in accumulated degree days – ADD) die Wärmeentwicklung der Insekten aufgerechnet. Dabei wird die Länge der einzelnen Entwicklungsstadien mit den erhobenen Temperaturdaten multipliziert. Diese Methode ist zuverlässig, da die Biochemie der wechselwarmen Insekten sich den Temperaturbedingungen anpasst und es somit lediglich zu Abweichungen von in etwa zehn Prozent kommt. Demnach sollte man für mindestens drei bis fünf Tage nach dem Auffinden eines Leichnams die Temperatur am Fundort dokumentieren, um ein exaktes Ergebnis zu gewinnen.¹⁸² Dabei kann man in vereinzelt Fällen anhand der Maden und Puparien noch nach Monaten Rückschlüsse auf den PMI ziehen.¹⁸³ Die Temperaturen dürfen auch hierbei einen bestimmten Schwellenwert nicht über- oder unterschreiten. Ebenso ist die sogenannte Wärmekonstante (K) von äußerster Bedeutung, denn diese variiert je nach Art des Insekts und beschreibt die benötigte Temperaturmenge zum Schlupf der Larve aus dem Ei. Ist die Art bestimmt so kann man die Zeit für die Entwicklung der Insekten anhand der Parameter bestimmen.¹⁸⁴ Dadurch, dass man die stündliche oder die tägliche Temperatur zur Berechnung des PMI heranzieht, ist die Methode zur Berechnung des PMI mit dem Degree-day Modell etwas präziser.

¹⁸¹ Benecke, 2006, S. 55.

¹⁸² Vgl. Amendt & Grassberger, 2010, S. 849.

¹⁸³ Vgl. Benecke, M. (2003). Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. S. 178. In: Brinkmann, B. & Madea, B. (Hrsg.). (2003). Handbuch gerichtliche Medizin. Band 1. S. 170-187. Berlin: Springer-Verlag. (künftig zitiert: Benecke, 2003).

¹⁸⁴ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 66-67.

7 Spurensuche und -sicherung

„Was nützt die schönste Made, wenn sie nicht asserviert wird?“¹⁸⁵ Für die Forensische Entomologie und die Ermittlung des Todeszeitpunktes ist die Asservierung der verschiedenen Insekten auf aufgefundenen Leichnamen von großer Bedeutung. Da die Polizeibeamten und Polizeibeamtinnen den Sicherungsangriff und Auswertungsangriff durchführen ist es vor allem für diese von großer Bedeutung die Kenntnisse über die richtige Spurensuche, die anschließende Asservierung und Dokumentation zu haben, um Fehler zu vermeiden und die damit verbundene Aufklärung über den vermeidlichen Todeszeitpunkt nicht zu gefährden.

Forensisch bedeutsame Insekten können neben der Liegezeitbestimmung bei natürlichen Todesfällen auch als Beweismittel bei Tötungsdelikten in Ermittlungs- und Strafverfahren dienen, was die Spurensuche und -sicherung umso wichtiger macht.¹⁸⁶

Wichtig ist zu wissen, dass wenn Maden und Puparien lediglich auf dem Leichnam zu finden sind und nicht in derer Umgebung, so ist es möglich, dass der Leichnam nach dem Todeseintritt verlagert wurde. Jede Art von Insekt bevorzugt einen bestimmten Lebensraum, sodass man gegebenenfalls den eigentlichen „Sterbeort“ ausfindig machen muss, um eine genaue Einschätzung des PMI vornehmen zu können.¹⁸⁷

Als ersten und wichtigsten Punkt bei der Spurensuche und -sicherung ist die Fertigung von Fotos und Skizzen zu benennen. Hierbei sollte im Falle eines Leichnams, welcher in einer Wohnung aufgefunden wird, eine Übersichtsaufnahme der gesamten Räumlichkeiten vorgenommen werden. Hierbei ist es wichtig den Auffindezustand nicht zu verändern, denn geöffnete Fenster oder temperierte Räumlichkeiten beeinflussen die Entwicklung der Insekten.

¹⁸⁵ Amendt et al., 2013, S. 50.

¹⁸⁶ Vgl. Eichin, U. (2005). Forensische Entomologie: Maden helfen Mordfälle zu lösen. S. 116. In: Die Kriminalpolizei. Vierteljahrszeitschrift der Gewerkschaft der Polizei. 4/2005. 23. Jahrgang. S. 116-118. Hilden: Verlag Deutsche Polizeiliteratur GmbH. (künftig zitiert: Eichin, 2005).

¹⁸⁷ Jäkel, 2008, S. 31.

Diese Faktoren können bei der Weiterzucht beachtet werden, wenn sie zuvor dokumentiert wurden. Bei Leichnamen im Freien sollte die direkte Umgebung des Fundortes fotografisch dokumentiert werden, denn hierbei ist nicht nur der direkte Fundort von besonderer Bedeutung, sondern auch Einflüsse durch mögliche Lichtquellen, welche die Aktivität der Eiablage der Fliegenweibchen beeinflussen können. Auch verlassen die Larven im dritten Stadium den Leichnam und verpuppen sich in der näheren Umgebung. Demnach sind mögliche Müllablagerungen festzuhalten, da man in einer vermüllten Messie-Wohnung damit rechnen kann, dass sich bereits Insekten vor dem Todeseintritt in der Wohnung befunden haben.¹⁸⁸ Anschließend sollte der Leichnam an sich in Betracht genommen werden. Hierbei sind die natürlichen Körperöffnungen und Wunden besonders zu beachten und gut fotografisch für die augenscheinliche Identifikation zu dokumentieren.¹⁸⁹

Der zweite Schritt ist die Messung und die genaue Dokumentation der Temperaturen beim Eintreffen am Fundort des Leichnams. Die ersten Einsatzkräfte, die zumeist am Fundort sind, sind Rettungskräfte oder die Polizeibeamte und Polizeibeamtinnen des Wach- und Wechseldienstes. Bei Leichnamen die sich bereits im Fäulnisstadium befinden, sollte zudem die Außentemperatur gemessen werden, welches durch das Thermometer des Streifenwagens erfolgen kann. Die Messungen der Temperaturen an und in der Umgebung des Leichnams dienen zur späteren Auswertung der Insekten in Abhängigkeit ihrer Größe.¹⁹⁰ Hierbei werden die dokumentierten Temperaturen im späteren Verlauf der Ermittlungen mit den erfassten Werten der nächsten Wetterstation verglichen und für die weiteren Berechnung herangezogen.¹⁹¹

Sind die ersten beide Schritte hinreichend erfolgt, so kann es mit der eigentlichen Asservierung der Insekten beginnen. Dabei sollte die Asservierung vorab mit einem oder von einem Kriminaltechniker und einem Rechtsmediziner besprochen und durchgeführt werden, um mögliche Beweise nicht zu

¹⁸⁸ Vgl. Schwarz, 2020, S. 273-274.

¹⁸⁹ Vgl. Amendt, 2007, S. 237.

¹⁹⁰ Vgl. Schwarz, 2020, S. 275.

¹⁹¹ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 57.

zerstören.¹⁹²

„Es lohnt sich immer, eine Leiche direkt am Fundort zu untersuchen. Dabei müssen Wetter, Gerüche oder [...] Dienstzeiten [...] egal sein – denn nur am Fundort lässt sich die Lebenswelt genau messen und verstehen, die zur Zersetzung des Körpers geführt hat.“¹⁹³

Um alle relevanten Insekten zu sichern beginnt man am Kopf des Leichnams und arbeitet sich bis hin zu den Füßen nach unten vor. Dabei sind alle relevanten Körperöffnungen und Wunden zu inspizieren. Maden sollten zum einen im Istzustand beim Auffinden, als auch als Totprobe asserviert werden. Dieses kann durch einen Löffel oder mittels Pinzette erfolgen. Die Totprobe ist für die Rückrechnung der Mindestliegezeit äußerst bedeutend und die Istprobe kann im Labor unter den zuvor erhobenen Temperaturdaten weitergezüchtet werden, um eine Art- und Altersbestimmung durchführen zu können.¹⁹⁴ Die Asservierung der Insekten im Istzustand sollte in einem eindeutig beschrifteten, gut verschlossenen Gefäß erfolgen. Hierbei ist es jedoch äußerst wichtig, dass die Insekten genügend Sauerstoff bekommen, aber auch nicht entweichen können. Für die Totproben sollte man die Insekten ungefähr eine Minute mit heißem Wasser übergießen und anschließend in 70 – prozentiges Ethanol einlegen.¹⁹⁵ Als Ersatz ist ebenfalls heißer Tee oder Kaffee geeignet, den man gegebenenfalls in einer Thermoskanne in seiner Einsatztasche auf dem Streifenwagen mitführt. Hat man am Fundort keine Möglichkeit die Insekten mit heißem Wasser zu übergießen, so können die Insekten gesammelt und anschließend eingefroren werden, was jedoch nicht empfohlen wird, da diese durch die extreme Kälte aufplatzen können und dadurch unbrauchbar werden. Das Abtöten mit heißem Wasser hat den Vorteil, dass die Maden sich nochmals in ihrer Länge strecken, was die anschließende Ausmessung deutlich erleichtert.¹⁹⁶

Prinzipiell gilt die Devise: „besser zu viel als zu wenig“¹⁹⁷ Insekten zu asservieren. Man sollte in etwa 60 Individuen je Entwicklungsstadium und Art si-

¹⁹² Vgl. Amendt, 2007, S. 237.

¹⁹³ Benecke, 2006, S. 27.

¹⁹⁴ Vgl. Schwarz, 2020, S. 276.

¹⁹⁵ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 55.

¹⁹⁶ Vgl. Schwarz, 2020, S. 277.

¹⁹⁷ Amendt et al., 2013, S. 56.

chern, wovon die Hälfte als Totprobe dienen soll. Die Tiere sollen sofort nach dem Asservieren abgetötet werden, um möglichst präzise Rückrechnungen durchführen zu können.¹⁹⁸ Neben der genauen Beschriftung der Gefäße ist es ebenso wichtig die Asservierung auf einem Protokollblatt mit dem Sammelort, der Fundstelle oder -region, sowie der dazugehörige Gefäßnummer zu erfassen.¹⁹⁹ Es ist besonders darauf zu achten, dass die Gefäße zu in etwa einem Drittel befüllt werden, um das Absterben der Istproben zu verhindern. Gegen das Sterben der Insekten ist es ebenso wichtig die Gefäße mit Sägespänen oder Tierstreu zu befüllen.²⁰⁰

Zudem sollen die Insekten im Istzustand weiterhin mit Futter versorgt werden. Der Entomologe Schwarz empfiehlt daher, nach einer Asservierung, in einem Supermarkt eine Dose gewöhnliches Katzenfutter zu kaufen, um die Tiere damit zu versorgen. Denn vor allem im ersten Larvenstadium ist es für die Maden äußerst wichtig ausreichend mit Nahrung versorgt zu sein.²⁰¹ Bei einer nicht ausreichenden Nahrungsaufnahme sterben die Insekten oder werden in ihrer Entwicklung gestoppt, wodurch eine Weiterzucht und die damit verbundene minimale Liegezeitbestimmung nicht mehr erfolgen kann.

8 Grenzen und Fehlerquellen in der Forensischen

Entomologie

Es gibt bestimmte Faktoren, die auch die Forensische Entomologie an ihre Grenzen bringen und den Prozess zur Bestimmung des PMI verfälschen können.

Einer dieser Faktoren ist der Umwelteinfluss. In kalten Jahreszeiten kann man grundsätzlich davon ausgehen, dass weniger bis keine Insektenaktivität auf Leichnamen herrscht²⁰², was auch für die Ermittlungen des PMI ausschlaggebend ist. Denn ohne Insekten gibt es keine Bestimmung des PMI

¹⁹⁸ Vgl. Amendt & Krettek, O.J., S. 10.

¹⁹⁹ Vgl. Amendt et al., 2013, S. 55.

²⁰⁰ Vgl. ebd., S. 56-57.

²⁰¹ Vgl. Schwarz, 2020, S. 279.

²⁰² Vgl. Eichin, 2005, S. 118.

mittels Forensischer Entomologie.

Sinkt die Temperatur schnell, so kann das die Entwicklung der Insekten verlangsamen oder gar anhalten. Die Fliegenart „*Calliphora vicina*“ hält bei niedrigen Temperaturen ihre Entwicklung per se an und setzt diese erst wieder mit ansteigenden Temperaturen fort.²⁰³ Auch kann unzureichende Luftzufuhr die Entwicklung der Tiere beeinflussen oder dazu führen, dass diese sterben.²⁰⁴ Deshalb ist es wichtig die Auffindesituation gut zu dokumentieren, sodass man diese Einflüsse in die Berechnungen einbeziehen kann, um eine realistische Berechnung zu erhalten.

Lichteinflüsse können die Eiablage der Fliegenweibchen ebenfalls stark beeinflussen. Wie bereits erläutert riechen die Fliegenweibchen bei Nacht den Leichnam, legen ihre Eier jedoch nicht ab (Kap. 6, S. 38), sodass man diese Zeitspanne bei der Ermittlung des PMI mit einbeziehen sollte. Weiterhin ist zu beachten, dass Larven aus gleichen Eiballablagen zu unterschiedlichen Zeitpunkten schlüpfen können. Dieses liegt daran, dass mikromalistische Unterschiede vorherrschend sind und nur leichte Unterschiede in der Feuchtigkeit und Temperatur einen früheren oder späteren Schlupf hervorbringen können.²⁰⁵ Sollte ein Leichnam von einem unbekanntem Ort verlagert worden sein, so kann das ebenfalls eine Fehlerquelle in der Berechnung des PMI darstellen. Hierbei fehlen die Temperaturdaten des unbekanntem Ortes, sodass die Berechnung nicht exakt erfolgen kann. Das gilt ebenfalls für Leichname die starkem Regen oder Wasser ausgesetzt waren, denn Fliegen und Maden meiden diese Umweltbedingungen.²⁰⁶

Neben den Umwelteinflüssen können Giftstoffe, wie Drogen oder auch Alkohol, die Insekten in ihrer Entwicklung beeinflussen. Das geschieht durch die Nahrungsaufnahme des toten intoxikierten Körper. Nachweislich verändern Drogen, wie Kokain oder Heroin, die Entwicklung von Insekten verschiedener Arten.²⁰⁷ Die Forensische Entomologie stößt auch an ihre Gren-

²⁰³ Vgl. Benecke, 2003, S. 180.

²⁰⁴ Vgl. ebd., S. 180.

²⁰⁵ Vgl. Kühne, 2002, S. 45.

²⁰⁶ Vgl. Amendt, 2007, S. 227.

²⁰⁷ Vgl. Amendt, J. & Krettek, R. & Zehner, R. (2005). Forensische Entomologie. Insekten

zen, wenn die Erstbesiedler den Leichnam verlassen und ihre leeren Puparien zurücklassen. Zwar ist es möglich anhand der Puparien die Artbestimmung durchzuführen, jedoch ist es zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht möglich die Zeit des Schlupfs anhand dessen zu ermitteln. Sollte dieser Fall eintreten, können Forscher und Forscherinnen nur eine grobe Einschätzung des PMI abgeben.²⁰⁸

9 Fazit

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die klassischen, rechtsmedizinischen Methoden zur Todeszeitbestimmung in den ersten Tagen ein gutes Ergebnis hervorbringen können. Ist der Zersetzungsgrad eines Leichnams jedoch fortgeschritten, kommen diese Methoden bereits nach ein bis zwei Tagen an ihre Grenzen und sind somit unbrauchbar. Doch dann beginnt die Arbeit mittels Forensischer Entomologie. Diese Methode kann bei ordnungsgemäßer Asservierung der Insekten, sowie der präzisen Dokumentation von Temperaturdaten ein auf den Tag genaues Ergebnis von bis zu vier bis sechs Wochen liefern.

Die objektive Arbeit mit den wechselwarmen Insekten, sowie den Temperaturdaten am Fundort und den erfassten Daten der nächsten Wetterstation, ist eine Arbeit die durch Fakten belegt werden kann und nur durch die Fehlerquellen dieser Methode an ihre Grenzen stößt.

Denn diese Fehlerquellen beeinflussen die wichtigen faktischen Daten der Insekten und der Temperatur, wonach mit dem Isomegalen-Diagramm oder dem Degree-day Modell die anschließende Ermittlung des PMI erfolgen kann. Demnach ist es, vor allem auch für Polizeibeamte und Polizeibeamtinnen, elementar die Kenntnisse über die Spurensuche und -sicherung zu besitzen.

Durch die immer größere Nachfrage nach entomologischen Gutachten durch

auf Leichen. S. 239. In: Biologie in unserer Zeit. (Nr. 4). S. 232-240. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.

²⁰⁸ Vgl. Amendt, 2007, S. 230.

die Polizei und Staatsanwaltschaft ist erkennbar, dass die Methode einen immer höheren Stellenwert erhält. Diese Nachfragen fördern die Entwicklung neuer Methoden und ebenso die Ausbildung von forensischen Entomologen. Hierbei ist negativ zu verzeichnen, dass bislang lediglich vier Forscher auf dem Gebiet in rechtsmedizinischen Instituten beratend angestellt sind. Blickend auf die USA und Großbritannien, ist die Forensische Entomologie eine nennenswerte Methode in Ermittlungsverfahren (vgl. Kap. 3, S. 6).

In die Zukunft blickend wäre es ein lobenswerter Ansatz neben den klassischen, rechtsmedizinischen Methoden auch die Methode der Forensische Entomologie und ihre gesamten Fassetten, die den Umfang der Thesis überschritten hätten, bereits fundamental in die Ausbildung der Polizeibeamten und Polizeibeamtinnen mit einzubeziehen.

Zum Abschluss dieser Arbeit kann die These gezogen werden, dass bei ordnungsgemäßer Asservierung und Dokumentation der Insekten und Umweltparameter die Forensische Entomologie eine präzisere Methode zur Bestimmung des PMI ist, als die der klassischen, rechtsmedizinischen Methoden.

Literaturverzeichnis

- Amendt, J. & Krettek, R. (O.J). Insekten als Helfer der Todeszeitfeststellung. URL:
<http://intrapol.polizei.nrw.de/Kriminalitaet/Delikte/Toetung/Expertise/Spuren/Documents/Insekten%20als%20Helfer%20bei%20der%20Todeszeitfeststellung.pdf#search=todeszeitfeststellung%20insekten>.
- Amendt, J. & Krettek, R. & Niess, C. & Zehner, R. (2001). Zur Bestimmung der Leichenliegezeit mit Hilfe nekrophiler Insekten in der kalten Jahreszeit. In: Rechtsmedizin 11. Kasuistik. S. 64-68. Berlin: Springer-Verlag.
- Amendt, J. & Krettek, R. & Zehner, R. (2005). Forensische Entomologie. Insekten auf Leichen. In: Biologie in unserer Zeit. (Nr. 4). S. 232-240. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Amendt, J. (2007). Forensische Entomologie. In: Herrmann, B. & Saternus, K-S. (Hrsg.). (2007). Biologische Spurenkunde. Kriminalbiologie. (1. Aufl.). S. 221-243. Berlin: Springer-Verlag GmbH.
- Amendt, J. & Grassberger, M. (2010). Forensische Entomologie. In: Aspöck, H. (Hrsg.). Krank durch Arthropoden. (Denisia 30). S. 843-860. Linz: Oberösterreichische Landesmuseen.
- Amendt, J. & Krettek, R. & Nießden, G. & Zehner, R. (2013). Forensische Entomologie. (1. Aufl.). Frankfurt: Verlag für Polizeiwissenschaft.
- Aspöck, H. (Hrsg.). (2010.). Krank durch Arthropoden. (Denisia 30). Linz: Oberösterreichische Landesmuseen.
- Ärzteblatt. (2003). Forensische Insektenkunde: Ein aktueller Forschungszweig der Rechtsmedizin. URL:
<https://www.aerzteblatt.de/callback/image.asp?id=7103>.
- Barz, J. & Huckenbeck, W. & Nolte, I. & Schumann, M. (1996). Tierfraß – wenige Stunden nach Todeseintritt?. In: Rechtsmedizin 7. S. 22-24. Berlin: Springer-Verlag.
- Benecke, M. & Leclercq, M. (1999). Ursprünge der modern angewandten rechtsmedizinisch-kriminalistischen Gliedertierkunde bis zur Wende zum 20. Jahrhundert. In: Rechtsmedizin 9. S. 41-45. Berlin: Springer-Verlag.
- Benecke, M. (2003). Leichenbesiedlung durch Gliedertiere. In: Brinkmann, B. & Madea B. (Hrsg.). (2003). Handbuch gerichtliche Medizin. (1. Aufl.). S. 170-187. Berlin: Springer-Verlag.

- Benecke, M. (2006). Dem Täter auf der Spur. So arbeitet die moderne Kriminalbiologie. (13. Aufl.) Köln: Bastei Lübbe AG.
- Benecke, M. (2013). Ursprünge der modern angewandten rechtsmedizinisch-kriminalistischen Gliedertierkunde bis zur Wende zum 20. Jahrhundert. URL: <https://home.benecke.com/publications/2013/8/24/ursprunger-modern-angewandten-rechtsmedizinisch-kriminalistischen-gliedertierkunde-bis-zur-wende-zum-20-jahrhundert>.
- Brinkmann, B. & Madea B. (Hrsg.). (2003). Handbuch gerichtliche Medizin. (1. Aufl.). S. 170-187. Berlin: Springer-Verlag.
- Dellai-Schöbi, K. (2009). Wenn Maden Mörder entlarven. URL: https://www.nzz.ch/wenn_maden_moerder_entlarven-1.2442886.
- Dettmeyer, R. & Veit, F. & Verhoff, M. (2019). Rechtsmedizin. (3. Aufl.). Berlin: Springer-Verlag GmbH.
- Deutsche Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie e.V. (O.J.). Was ist Entomologie?. URL: <https://www.dgaae.de/de/was-ist-entomologie.html>.
- Dotzauer, G. (1957). Idiomuskulärer Wulst und postmortale Blutung bei plötzlichen Todesfällen. In: Deutsche Zeitschrift für gerichtliche Medizin (Band 46). S. 761-771. Universität Hamburg.
- Eichin, U. (2005). Forensische Entomologie: Maden helfen Mordfälle zu lösen. In: Die Kriminalpolizei. Vierteljahreszeitschrift der Gewerkschaft der Polizei. 4/2005. 23. Jahrgang. S. 116-118. Hilden: Verlag Deutsche Polizeiliteratur GmbH.
- Ferch, M. & Schwarz, M. (2018). Die Kriminalpolizei. Forensische Entomologie – Insekten als Helfer der Polizei. In: Die Kriminalpolizei. Zeitschrift der Gewerkschaft der Polizei. (Nr. 3). S. 4-8. Hilden: Verlag Deutscher Polizeiliteratur GmbH.
- Freisleder, A. & Stenzel, G. & Weirich, M. (2011). Lehr- und Studienbriefe Kriminalistik / Kriminalbiologie. Todesermittlungen. (1. Aufl.). Hilden: Verlag Deutsche Polizeiliteratur GmbH.
- Friedrich, M. (2021). Calliphora vicina. URL: https://arthropodafotos.de/db-sp.php?lang=deu&sc=1&ta=t_38_dipt_bra_call&sci=Calliphora&scisp=vicina.
- Grassberger, M. & Schmid, H. (2009). Todesermittlung. Befundaufnahme und Spurensicherung. (2. Aufl.). Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH.

- Hecht, L. (2005). Über den Einfluss toxischer Substanzen auf die Entwicklung der nekrophagen Schmeißfliegenart *Lucilia sericata* im Hinblick auf die Bestimmung der Todeszeit – Dokumentation von Verstorbenen mit Insektenbefall und experimentelle Untersuchung. Dissertation Universität Hamburg.
- Herrmann, B. & Saternus, K-S. (Hrsg.). (2007.). Biologische Spurenkunde. Kriminalbiologie. (1. Aufl.). Berlin: Springer-Verlag GmbH.
- Jäckel, J. (2008). Leichenliegezeitbestimmung mittels Forensischer Entomologie. Diplomarbeit. Fachhochschule Polizei Sachsen-Anhalt.
- Kawelovski, F. (2020). Kriminaltechnik für Studierende und Praktiker. (3. Aufl.). Mülheim: Kawelovski Eigenverlag.
- Keil, W. (2017). Rechtsmedizin. (3. Aufl.). München: Elsevier GmbH.
- Koch, H. (2002). Forensische Entomologie. Prä- und postmortale Leichenbesiedlung durch Insekten. Hochschule für Polizei Villingen – Schwenningen.
- Kühne, H. (2002). Forensische Entomologie und ihre Bedeutung für die polizeiliche Praxis. Fachhochschule für Polizei Sachsen.
- LAFP NRW. (O.J.). Todesermittlungen für Kriminalbeamte in der Einführungsfortbildung, Erste Maßnahmen, Basiswissen Rechtsmedizin. URL:
<http://intrapol.polizei.nrw.de/Behoerden/Gelsenkirchen/Documents/K%20Handlungsanweisungen%20Todesermittlungen.pdf#search=Handlungsanweisungen%20todesermittlungen>.
- Madea, B. & Mußhoff, F. & Tag, B. (2012). Kurlehrbuch Rechtsmedizin. (1. Aufl.). Bern: Verlag Hans Huber.
- Madea, B. (2015). Rechtsmedizin. (3. Aufl.) Berlin: Springer-Verlag.
- Moody, C. (2013). *Lucilia sericata*. URL:
<https://www.flickr.com/photos/zpyder/9140735679/>.
- Posmyk, W. (2020). Sterbeprozess: Wenn das Leben zu Ende geht. URL:
<https://www.onmeda.de/pflege/sterbeprozess.html>.
- Prein, M. (2020). Institut für Thanatologie. Auseinandersetzung mit dem Tod, der Sterblichkeit und der Bestattung. URL:
<https://www.martinprein.at/institut-fuer-thanatologie/>.

- Reckhaus, H.-D. (2021). Welt der Fliegen. Stubenfliegen erkennen. URL: <https://www.fliegenretten.de/stubenfliegen-erkennen/>.
- Reiter, C. & Wollenek, G. (1982). Bemerkungen zur Morphologie forensisch bedeutsamer Fliegenmaden. In: Zeitschrift für Rechtsmedizin. S. 197-206. Berlin: Springer-Verlag.
- Reiter, C. & Wollenek, G. (1983a). Zur Artbestimmung der Maden forensisch bedeutsamer Schmeißfliegen In: Zeitschrift für Rechtsmedizin 90. S. 309-316. Berlin: Springer Verlag.
- Reiter, C. & Wollenek, G. (1983b). Zur Artbestimmung der Puparien forensisch bedeutsamer Schmeißfliegen. In: Zeitschrift für Rechtsmedizin 91. S. 61-69. Berlin: Springer Verlag.
- Schäffner, K.-H. (2020). Graue Fleischfliege. URL: <https://www.naturfotos-naeher-hingeschaut.de/insekten-gliederfuesser/zweifluegler/graue-fleischfliege/>.
- Schwarz, M. (2020). Wenn Insekten über Leichen gehen. Als Entomologe auf der Spur des Verbrechens. München: Droemer Knaur GmbH & Co. KG.
- Schweizerische Gesellschaft für Rechtsmedizin. (2009). Sektion Medizin. Legalinspektion. URL: https://www.sgrm.ch/inhalte/Forensische-Medizin/Durchfuehrung_Legalinspektion_01.pdf.
- Siller, H. (O.J.). Forensik, URL: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/forensik-53390>.
- Stang, M. (2015). Rechtsmedizin. Todeszeitpunkt genauer bestimmen. URL: https://www.deutschlandfunk.de/rechtsmedizin-todeszeitpunkt-genauer-bestimmen.676.de.html?dram:article_id=324316.
- Steinbacher, P. (2019). Totenstarre, Maden und Muskelproeine. URL: <https://www.schroedingerskatze.at/todeszeitpunkt-bestimmen/>.
- Willig, H-P. (O.J.). Forensische Entomologie. URL: https://www.biologie-seite.de/Biologie/Forensische_Entomologie.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: „ <i>Calliphora vicina</i> “ und „ <i>Lucilia sericata</i> “.....	20
Abbildung 2: Stubenfliege.....	22
Abbildung 3: Fleischfliege.....	23
Abbildung 4: Entwicklung der Schmeißfliege in Abhängigkeit von Temperatur.....	25
Abbildung 5: Entwicklungszyklus der Schmeißfliege.....	26
Abbildung 6: Isomegalen-Diagramm für die Fliegenart „ <i>Lucilia sericata</i> “.....	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Erhobene Maße (in Millimeter) der Schmeißfliegenpuparien. Eigene Darstellung.....	31
Tabelle 2: Proportionales Verhältnis der Parameter der Puparien. Eigene Darstellung.....	32