FRIEDRICH – RÜCKERT – GYMNASIUM EBERN

Facharbeit aus dem Leistungskurs Biologie

Forensische Entomologie – Die Entwicklung nekrophager Insekten zur Bestimmung der Leichenliegezeit

Verfasserin:	**Katharina Schmitt**
Leistungskurs:	**Biologie**
Kursleiter:	**Martin Wolf**
Bearbeitungszeitraum:	**15. Januar 2010 - 23. Dezember 2010**
Abgabetermin:	**23. Dezember 2010**

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung ..... S. 4

1. Die Todeszeitbestimmung

1.1 Bedeutung der Forensischen Entomologie ..... S. 5

1.2 Geschichtliche Entwicklung der Forensischen Entomologie ..... S. 6

2. Bedeutende nekrophage Insekten ..... S. 8

2.1 Schmeißfliegen ..... S. 10

2.2 Echte Fliegen ..... S. 11

2.3 Weitere Leicheninsekten ..... S. 12

3. Zielsetzung der Arbeit ..... S. 14

II. Hauptteil ..... S. 15

1. Material und Methoden

1.1 Praktischer Versuchsaufbau und Auslegen der Fleischproben

1.2 Versuchsortbestimmung ..... S. 16

1.3 Spurensicherung und begleitende Datenaufnahme ..... S. 18

1.4 Artbestimmung der Fliegen ..... S. 21

1.5 Altersbestimmung der Fliegenlarven ..... S. 22

2. Ergebnisse der Fliegenaktivität in Abhängigkeit von Klima, Ort und Kleidungsverhältnissen unter Berücksichtigung verschiedener Gattungen ..... S. 23

2.1 Im Frühling

2.1.1 1. Versuchsort

2.1.2 2. Versuchsort ..... S. 26

2.2 Im Sommer ..... S. 28

2.2.1 1. Versuchsort

2.2.2 2. Versuchsort ..... S. 31

2.3 Im Herbst ..... S. 34

2.3.1 1. Versuchsort

2.3.2 2. Versuchsort ..... S. 36

2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse ..... S. 39

3. Diskussion der Ergebnisse ..... S. 43

III. Schlussbetrachtung und Ausblick ..... S. 47

1. **Zusammenfassung der Erkenntnisse**
2. **Kritische Reflexion**
3. **Forschungsstand mit Zukunftsausblick** ..... S. 48

IV. Literatur- und Abbildungsverzeichnis ..... S. 50

V. Anhang ..... S. 54

VI. Erklärung ..... S. 71

I. Einleitung

Jeder kennt die kleinen Obstfliegen am Esstisch oder die bläulichen, dicken „Brummer“ im Sommer auf der Terrasse. Diese Insekten werden von Menschen nicht selten als störend und abstoßend empfunden und man fragt sich oft wann sie nützlich sein könnten.

Doch gerade diese Insekten haben eine hohe kriminalistische und rechtsmedizinische Bedeutung bei der Bestimmung der Leichenliegezeit. Dieses Verfahren ist unter dem Begriff der „Forensischen Entomologie“ bekannt.

Die Bestimmung des Todeszeitpunktes hat nicht nur für Angehörige oft eine große Bedeutung, sondern ist bei Strafprozessen und zivilrechtlichen Fragestellungen nicht wegzudenken. Im Rahmen einer Gerichtsverhandlung kann sie eine wesentliche Bedeutung erlangen, wie zum Beispiel bei der Alibiüberprüfung, der Feststellung möglicher Zeugen oder bei der Rekonstruktion des Tatablaufs.[1,2] Daher ergibt sich die Notwendigkeit, bei allen unter verdächtigen Umständen aufgefundenen Leichen und bei unbekannter Vorgeschichte des Sterbens, den Zeitpunkt des Todes möglichst genau zu bestimmen.

1. Die Todeszeitbestimmung

Unter Todeszeitbestimmung, auch Leichenliegezeitbestimmung genannt, versteht man die Eingrenzung eines möglichst kleinen Zeitraums, in dem das vorliegende Individuum zu Tode gekommen ist. Sie ist ein Teil der zeitlichen Rekonstruktion von Tötungsdelikten durch rechtsmedizinische Untersuchungen. Dabei muss, wie bei allen Methoden der Leichenliegezeitbestimmung, das wechselnde Klima und der Fundort der Leiche berücksichtigt werden. Die Bestimmung der Todeszeit ist ausschließlich Aufgabe von Rechtsmedizinern und Ärzten und kann durch verschiedene Methoden erfolgen.

Bei konventionellen Methoden zur Bestimmung des Todeszeitpunktes dienen Leichenerscheinungen, deren Ausprägungen in einen zeitlichen Zusammenhang mit dem Todeseintritt gestellt werden. Hierzu zählen zum Beispiel die Leichentemperatur, die Totenflecken (Livores) und die Leichenstarre (Rigor mortis). Diese Methoden können eine auf wenige Stunden genaue Eingrenzung des Todeszeitpunktes, innerhalb von ein bis zwei Tagen nach dem Todeseintritt, ermöglichen.

Bei später Leichenveränderung, wie Fäulnis und Verwesung, wird die Schätzung des Todeszeitpunktes mit diesen Methoden allerdings fast unmöglich. Deshalb ist bei spä-

[1] nach Nr. 7, S. A 3382
[2] nach Nr. 6, S. 128

ten Leichenfunden die Forensische Entomologie ein unentbehrliches Hilfsmittel der Rechtsmedizin.[3, 4, 5]

1.1 Bedeutung der Forensischen Entomologie

Der Begriff Entomologie bedeutet „Wissenschaft von den Insekten“ beziehungsweise „Insektenkunde“ und ist aus den griechischen Wörtern *éntomos* (= gekerbt) und *logos* (= Lehre) zusammengesetzt. Forensik wird im Sinne von „gerichtlich“ gebraucht und stammt aus dem Lateinischen *forum (*= Gerichtsverhandlung, Marktplatz). Somit ist die Forensische Entomologie der Bereich der naturwissenschaftlichen Kriminalistik, mit dem anhand der Insektenbesiedlung auf Leichen Informationen zur Bestimmung der Leiche selbst (DNA), der Leichenliegezeit, der Todesursache und natürlich des Todeszeitpunktes gewonnen werden. Außerdem kann mit dieser Methode ermittelt werden, ob Tatort und Fundort eines Leichnams übereinstimmen.[6, 7]
Diese spezielle Wissenschaft, die Kriminalistik und Rechtsmedizin vereint, findet ihre Hauptanwendung aber vor allem in der Bestimmung des Todeszeitpunktes.

Leichen sind Brutstätte, Nahrungsquelle und Lebensraum für mehr als hundert Gliedertierarten, vor allem für Fliegen und Käfer. Mit den Leichenveränderungen verändern sich auch die Insektenarten, die auf einem Leichnam zu unterschiedlichen Verwesungs- und Fäulnisstadien vorzufinden sind (vgl. Abbildung 1). Diese chronologische Abfolge des Besiedelns von verschiedenen Arten bezeichnet man als „*Sukzession*“.[8]
Man ermittelt in der Forensischen Entomologie die Leichenliegezeit durch die Altersbestimmung und Artbestimmung der vorgefundenen nekrophagen Insekten. Dadurch kann bis zu sechs Wochen nach Todeseintritt eine auf den Tag genaue Berechnung der Leichenliegezeit durchgeführt werden.
Bei späteren Funden wird die Bestimmung des Todeszeitpunktes ungenauer da, wie bereits erwähnt, unterschiedlichste Parameter (u.a. Umgebungstemperatur, Fundort der Leiche, usw.) die Entwicklung der Insekten verzögern oder beschleunigen können. Aus diesem Grund gilt es festzuhalten, dass ein entomologisches Gutachten zwar einen gewissen Zeitraum der Leichenliegezeit liefern kann, nicht aber zwangsläufig den exakten Todeszeitpunkt.[9]

---

[3] nach Nr. 6, S. 128
[4] nach Nr. 7, S. A 3382 f.
[5] nach Nr. 3, S. 2 ff.
[6] nach Nr. 11
[7] nach Nr. 12
[8] nach Nr. 6, S. 131
[9] nach Nr. 13, S. 1

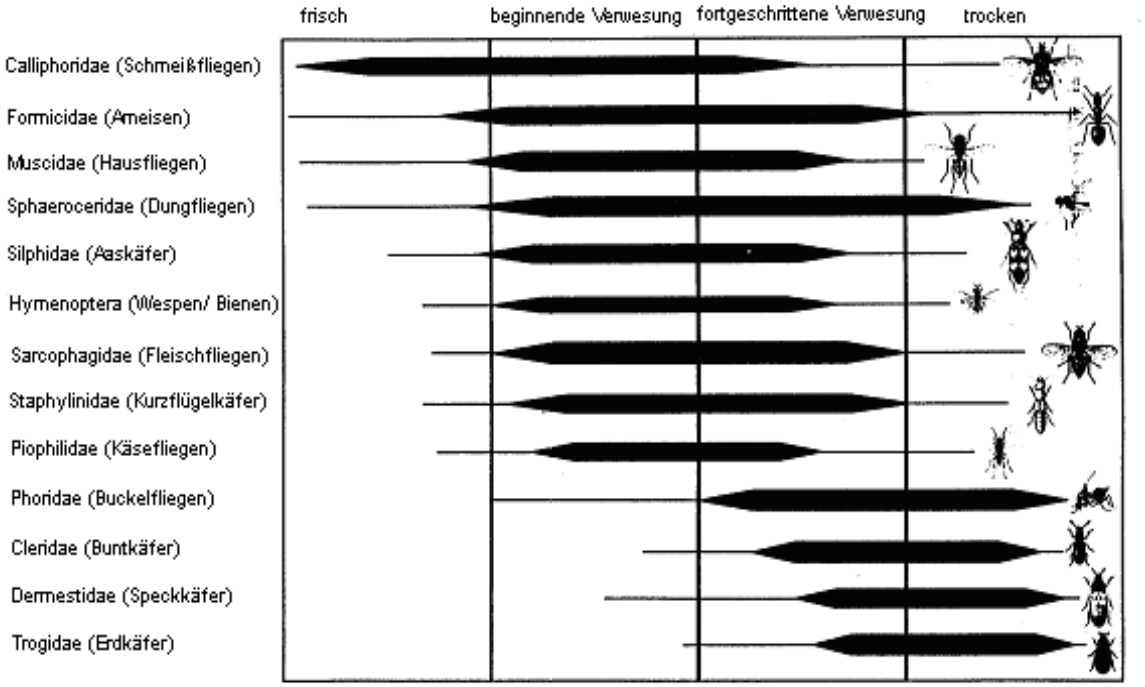

Abbildung 1: Unterschiedliche Besiedlungswellen eines Leichnams[10]

1.2 Geschichtliche Entwicklung der Forensischen Entomologie

Lange Zeit standen die Urzeugungstheorie im Mittelalter und das fehlende Verständnis für den Zusammenhang von Tod und Insektenbesiedlung im Weg. Dem damaligen Glauben nach entstand Leben spontan aus Materie.

Doch trotzdem stammt der erste kriminologische Befund aus dem 13. Jahrhundert von einem chinesischen Ermittler Namens Sung T'zu. Er schildert in seinem rechtsmedizinischen Lehrbuch „*Hsi yüan chi lu*" (mögliche Übersetzung: Das Hinwegwaschen von Ungerechtem) die Aufklärung eines Mordes in einem Reisfeld. Ein Reisbauer wurde mit einem spitzen Gegenstand ermordet. Der Täter wurde durch seine Sichel entlarvt, auf der sich zahlreiche Schmeißfliegen niederließen. Sung T'zu ermittelte, dass sich Blut auf der Sichel befand, welches nur oberflächlich weggewaschen wurde, die Fliegen aber noch anlockte.[11, 12]

Diese Tat wurde 1974 vom Entomologen Marcel Leclercq aus Belgien und seinem Kollegen Lambert nachuntersucht und T'zus Ergebnisse für richtig befunden:

„An einer im Juni 1974 angetroffenen frischtoten Leiche flogen trächtige Weibchen der Schmeissfliege Calliphora vomitoria sechs Stunden nach Todeseintritt das aus dem

[10] verändert nach Nr. 30
[11] nach Nr. 14, S. 41 ff.
[12] nach Nr. 4, S. 929 ff.

Körper getretene Blut des Verstorbenen, aber noch nicht die andernfalls stets zuerst als Eiablagestätte gewählten Körperöffnungen an.“[13]

Seit dem 16. Jahrhundert sind erste Darstellungen von mit Maden befallenen Leichen bekannt, seit dem 17. Jahrhundert kennt man die Metamorphose und es existieren Kenntnisse darüber, dass sich viele Insekten über mehrere Stadien zum ausgewachsenen Tier entwickeln.

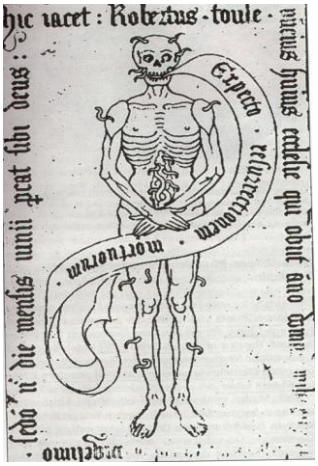

Abbildung 2: Grabplatte mit vermutlich spätmittelalterlicher Abbildung einer Madenleiche[14]

Danach waren es französische und deutsche Forscher, die auf diesem Gebiet den Anstoß für weitere Untersuchungen gaben, bis 1894 der Rechtsmediziner Jean Pierre Megnin mit seinem Buch „*La faune de cadavres*“ den ersehnten, internationalen Durchbruch schaffte. Er grenzte freiliegende Leichen in acht Besiedlungswellen (*„frischtot – beginnende Fäulnis – Fette – käseartige Produkte – ammoniakalische Fäulnis, Schwärzung – beginnende Vertrocknung – starke Vertrocknung – Skelettierung“*)[15] und begrabene Leichen in zwei Besiedlungswellen ein. In jeder dieser Besiedlungswellen finden sich unterschiedliche Leicheninsekten.

Durch das weiterhin große Interesse in diesem Gebiet entstand im letzten Jahrhundert eine Vielfalt an Faunenlisten und anderen bedeutsamen ökologischen Untersuchungen, die als Basis für die heutige Fachrichtung „Forensische Entomolgie“ dienten.
In den vergangenen 20 Jahren wurden für die Arbeit der Entomologen präzise Untersuchungsmethoden geschaffen. Die verbesserten Ausstattungen im Labor, die ausgebaute Infrastruktur für Freilandversuche und die Kommunikationstechnik der heutigen Zeit waren dabei sehr hilfreich. So entstanden und entstehen immer mehr Forschungsgruppen, auch auf internationaler Basis, die den Ausbau von interdisziplinärer Zusammenarbeit mit Kriminalpolizei, Entomologen und Rechtsmedizinern zur Folge haben. Die Forensische Entomologie gewinnt auch durch fachliche Vorträge und sogar durch TV-Kriminalserien immer mehr an Popularität und Akzeptanz in der heutigen Zeit. So entwickelt sie sich weiter und gewinnt stetig Anerkennung.[16, 17]

---

[13] nach Nr. 14, S. 42
[14] nach Nr. 31
[15] nach Nr. 14, S. 43
[16] nach Nr. 14, S. 41 ff.

2. Bedeutende nekrophage Insekten

Je nach Liegeort und Umgebung der Leiche, finden sich zahlreiche Insektenarten ein. Diese Insekten lassen sich in unterschiedliche Kategorien einteilen. Am bedeutendsten für die Forensische Entomologie sind die nekrophagen Arten, die sich von der Leiche ernähren. Weiterhin können Räuber und Parasiten vorhanden sein, die sich sowohl von Leichengewebe, als auch von den nekrophagen Insekten ernähren. Am wenigsten wichtig sind diverse „Besucher“, wie Spinnen, Stechmücken oder Springschwänze, die zufällig auf der Leiche vorkommen, da sich diese in ihrem Lebensraum befindet. Einen Überblick über forensisch bedeutsame Fliegen gibt Abbildung 3.

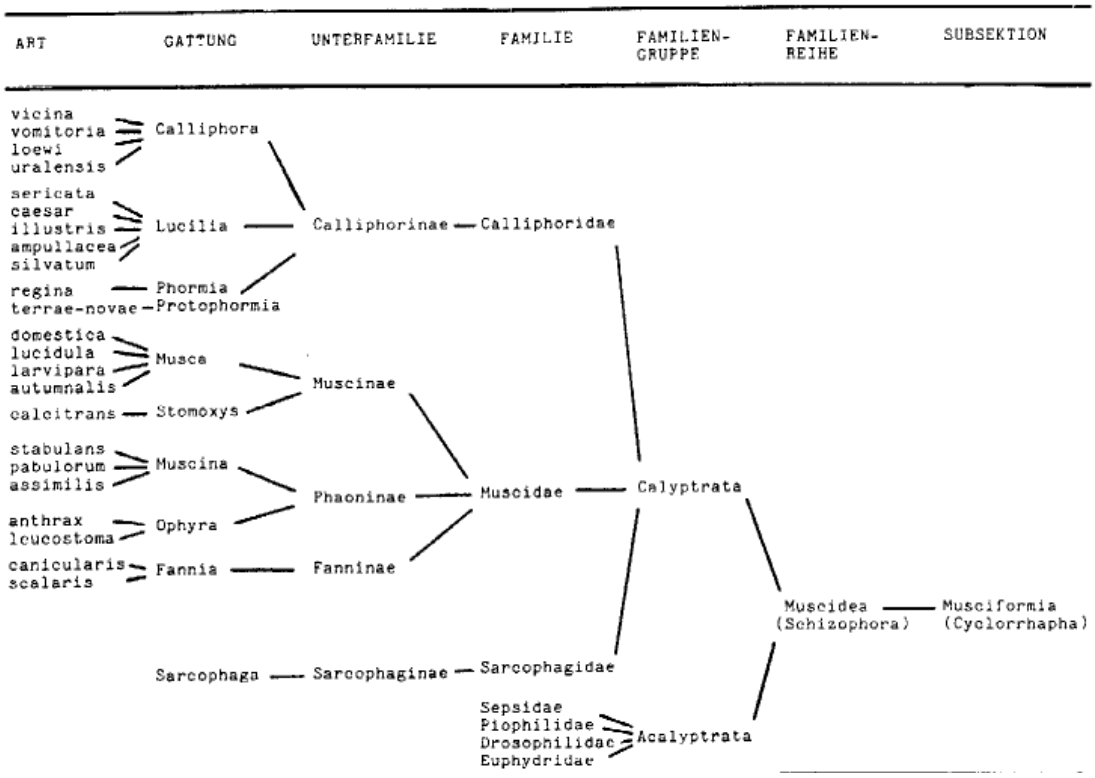

Abbildung 3: Einteilungsschema der forensisch bedeutsamen Fliegen[18]

In den ersten Besiedlungswellen wird die Leichenfauna von Fliegenmaden dominiert. Als erste treffen die Schmeißfliegen (*Calliphoridae*) ein, später dann andere, wie die Echten Fliegen (*Muscidae*), Fleischfliegen (*Sarcophagidae*) oder die Käsefliegen (*Piophilidae*). Doch mit zunehmender Vertrocknung der Leiche können diese die organischen Substanzen nicht mehr als Nahrung verwerten. So sind in den letzten Besiedlungswellen Käfer, wie zum Beispiel Aas- und Speckkäfer, anzutreffen

[17] nach Nr. 4, S. 929 ff.
[18] nach Nr. 32

(vgl. Abbildung 1). Selbst bei fortgeschrittener Zersetzung oder Mumifizierung können Käfer trotzdem den Leichnam noch als Nahrungsquelle nutzen.[19, 20, 21]

Bereits kurze Zeit nachdem eine Person ums Leben gekommen ist, sammeln sich die ersten Insekten auf dem Leichnam, da für diese die Veränderungen des menschlichen Körpers wahrnehmbar sind, auch wenn das für Menschen noch nicht der Fall ist. Nekrophage Fliegen riechen das leblose Geschöpf zum Beispiel über hunderte von Metern. „*Die Prädilektionsstellen*[22] *der Eierablage sind die Augenwinkel und die Nasenöffnungen*."[23] Sie wählen diese Orte zur Eiablage, da die schlüpfenden Larven noch keine kräftigen Mundwerkzeuge haben und in die Weichteile gut eindringen können.
Schließlich verzehren sie Leichenteile und wachsen heran, wobei sich die Fliegenmaden zweimal häuten. In den Exkrementen einer Made befindet sich Harnstoff und Allantoin, was dem Fleisch einen charakteristischen und intensiven Geruch verleiht. Außerdem wirken diese Stoffe bakterienabtötend, was zu einer geringeren mikrobiellen Zersetzung des Leichnams führt.[24] Maden bewirken starke Weichteilzerstörungen und wandern durch Kanäle in die Leiche ein und wieder heraus. Diese Kanäle bilden dauerhafte Gewebedefekte, die zuletzt ein gespannt fetziges Aussehen annehmen, ähnlich wie ein großlöcheriges Sieb.
Nach Abschluss der Nahrungsaufnahme wandern die Maden einige Meter von der Leiche ab, um sich einen vor Fressfeinden und Wetterschwankungen geschützten Ort zur Verpuppung zu suchen. Dieser Ort ist meistens ein Spalt, der Erdboden, ein Teppich, Kleidung oder der Haarschopf der jeweiligen Leiche. Aus dem Puparium schlüpft nach einigen Tagen eine erwachsene Fliege, die nach wenigen Tagen selbst geschlechtsreif ist. Damit beginnt der Kreislauf von Neuem (vgl. Abbildung 4).

---

[19] nach Nr. 7, S. A 3382 ff.
[20] nach Nr. 6, S. 128 ff.
[21] nach Nr. 15
[22] nach Nr. 16: bevorzugte Orte
[23] nach Nr. 5, S. 57
[24] nach Nr. 8, S. 198 f.

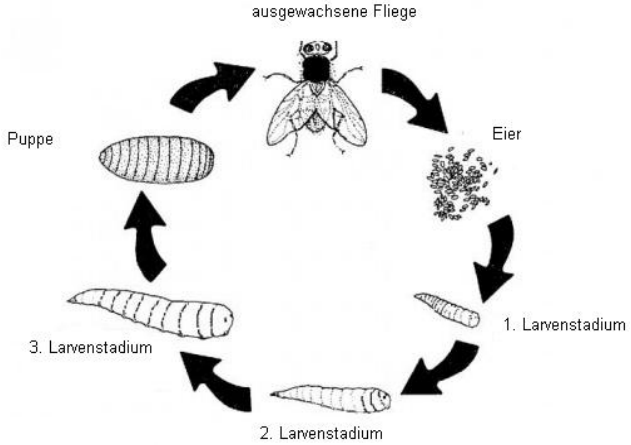

Abbildung 4: Entwicklungszyklus einer Fliege[25]

Unter optimalen Bedingungen (konstante Temperatur, geschützter Ort, etc.) kann ein toter Körper von Fliegenmaden innerhalb von 14 Tagen vollständig skelettiert werden. Insgesamt können sich über hundert verschiedene Arten nekrophager Insekten auf einem Leichnam befinden. Im Folgenden werden die wichtigsten und bekanntesten dieser Insekten beschrieben.[26, 27, 28]

2.1 Schmeißfliegen (Calliphoridae)

Die zur Ordnung der Zweiflügler (*Diptera*) zählenden Schmeißfliegen bilden unter den Fliegen (*Brachycera*) eine eigene Familie (*Calliphoridae*). Innerhalb solcher Familien gibt es verschiedene Gattungen. Unter die Familie *Calliphoridae* zählen unter anderem die metallisch blauen und gold-grünen Gattungen *Calliphora* (blaue Schmeißfliegen) und *Lucilia* (Goldfliegen), die mit am wichtigsten für die Zersetzung einer Leiche sind. Die Gattungen sind nochmals in Arten unterteilt. In Deutschland existieren ungefähr 45 Arten, weltweit circa 1.000. Der kompakte Körper variiert in der Größe von Art zu Art sehr stark, wobei die meisten Arten der Schmeißfliegen einen metallisch glänzenden Körper haben.

[25] verändert nach Nr. 33
[26] nach Nr. 7, S. A 3382 ff.
[27] nach Nr. 5, S. 57 f.
[28] nach Nr. 3, S. 25

Die Gattung *Calliphora* zum Beispiel, ist fast weltweit verbreitet. Sie ist das ganze Jahr über anzutreffen, vor allem aber von April bis Oktober. Auch in Deutschland leben Exemplare, die eine Körperlänge von etwa 14 mm erreichen. Der Körper glänzt hellblau metallisch und hat auf dem Hinterleib schwarze Zeichnungen.

Abbildung 5: Schmeißfliege Calliphora vomitora[29]

Mit ihrem gut entwickelten Geruchsorgan können sie über hunderte von Metern Leichen aufspüren, wo sie bis zu 150 länglich weiße Eier gruppenweise ablegen (*Geschmeiße*). Die Maden der Schmeißfliege sind sehr gut an die Umwelt angepasst und werden bis zu 19 mm lang. Sie atmen mit dem hinteren Körperende (Tracheen), da der vordere Teil des Körpers in der Nahrung steckt. Die Puppen und erwachsenen Tiere können sogar überwintern.

Erwachsene Schmeißfliegen findet man auf frischen Kadavern bis hin zu zerfallenen Leichen. Auf ausgetrockneten Leichen sind sie nicht mehr festzustellen. In Bezug auf die Bestimmung des Todeszeitpunkts haben sie, auf Grund der hohen Individuenzahl, der raschen Eiablage nach Todeseintritt und der zahlenmäßigen Dominanz auf dem Leichnam, eine besonders hohe Aussagekraft. Hinzu kommt, dass sie in der forensischen Anwendung gut erforscht und deshalb als Beweismittel beliebt sind.[30, 31, 32, 33]

2.2 Echte Fliegen (Muscidae)

Die Echten Fliegen (Familie *Muscidae*) gehören ebenfalls zur Ordnung der Zweiflügler. Sie können, je nach Art, eine Körperlänge von zwei bis 18 mm erreichen. Auch die Lebensweise der Tiere ist von Art zu Art unterschiedlich. Es gibt unter ihnen Blutsauger, Blütenbewohner und diejenigen, die sich nur von totem, organischem Material ernähren. In Europa sind ungefähr 600 Arten bekannt.

Echte Fliegen sind nach den Schmeißfliegen oft die nächsten Leichenbesiedler und erscheinen mit beginnender Verwesung. Sie legen dann 100 bis 200 glasig-weißliche Eier auf das tote Gewebe ab.

---

[29] nach Nr. 34, Bild 4
[30] nach Nr. 2, S. 146
[31] nach Nr. 1, S. 200
[32] nach Nr. 17
[33] nach Nr. 18

Die wohl bekannteste Art unter diesen Fliegen ist die gemeine Stubenfliege (*Musca domestica)*. Diese wird ungefähr fünf bis acht mm lang. Sie ist in allen Gebieten anzutreffen, in denen Menschen wohnen.

Abbildung 6: Stubenfliege Musca domestica[34]

Im Normalfall überwintert sie und erscheint erst im März, manchmal ist sie jedoch in Wohnungen schon im Winter anzutreffen. Sie ist die „Akrobatin der Lüfte“ und putzt sich ständig. Doch da sich diese Fliegen gerne an Misthaufen oder verdorbenem Fleisch aufhalten, sind sie gefährliche Gesundheitsschädlinge und übertragen eine Vielzahl an Krankheitserregern. Ihr Körper ist grau, nur der Bauch ist gelb, wobei der Thorax vier dunkle Längsstreifen trägt. Stubenfliegen können Resistenzen gegen Pestizide entwickeln und haben somit eine noch höhere Nachkommenzahl als andere Fliegenarten. Trotzdem vermehrt sich die Population nicht drastisch, da sie von vielen natürlichen Fressfeinden eingedämmt wird.[35, 36, 37, 38]

2.3 Weitere Leicheninsekten

Es existieren zahlreiche weitere Insekten, die für die Forensische Entomologie wichtige Beweisträger sind. Sie alle vorzustellen ist im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht möglich. Stellvertretend werden im Folgenden einzelne, ebenfalls wichtige Leicheninsekten kurz erläutert.

Fleischfliegen (*Sarcophagidae*) zum Beispiel, können bis zu 18 mm lang werden und sind schwarz oder grau. In Deutschland sind nur circa zehn Arten bekannt, weltweit etwa 2.500. Die Fleischfliege erscheint vorzugsweise von April bis September. Die Eiablage erfolgt ähnlich wie bei den vorher genannten Fliegenfamilien, nur dass die Fleischfliege schon bereits lebende Larven auf verwesenden Substraten ablegt. Somit kommt sie nie auf frischen oder trockenen Leichen vor, sondern tritt nur bei gewissen Verwesungsstadien auf.[39]

Abbildung 7: Graue Fleischfliege Sarcophaga carnaria[40]

[34] nach Nr. 35, Bild 1
[35] nach Nr. 2, S. 146
[36] nach Nr. 1, S. 202
[37] nach Nr. 19
[38] nach Nr. 20
[39] nach Nr. 21
[40] nach Nr. 36, Bild 3

Die Käsefliegen (*Piophilidae*) sind eine bis zu fünf Millimeter große, glänzend schwarz gelblich gefärbte Art mit kugeligem Kopf und roten Augen. Sie kommt nahezu weltweit vor und ist ein Hygieneschädling, da sie unter anderem *Myiasis*[41] verbreitet. Sie legt ihre bis zu 500 Eier erst ab, wenn der Zersetzungsprozess der Leiche weit fortgeschritten ist, denn ihren Nachkommen dient sie erst als Nahrungsquelle, wenn sie bereits breiige Produkte hervorbringt. Die erste Besiedlung dieser Art ist erst nach circa 90 Tagen Liegezeit zu erwarten. Die Entwicklung bis zum erwachsenen Tier dauert ungefähr elf bis 19 Tage.[42, 43]

Abbildung 8: Käsefliege Piophilidae[44]

Neben den Fliegen gibt es auch verschiedene Käfer, die wichtig zur Bestimmung der Leichenliegezeit sind. Oft werden sie aber nur vom Fäulnisgeruch angezogen und ernähren sich nicht von den menschlichen Überresten. Wie auch die Fliegen wachsen Käfer in Lebenszyklen mit Larvenstadien heran, die mit denen der Fliegen vergleichbar sind. Je nach Zersetzungserscheinung treten sie in verschieden Besiedlungswellen auf, so dass sie eine mit den Fliegen durchaus vergleichbare Bedeutung in der Forensischen Entomologie einnehmen. Die meisten Käfer treten aber in den letzten Besiedlungswellen auf, doch ist dies natürlich von Umgebung und Temperatur abhängig.
Bekannte Arten sind zum Beispiel der Speck- oder Aaskäfer. Letzterer gehört zur Familie der *Silphidae*. Es gibt 2.000 verschiedene Arten, die überall auf der Welt verbreitet sind. In Mitteleuropa leben davon etwa 140 Arten, wie der Totengräber.

Abbildung 9: v.l.: Speckkäfer (Dermestes lardarius), Aaskäfer (Silphidae), Totengräber- Käfer (Necrophorus vespilloides)[45]

[41] nach Nr. 22: Fliegenmadenkrankheit: Befall des Menschen mit Fliegenlarven. Diese leben vom Gewebe, den Körperflüssigkeiten, dem Darminhalt und verursachen schwere Entzündungen.
[42] nach Nr. 23
[43] nach Nr. 6, S. 131
[44] nach Nr. 37, linkes Bild
[45] nach Nr. 38

Die Größe variiert von Art zu Art zwischen vier bis 40mm. Am aussagekräftigsten für die Forensische Entomologie sind jedoch die Totengräberkäfer.[46, 47, 48]
Aufgrund der Zielsetzung der Arbeit wird jedoch auf die weitere Diskussion der Käferarten verzichtet.

3. Zielsetzung der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, mit Hilfe von forensisch entomologischen Methoden an ausgelegten Schweinefleischstücken die Leichenliegezeit dieser Versuchsobjekte zu bestimmen. Dabei wird versucht, folgende Fragen zu klären:

- Welche Auswirkungen hat das Klima zu verschiedenen Jahreszeiten auf den Verwesungsprozess der Leiche und somit auf die Insektenbildung und -aktivität?
- Welche Auswirkungen hat der Liegeort der Leiche auf den Verwesungsprozess und somit auf die Insektenbildung und -aktivität?
- Welche Auswirkungen haben Kleidungsstücke auf den Verwesungsprozess und somit auf die Insektenbildung und -aktivität?
- Welche Fliegengattungen treten zu welcher Jahreszeit bevorzugt auf?

Um die Ergebnisse auch dokumentieren und später auswerten zu können, wird zusätzlich eine Digitalkamera eingesetzt.

[46] nach Nr. 7, S. A 3383 f.
[47] nach Nr. 15
[48] nach Nr. 24

II. Hauptteil

1. Material und Methoden

1.1 Praktischer Versuchsaufbau und Auslegen der Fleischproben

Für die Versuche wird stets folgender Versuchsaufbau verwendet:
An jedem Versuchsort werden zwei stabile und sichere Käfige aus Viereck- Maschendraht mit 12 mm^2 Maschengröße aufgestellt, deren Aufgabe darin besteht, das Fleisch vor ungewollten Fressfeinden zu schützen.
Am Versuchsort in der freien Natur müssen die Käfige nicht nur mit zwei größeren Drahtstücken verschlossen, sondern auch mit Heringen im Boden verankert werden, damit kein Fressfeind die Käfige verschieben kann.

1) 2)

Abbildung 10: 1) Verankern der Käfige mit Heringen; 2) verankerte Käfige[49]

Am zweiten Versuchsort in einem Taubenschlag reicht es aus, die Käfige ohne Verankerung aufzustellen. Hier werden sie lediglich mit größeren Drahtstücken verschlossen und auf eine große Plastiktüte und Stofflappen gestellt, um den Untergrund vor Verwesungssäften der Fleischproben zu schützen.

1) 2)

Abbildung 11: 1) Auslegen der Plastiktüte; 2) aufgestellte Käfige auf Plastiktüte und Stofflappen[50]

[49] nach Nr. 39
[50] nach Nr. 40

Die Käfige haben in etwa die Maße 25x25x12 cm und einen leicht zu öffnenden Deckel für die einfache, tägliche Entnahme der Maden.

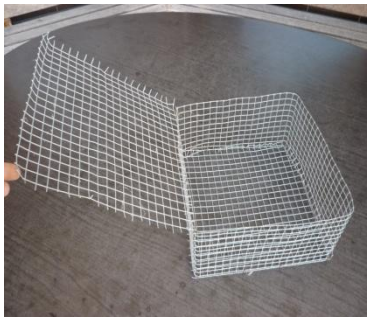

Abbildung 12: Käfig mit leicht zu öffnenden Deckel[51]

In jeden Käfig wird ein Schweinebauchstück gelegt, wobei alle Stücke ungefähr gleich viel wiegen (270 bis 420 g). An jedem Versuchsort wird jeweils ein Stück Fleisch mit einem 30 cm langen Mullbindenstück umwickelt, welche Kleidung simuliert.

Abbildung 13: Umwickeln eines Fleischstückes mit einem Mullbindenstück[52]

Somit erhält man an jedem Versuchsort eine Fleischprobe mit Kleidungssimulation und eine Fleischprobe ohne Kleidungssimulation in getrennten Käfigen.

1.2 Versuchsortbestimmung

Verschiedene Umwelteinflüsse sind nicht nur für die Entwicklung der Tiere ausschlaggebend, sondern auch für die Zersetzung der Leiche. Deshalb werden die Schweinefleischstücke zu unterschiedlichen Jahreszeiten (Frühling, Sommer, Herbst) ausgelegt, um die Entwicklung der Insekten, anhand der verschiedenen Temperaturen, Lichtverhältnisse und anderer Luftfeuchtigkeit, zu ermitteln und zu unterscheiden.

Bei Zimmerleichen ist es beispielsweise von Bedeutung, ob es in dem Raum ein Fenster gibt, wie groß dieses ist und in welche Himmelsrichtung es ausgerichtet ist. Danach richtet sich die Helligkeit und Sonneneinstrahlung und somit auch der Lichteinfluss auf die Insekten, der die Aktivität und den Fortpflanzungstrieb bestimmt.

---

[51] nach Nr. 41
[52] nach Nr. 42

Wohnungen bieten für Insekten zwar einen normalen Lebensraum, aber die Artenvielfalt ist hier deutlich geringer.
Doch nicht nur die Lichtverhältnisse sind ausschlaggebend, sondern auch die Temperatur. Fliegenlarven sind poikilotherm,[53] das heißt, sie können ihre Körpertemperatur nicht selbst regeln und sind somit von der Umgebungstemperatur abhängig.
Freiliegende Leichen werden unter anderem eher im Sommer als im Herbst besiedelt, da der Zersetzungsprozess der Leiche in warmer Umgebung ganz anders abläuft als in kalter Umgebung und somit die Fliegen mehr anzieht. Außerdem entwickeln sich auch die Maden bei wärmerer Umgebung schneller als bei kalten Temperaturen. Für Insekten bietet ein schwül warmes Klima optimale Lebensbedingungen, wobei es natürlich Grenzwerte gibt, bei deren Über- bzw. Unterschreitung die Entwicklung gestoppt wird oder das Tier stirbt.[54, 55, 56]

Um die Umweltfaktoren genauer berücksichtigen zu können, werden die Versuche somit an zwei verschiedenen Orten durchgeführt.
Der erste Ort ist ein geschlossener etwa 4 m^2 großer Raum. Hier soll durch die Fleischproben Wohnungsleichen simuliert werden. Er hat ein 90x70 cm großes Fenster zur Nordseite ausgerichtet, womit die Sonne im Frühling von circa 19 bis 21 Uhr, im Sommer von ungefähr 19.30 bis 21.30 Uhr und im Herbst von circa 16 bis 19 Uhr hineinscheint. Die Fleischproben werden in jedem Versuch genau unter dem gekippten Fenster platziert, um Fliegen schneller anlocken zu können, da die Versuchszeiten hinsichtlich dieser Arbeit begrenzt sind.

Abbildung 14: Versuchsort im geschlossenen Raum[57]

[53] nach Nr. 25: wechselwarm
[54] nach Nr. 6, S. 129
[55] nach Nr. 7, S. A 3383
[56] nach Nr. 10, S. 59
[57] nach Nr. 43

Der zweite Ort befindet sich vor einer Mauer auf Grasboden, um die Zersetzungsvorgänge an einer Leiche im Freien nachzustellen. An diesem zur Westseite gerichteten Platz, scheint die Sonne im Frühling, Sommer und Herbst von ca. 12.30 Uhr bis Sonnenuntergang, ansonsten befinden sich die Fleischproben im Schatten. Weil die Proben jeglicher Witterung ausgesetzt sein sollen, ist kein Dach oder ähnliches vorhanden, das die Fleischstücke zum Beispiel vor Regen schützen könnte.

Abbildung 15: Versuchsort in der freien Natur[58]

1.3 Spurensicherung und begleitende Datenaufnahme

Die professionelle Sicherung und Weiterbehandlung der Insekten ist Grundvoraussetzung für ein späteres entomologisches Gutachten. Es ist notwendig, die Tiere bereits am Fundort der Leiche zu sichern, damit kein weiterer Parameter die Entwicklung der Insekten beeinflusst.
Die Asservierung läuft bei einem Leichenfund nach einem standardisierten Muster ab. Zuerst werden die Insekten, die sich an oder auf der Leiche befinden, gesammelt. Anschließend gilt es die Tiere, die in der Umgebung der Leiche vorhanden sind, zu sichern. Dabei ist es wichtig, genügend Exemplare zu sammeln. Bei einem Leichenfund sollten es mindestens 60 bis 80 Tiere pro Entwicklungsstadium sein. Die Insekten müssen aufgrund der verschiedenen Aufenthaltsorte in unterschiedliche Gefäße sichergestellt werden.

So werden in den vorliegenden Versuchen jeden Tag die am weitesten entwickelten Insekten, die sich meist auf oder an dem Fleisch befinden, aber auch andere, die sich in naher Umgebung aufhalten, mit einer Pinzette entnommen. Hierfür muss die Umgebung des im Freien ausgelegten Fleisches weiträumig abgesucht werden, da sich die Maden, wie bereits erwähnt, zur Verpuppung vom Leichnam bzw. vom Fleisch entfernen und sich sogar bis zu 20 cm in der Erde verkriechen.

Naturgemäß ist es ohne geeignetes Zubehör und ohne Labor nicht möglich 60 bis 80 Fliegenlarven pro Entwicklungsstadium zu sammeln, deswegen genügen bei den Versuchen pro Tag bis zu fünf Maden. Diese werden pro Versuch in zwei kleinen beschrifteten Marmeladengläsern asserviert, die mit 95%igem Brennspiritus gefüllt sind.

[58] nach Nr. 44

Abbildung 16: Beschriftete Marmeladengläser mit Maden in Spiritus[59]

Der Alkohol im Spiritus verhindert zum einen, dass Bakterien, Pilze oder Hefe die Asservaten angreifen oder beschädigen und zum anderen bleiben die Glieder der Tiere geschmeidig und beweglich.[60, 61] Die verschlossenen Gläser werden im Kühlraum bei einer Durchschnittstemperatur von 7°C aufbewahrt.

Nach einer gewissen Entwicklung der Maden am Fleisch werden diese nicht nur in Brennspiritus asserviert, sondern andere Exemplare in einer mit Sägemehl versehenen Fischereibox weitergezüchtet, sodass man anschließend die adulten Fliegen nach ihrer Gattung bestimmen kann.

Abbildung 17: Luftdurchlässige Box mit Sägemehl und Maden[62]

Anhand der asservierten Tiere im Brennspiritus kann die Entwicklung der der Maden bis hin zum Puparium, den einzelnen Versuchstagen zugeordnet werden.

Doch nicht nur die Asservierung der Tiere spielt in der forensischen Entomologie eine wichtige Rolle, sondern auch die begleitende Datenaufnahme beim Leichenfund. Der Gutachter muss Kenntnisse über die Auffindungssituation des Leichnams und der Insekten, sowie über die klimatischen Bedingungen am Fundort besitzen. Daher ist die Beschreibung der Liegeposition der Leiche (z.B. auf der Wiese unter einem Baum,

---

[59] nach Nr. 45
[60] nach Nr. 6, S. 134 ff.
[61] nach Nr. 26, Sammel- und Aufbewahrungsmethoden, a. Allgemeines
[62] nach Nr. 46

Leiche ist mit Laub bedeckt, etc.) oder der Bekleidungszustand sehr wichtig. Weil die Entwicklung der Insekten abhängig von abiotischen Faktoren ist, müssen auch Temperatur, Lichtverhältnisse und Luftfeuchtigkeit ständig genau gemessen und vermerkt werden. Diese Abhängigkeiten sind Grundvoraussetzungen für die Forensische Entomologie. Die Erkenntnisse darüber ermöglichen einen Abgleich der bereits bestehenden Daten mit den vorgefundenen Daten, womit die Leichenliegezeit genauer ermittelt werden kann.[63, 64]

Aus diesem Grund werden die Lichtverhältnisse und die Luftfeuchtigkeit an jedem Versuchsort zu Beginn jedes neuen Versuchs in den unterschiedlichen Jahreszeiten anhand eines Multifunktions-Umweltmessgerätes PCE 222 gemessen. Die Temperatur wird dreimal täglich am Versuchsort vorhandenen Thermometer abgelesen und festgehalten, so dass die Entwicklungsstadien der Maden später genau nachvollziehbar sind.

Abbildung 18: Multifunktions-Umweltmessgerät PCE 222[65]

Abbildung 19: Thermometer zum Ablesen der Temperatur[66]

Für die Versuche im Freien werden auch die Witterungsverhältnisse, wie beispielsweise viel Sonne oder Regen dokumentiert. Außerdem erfolgt eine fotografische Dokumentation, die weitere Aufschlüsse aller Versuchstage liefert. So werden zum Beispiel die Anhäufung der Maden und der jeweilige Zersetzungszustand des Fleischstückes ersichtlich.

Ohne diese genauen Temperatur- und Wetterdaten, sowie die Ortsbestimmung der Leiche, ist eine auf die Entwicklungsgeschwindigkeit der nekrophagen Insekten basierende Leichenliegezeitbestimmung nicht durchführbar. Deshalb wird darauf geachtet, dass jeder Versuch unter gleichen Voraussetzungen abläuft (gleicher Ort, gleiche Dokumentation) und die Dokumentation – soweit möglich – genauestens durchgeführt wird.

---

[63] nach Nr. 26, b. Sammeln der Tiere
[64] nach Nr. 6, S. 136
[65] nach Nr. 47, vgl. Anhang Nr. 1
[66] nach Nr. 48

1.4 Artbestimmung der Fliegen

Wie schon erwähnt, kann anhand der Art und des Entwicklungsstadiums nekrophager Insekten auf einer Leiche ein Zeitschema erstellt und deren Liegezeit berechnet werden. Dabei müssen allerdings Faktoren wie Klima und Liegeort berücksichtigt werden.
Als erstes ist es unerlässlich, die vorgefundenen Insekten eindeutig zu identifizieren und einer bestimmten Art zuzuordnen. Doch können dies nur Experten, wie langjährig erfahrene Biologen oder Zoologen durchführen, da die Arten spezifische Merkmale aufweisen, die oft nur im Labor festgestellt werden können, was selbst der bekannte Entomologe Mark Benecke erklärt hat:

„Die endgültige Bestimmung der Tiere kann nur von einem/einer mit der Bestimmungstechnik vertrauten und mit bestmöglichen Bestimmungsschlüsseln ausgestatteten Untersucher/ Untersucherin durchgeführt werden. Ein gutes Binokular sowie ein Präparierbesteck sind weitere Voraussetzungen für die entomologische Analyse. Ohne diese Hilfen ist die Artbestimmung hoffnungslos, und aus Erfahrung hüten sich selbst geübte Entomologen davor, ihnen unbekannte Familien vorschnell bis zur Art zu bestimmen.“ [67]

Es gibt mehrere Vorgehensweisen, eine Artbestimmung durchzuführen. Zum einen können z.B. einige der vorgefundenen Larven aufgezogen werden bis die Tiere erwachsen sind. Anhand ihrer Körpergröße, Körperanhänge (Borsten, Antennen), ihrer Farbe und des Verhärtungsgrads der Körperhülle können die erwachsenen Tiere dann bestimmt werden. Unterschiedlich gefärbte Barthaare geben beispielsweise Aufschluss über die jeweilige Art einer Gattung.[68]

Doch oft müssen Kriminalfälle schnell aufgeklärt werden, weshalb die Aufzucht der Larven und die anschließende Bestimmung der erwachsenen Tiere zu lange dauern würde. Deshalb gibt es weitere Methoden zur Artbestimmung an Maden:
Bei einer dieser Methoden wird ein Operationsmikroskop benötigt, mit dessen Hilfe Körperform, Körperlänge, vor allem aber die vorderen Atemöffnungen (Vorderstigmen), der Kieferapparat (Cephalopharyngealskelett) und die Charakteristika des Madenhinterendes (12. Segment) begutachtet werden können. Diese Merkmale, die sich von Art zu Art unterscheiden, geben Aufschluss über die jeweiligen Exemplare.[69,70]

Eine andere Methode wird ebenfalls bei Maden angewendet. Vergleiche von Sequenzen ausgewählter Genbereiche der DNA einer Made, ermöglichen die Zuordnung einer

---

[67] nach Nr. 26, e. Artbestimmung
[68] nach Nr. 6, S. 131 f.
[69] nach Nr. 9, S. 310 ff.
[70] nach Nr. 8, S. 200 ff.

unbekannten Fliegenmade zu einer konkreten Art. Die Referenzsequenzen für den Abgleich können durch Untersuchungen von zuvor eindeutig identifizierten Individuen erhalten werden. Es besteht bereits eine gut bestückte genetische Sequenzdatenbank und somit ist es möglich circa 70 bis 80 % der wichtigen Leicheninsekten anhand ihrer DNA eindeutig einer Art zuzuordnen. Doch bei all diesen Methoden besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.[71]

Für einen Laien, der keine weiteren Möglichkeiten zur Untersuchung hat, ist es daher am besten, die Larven weiter zu züchten und die ausgewachsenen Tiere in Familien und Gattungen einzuordnen. Farbe und Größe sind ausreichend, um die Gattung zu bestimmen, was für die vorgenommenen Versuche ebenfalls ausreicht.

Abbildung 20: Weiterzüchtung der Maden[72]

1.5 Altersbestimmung der Fliegenlarven

Erst nach Art- bzw. der Gattungszuordnung ist es möglich, das Alter des Insekts zu bestimmen, denn es gibt eine gewisse Artspezifität der Wachstumsrate. Die Embryonalentwicklung im Ei, die Larvenstadien und die Puppenruhe laufen in jeder Art spezifisch nach einem festen Plan ab, der im Wesentlichen durch Temperatur und Feuchtigkeit zeitlich variiert. Durch Rekonstruktion dieser Parameter, zum Beispiel mit Hilfe der Daten einer in der Nähe gelegenen Wetterstation, können die Entwicklungszeiten zurückberechnet werden.

Bis zur sechsten Woche nach Todeseintritt ermöglicht das älteste Tier auf dem Leichnam eine auf den Tag genaue Berechnung der Leichenliegezeit. Das Älteste hat sich am längsten auf dem Leichnam aufgehalten und dessen Alter kommt somit der tatsächlichen Todeszeit am Nächsten. Es gibt zwar keine exakte Aussage über die Bestimmung des Alters der Tiere nach ihrer Größe, jedoch kann eine Ungefähre angege-

[71] nach Nr. 6, S. 131 f.
[72] nach Nr. 49

ben werden.[73] Zudem gibt es vorsichtige Faustregeln, die besagen, dass die Made ungefähr 1 mm pro Tag wächst, doch ist das natürlich sehr von den Witterungszuständen abhängig.[74]

Bei längerer Leichenliegezeit müssen die Insekten in die bereits unter Punkt 2 erwähnten unterschiedlichen Besiedlungswellen eingeteilt und deren Alter bestimmt werden. Diese Sukzessionszeit muss dann mit dem Alter des Insekts verrechnet werden, um wiederum Rückschlüsse auf die minimale Leichenliegezeit ziehen zu können. Bei allen Berechnungen und Rückschlüssen sollte beachtet werden, dass es durch die immer unterschiedlichen Parameter weder ein festes Schema zur Berechnung des Alters der Fliege gibt, noch eines zur Festlegung der unterschiedlichen Besiedlungswellen.[75, 76, 77]

2. Ergebnisse der Fliegenaktivität in Abhängigkeit von Klima, Ort und Kleidungsverhältnissen unter Berücksichtigung verschiedener Gattungen

Zur leichteren Darstellung der Versuche, wird im Folgenden der Versuchsort im geschlossenen Raum „1. Versuchsort“ genannt. Der Versuchsort im Freien heißt „2. Versuchsort“. Außerdem werden alle Maden auf einer Fleischprobe mit Kleidung „Maden A“ genannt, die auf dem Fleisch ohne Kleidung heißen „Maden B“. Zusätzlich ist zu bemerken, dass die Anzahl aller Maden anhand Hochrechnungen von einer Fläche von 1 cm^2 auf das gesamte Fleischstück berechnet wurden. Somit ist das Ergebnis ein ungefährer Schätzwert.

2.1 Im Frühling

2.1.1 1.Versuchsort

Am 1. Versuchsort dauerte der Versuch im Frühling 38 Tage und wurde von Montag, 19.04.2010 bis Mittwoch, 26.05.2010 durchgeführt. Die Lichteinstrahlung betrug 392,2 Lux, die Luftfeuchtigkeit 37,7 % RH und die Durchschnittstemperatur im Raum 11,8 °C. Die Fleischstücke wogen beide 400 g.

---

[73] vgl. Anhang Nr. 2
[74] nach Nr. 3, S. 25
[75] nach Nr. 7, S. A 3383 f.
[76] nach Nr. 6, S. 130 f.
[77] nach Nr. 27, Feine Liegezeitbestimmung

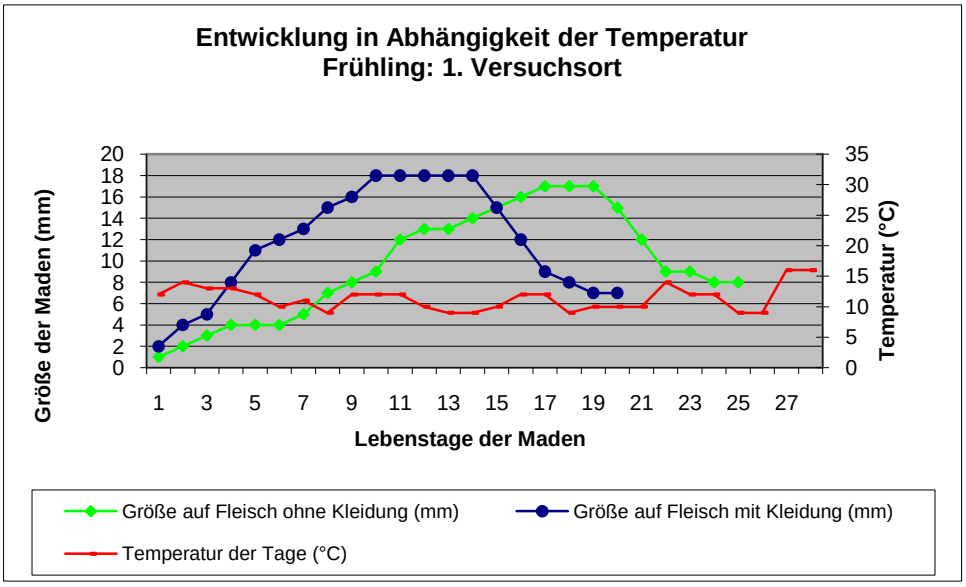

Abbildung 21: Entwicklung der Maden im Frühling am 1. Versuchsort[78]

Wie zu erkennen ist, war die Temperatur im Frühling am 1. Versuchsort zwischen acht und 16 °C relativ konstant. Die Maden A entwickelten sich schneller als die Maden B. Bereits am zehnten Tag waren die A-Exemplare zu einer Länge von 18 mm herangewachsen, worauf sie ihren Magen entleerten, um sich bald darauf zu verpuppen, was am 17. Lebenstag bei den ersten Tieren stattfand. Zu diesem Zeitpunkt erreichten die Maden B erst ihre Gesamtlänge von 17 mm. Danach dauerte es weitere vier Tage bis sich schließlich auch diese Maden in die Puppenruhe begaben. Nach insgesamt 38 Tagen und 25 Lebenstagen der Maden, wurde dieser Versuch als der längste in der vorliegenden Versuchsreihe abgeschlossen.

1) **2)**

Abbildung 22: 1) Größenentwicklung der Maden am Fleisch mit Kleidung
2) Größenentwicklung der Maden am Fleisch ohne Kleidung[79]

[78] nach Nr. 50, vgl. Anhang Nr. 3
[79] nach Nr. 51

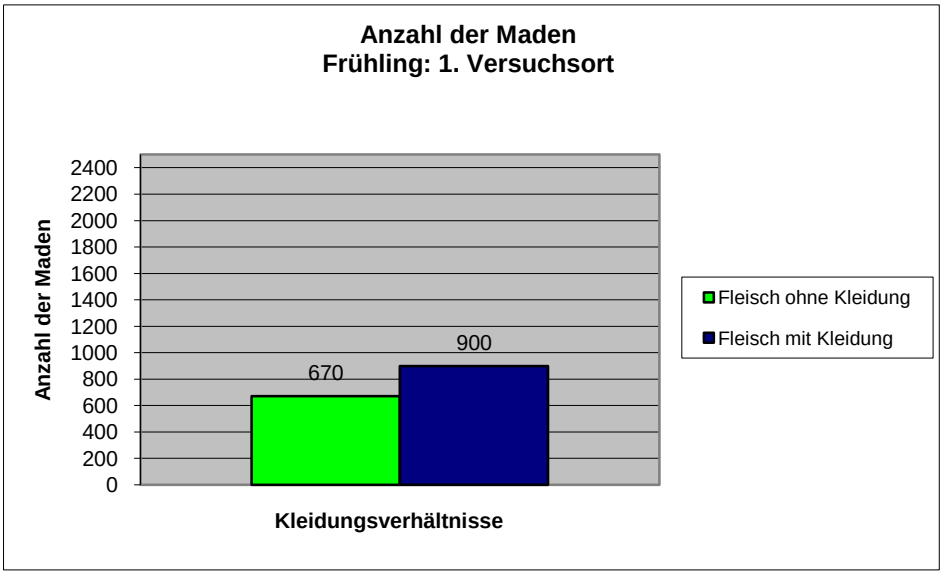

Abbildung 23: Anzahl der Maden im Frühling am 1. Versuchsort[80]

Auf dem Fleisch ohne Kleidung entwickelten sich circa 670 Maden, auf dem Fleisch mit Kleidung ungefähr 900 Exemplare, also insgesamt circa 230 mehr Maden, als auf dem Fleisch ohne Kleidung.

Abbildung 24: Maden auf Fleisch ohne Kleidung[81]

Abbildung 25: Maden auf Fleisch mit Kleidung[82]

[80] nach Nr. 52
[81] nach Nr. 53
[82] nach Nr. 54

Es entwickelten sich am 1. Versuchsort ausschließlich Schmeißfliegen der Gattungen *Calliphora* (blaue Schmeißfliege).

Abbildung 26: Geschlüpfte Fliegen der Gattung Calliphora[83]

2.1.2 2. Versuchsort

Am 2. Versuchsort dauerte der Versuch im Frühling 25 Tage und wurde von Mittwoch, 05.05.2010 bis Samstag, 29.05.2010 durchgeführt. Hier betrug die Lichteinstrahlung 15.000 bis 30.000 Lux, die Luftfeuchtigkeit 35,5 bis 36,4 % RH und die Durchschnittstemperatur 13,5 °C. Beide Fleischstücke wogen 329 g.

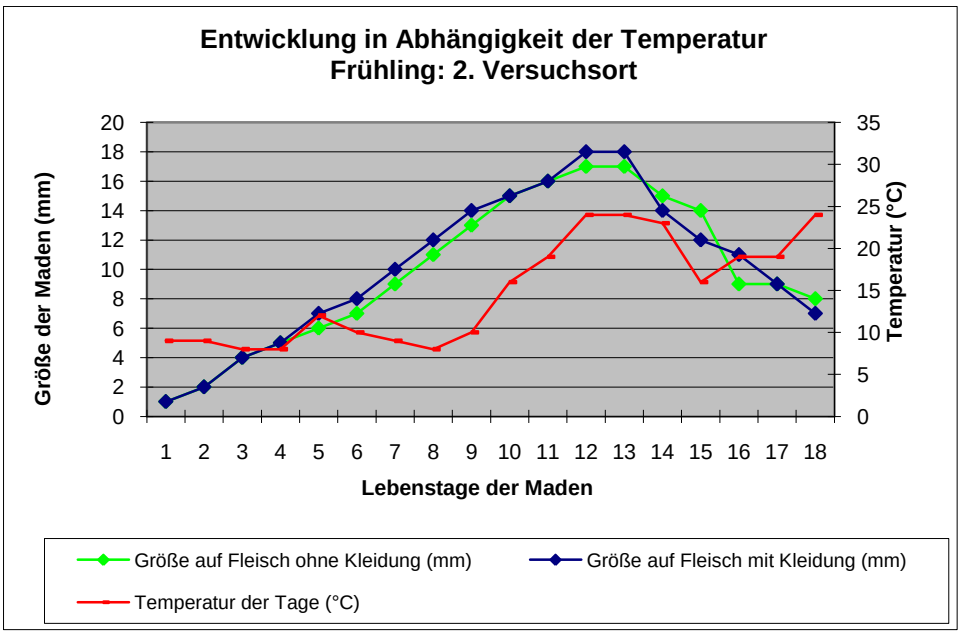

Abbildung 27: Entwicklung der Maden im Frühling am 2. Versuchsort[84]

Am 2. Versuchsort war die Temperatur bis zum neunten Lebenstag der Maden ebenfalls relativ konstant und bewegte sich zwischen 8 und 12 °C. Am zehnten Tag stieg sie und war bis zum Ende des Versuchs mit 16 bis 24 °C ebenfalls wieder relativ konstant.

[83] nach Nr. 55
[84] nach Nr. 56, vgl. Anhang Nr. 4

Die Maden A und B entwickelten sich bis zum vierten Lebenstag parallel, ab dem fünften Tag war jedoch die Entwicklungsgeschwindigkeit der Maden A etwas höher als die der Maden B. Auf beiden Fleischproben erreichten die Tiere aber am selben Tag ihre Höchstlänge, wobei die Maden A um einen Millimeter mehr gewachsen sind. Dafür fingen die Maden B an, sich einen Tag früher zu verpuppen. Beide Madentypen lebten 18 Tage. Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Entwicklung der Maden auf beiden Fleischstücken nahezu identisch war.

Abbildung 28: 1) Größenentwicklung der Maden am Fleisch mit Kleidung
2) Größenentwicklung der Maden am Fleisch ohne Kleidung[85]

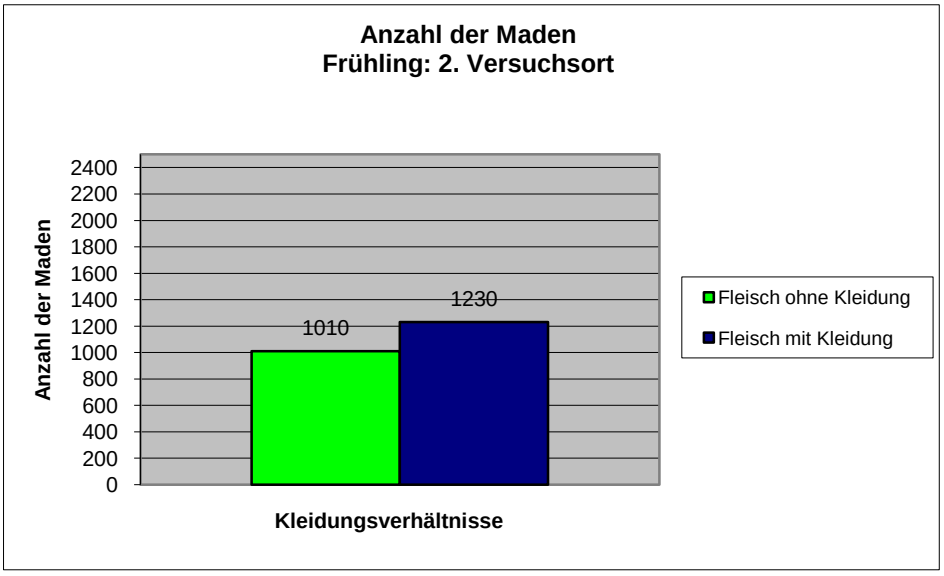

Abbildung 29: Anzahl der Maden im Frühling am 2. Versuchsort[86]

Die Anzahl der Maden am 2. Versuchsort ähnelt der Anzahl am 1. Versuchsort. Die Maden A waren mit einer Anzahl von ca. 1.230 um 220 mehr, als die Maden B mit einer Stückzahl von ungefähr 1.010.

[85] nach Nr. 57
[86] nach Nr. 58

Abbildung 30: Maden auf Fleisch ohne Kleidung[87]

Abbildung 31: Maden auf Fleisch mit Kleidung[88]

Bezüglich der Art lässt sich feststellen, dass sich am 2. Versuchsort im Frühling ebenfalls nur blaue Schmeißfliegen (*Calliphora*) entwickelten.

Abbildung 32: Geschlüpfte Fliegen der Gattung Calliphora[89]

2.2 Im Sommer

2.2.1 1. Versuchsort

Im Sommer dauerte der Versuch im Haus elf Tage und wurde von Dienstag, 06.07.2010 bis Freitag, 16.07.2010 durchgeführt. Die Lichteinstrahlung betrug

[87] nach Nr. 59
[88] nach Nr. 60
[89] nach Nr. 61

453,6 Lux, die Luftfeuchtigkeit 35,4 % RH und die Durchschnittstemperatur im Raum betrug 23,9 °C. Die Fleischstücke wogen je 280 g.

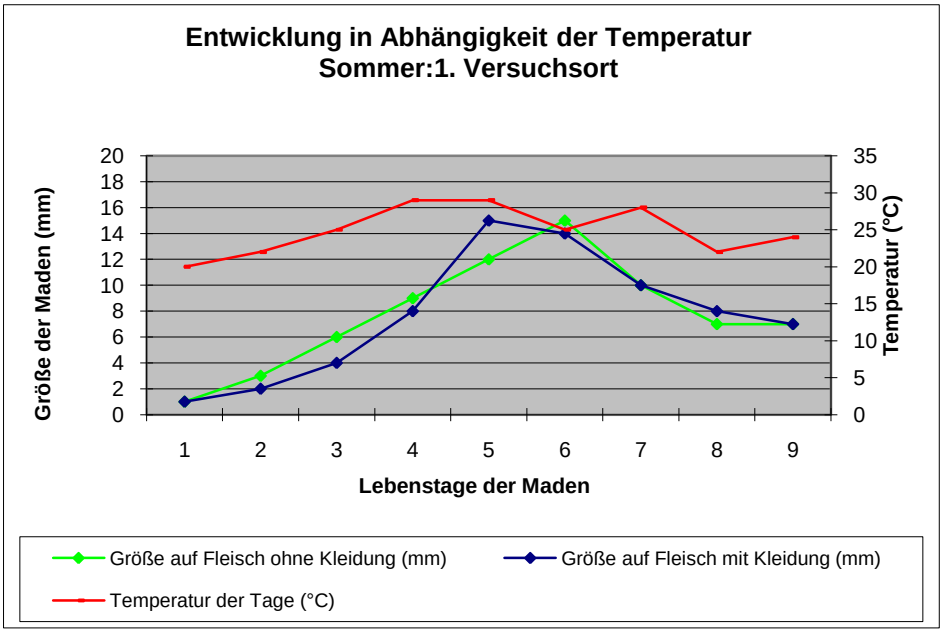

Abbildung 33: Entwicklung der Maden im Sommer am 1. Versuchsort[90]

Im Sommer war die Temperatur am 1. Versuchsort ebenfalls relativ konstant und bewegte sich zwischen 20 und 29 °C. Die Maden B hatten bis zum vierten Lebenstag eine höhere Entwicklungsgeschwindigkeit, doch die Maden A haben am fünften Tag rasant ihre Höchstlänge von 15 mm erreicht. Die Maden B erreichten diese einen Tag später. Am achten Tag fingen beide Madentypen an, sich zu verpuppen und bereits am neunten Tag war der Versuch beendet, da keine Maden mehr an beiden Fleischproben vorhanden waren. Hier ist festzustellen, dass die Entwicklungsgeschwindigkeit bei den Maden A sowie bei den Maden B bei relativ konstanter Temperatur fast identisch war.

1) 2)

Abbildung 34: 1) Größenentwicklung der Maden am Fleisch mit Kleidung
2) Größenentwicklung der Maden am Fleisch ohne Kleidung[91]

[90] nach Nr. 62, vgl. Anhang Nr. 5
[91] nach Nr. 63

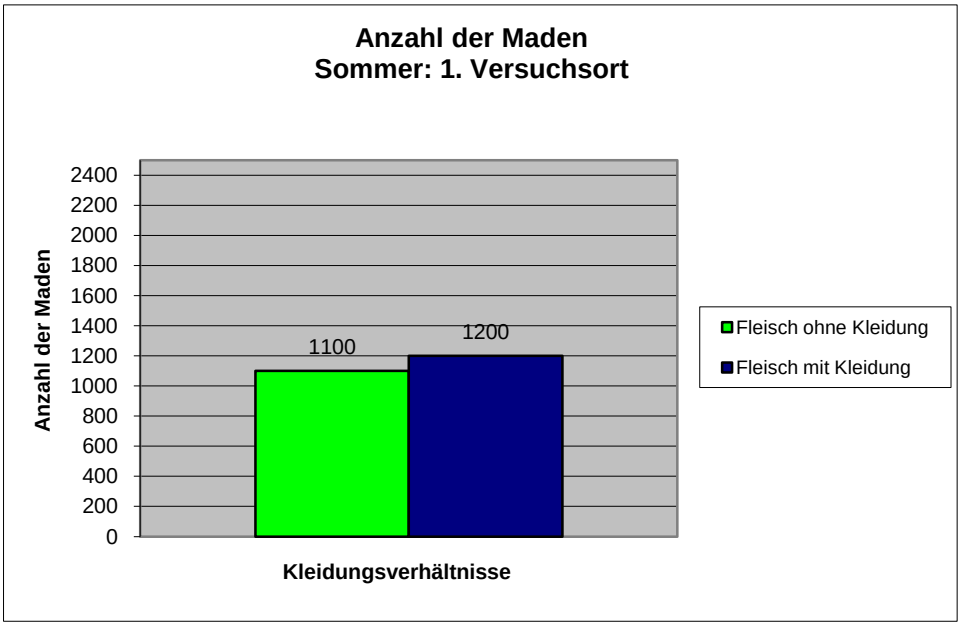

Abbildung 35: Anzahl der Maden im Sommer am 1. Versuchsort[92]

Auch die Madenanzahl unterscheidet sich mit ungefähr 100 Maden als Differenz nicht wesentlich. Die Maden A erreichten eine Stückzahl von ca. 1.200, die Maden B eine Stückzahl von ca. 1.100.

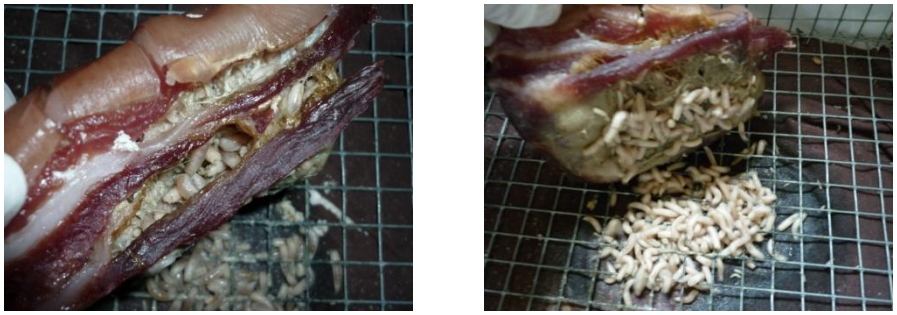

Abbildung 36: Maden auf Fleisch ohne Kleidung[93]

Abbildung 37: Maden auf Fleisch mit Kleidung[94]

[92] nach Nr. 64
[93] nach Nr. 65
[94] nach Nr. 66

Am 1. Versuchsort im Sommer entwickelten sich blaue Schmeißfliegen (*Calliphora*) sowie Goldfliegen (*Lucillia*).

1) 2)

Abbildung 38: 1) Geschlüpfte Fliegen der Gattung Calliphora
2) Geschlüpfte Fliegen der Gattung Lucillia[95]

2.2.2 2. Versuchsort

Der Versuch am 2. Versuchsort dauerte zehn Tage und wurde von Dienstag, 06.07.2010 bis Donnerstag, 15.07.2010 durchgeführt. Hier betrug die Lichteinstrahlung 21.000 bis 35.000 Lux, die Luftfeuchtigkeit 38,7 % RH und die Durchschnittstemperatur 27,9 °C. Beide Fleischstücke wogen 300 g.

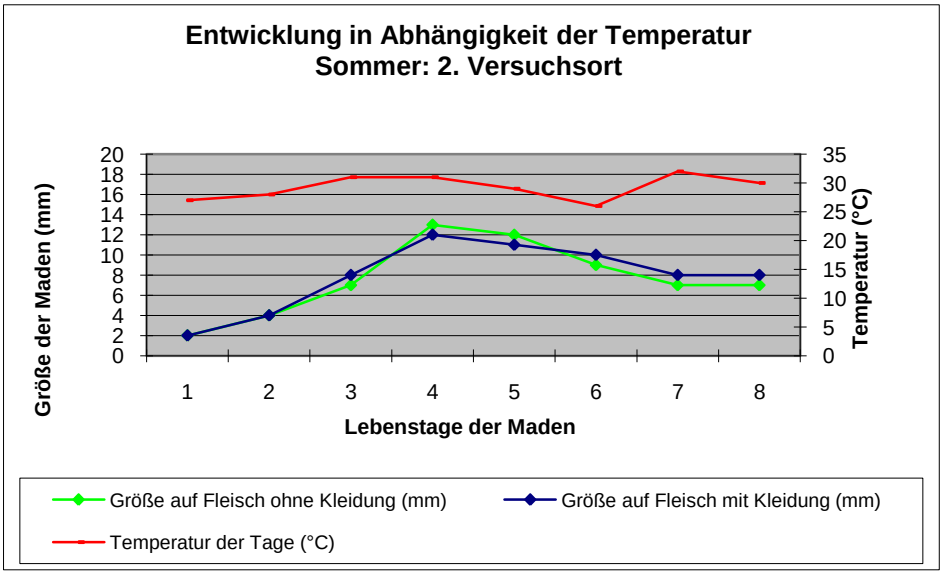

Abbildung 39: Entwicklung der Maden im Sommer am 2. Versuchsort[96]

In den acht Lebenstagen der Maden schwankten die Temperaturen zwischen 26 und 32 °C, was eine relativ konstante Wärme bedeutete. Die Maden A und B wuchsen bis zum vierten Lebenstag fast identisch auf ihre Gesamtlänge heran, wobei die Maden B

[95] nach Nr. 67
[96] nach Nr. 68, vgl. Anhang Nr. 6

mit 13 mm Länge einen Millimeter mehr wuchsen als die Maden A. Die Abnahme der Länge bis zur Verpuppung war bei beiden Madentypen ebenfalls fast identisch und am siebten Tag fingen auch beide Typen an in die Puppenruhe überzugehen.

Abbildung 40: 1) Größenentwicklung der Maden am Fleisch mit Kleidung
2) Größenentwicklung der Maden am Fleisch ohne Kleidung[97]

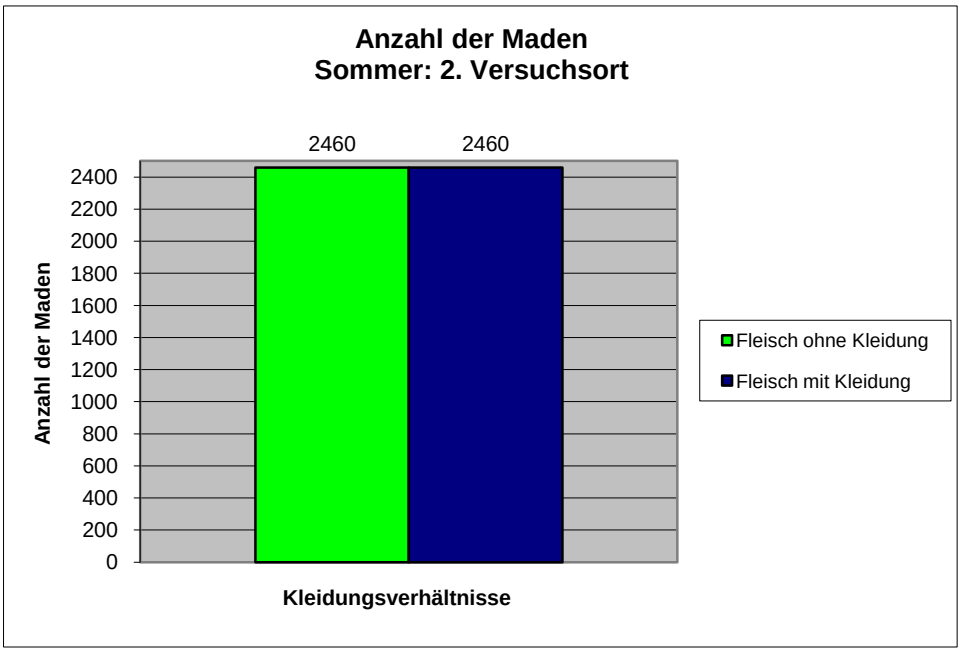

Abbildung 41: Anzahl der Maden im Sommer am 2. Versuchsort[98]

Die Gesamtanzahl betrug bei den Maden A, sowie bei den Maden B ungefähr 2460. Die Individuenanzahl beider Gruppen war bei diesem Versuch also völlig identisch.

[97] nach Nr. 69
[98] nach Nr. 70

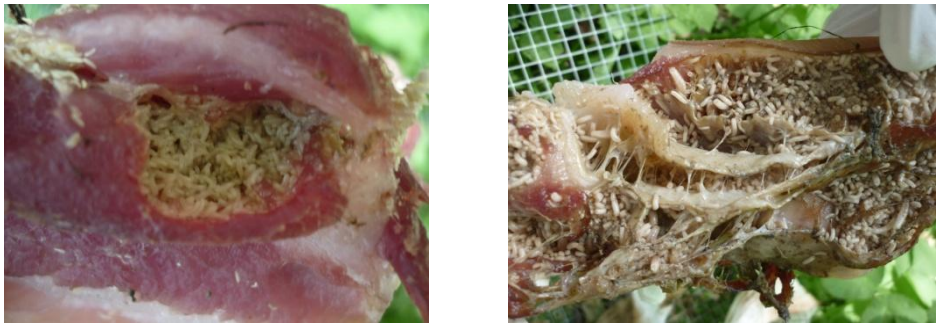

Abbildung 42: Maden auf Fleisch ohne Kleidung[99]

Abbildung 43: Maden auf Fleisch mit Kleidung[100]

Am 2. Versuchsort im Sommer entwickelten sich nicht nur blaue Schmeißfliegen (*Calliphora*) und Goldfliegen (*Lucillia*), sondern auch Fliegen die vermutlich der Gattung der Taufliegen (*Drosophilidae)* angehören. Außerdem wurden auf dem Fleisch ohne Kleidung Fliegen entdeckt, die nicht zugeordnet werden konnten. Bei diesen Fliegen handelt es sich vermutlich um Dungfliegen (*Sphaeroceridae*).

1) **2)**

Abbildung 44: 1) Fliegen der Gattung Calliphora
2) Fliegen der Gattung Lucillia[101]

[99] nach Nr. 71
[100] nach Nr. 72
[101] nach Nr. 73

1) 2)

Abbildung 45: 1) vermutliche Taufliegen
2) vermutliche Dungfliege[102]

2.3 Im Herbst

2.3.1 1. Versuchsort

Im Haus dauerte der Versuch im Herbst 28 Tage und wurde von Mittwoch, 29.09.2010 bis Dienstag, 26.10.2010 durchgeführt. Die Lichteinstrahlung betrug 53,4 Lux, die Luftfeuchtigkeit 40,5 % RH und die Durchschnittstemperatur im Raum betrug 9,5 °C. Die Fleischstücke wogen 370 g.

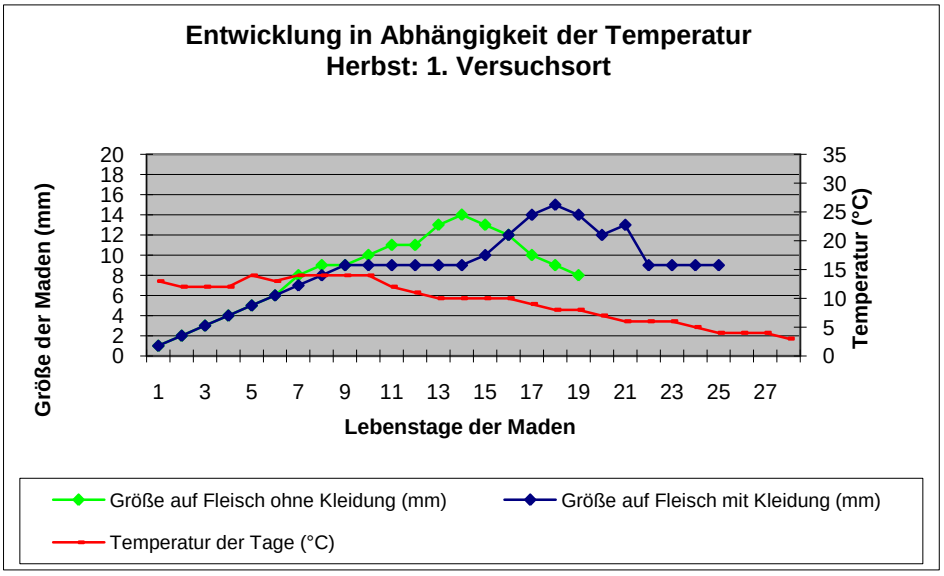

Abbildung 46: Entwicklung der Maden im Herbst am 1. Versuchsort[103]

Dieser Versuch am 1. Versuchsort im Herbst war mit 28 Gesamttagen und 25 Lebenstage der Maden einer der längsten Versuche. Die Temperatur war bis zum zwölften Lebenstag der Maden relativ konstant und bewegte sich hier zwischen 10 und 14 °C. Im Zeitraum bis zum letzten Lebenstag der Maden sank die Temperatur auf bis zu 4 °C ab. Die Maden A und B entwickelten sich bis zum sechsten Tag mit gleicher Ge-

[102] nach Nr. 74
[103] nach Nr. 75, vgl. Anhang Nr. 7

schwindigkeit, doch ab dem siebten Tag war die Entwicklungsgeschwindigkeit der Maden B höher als die der Maden A. Die Maden B erreichten eine Gesamtlänge von 14 mm bereits am 14. Lebenstag. Im Gegensatz dazu erreichten die Maden A ihre Gesamtlänge von 15 mm erst am 18. Lebenstag. Die Verpuppung fand bei den Maden B zum ersten Mal am 18. Tag, die der Maden A allerdings erst am 22. Tag statt. Somit ist dieser Versuch der einzige in der Reihe, bei dem sich die Maden B schneller entwickelten als die Maden A.

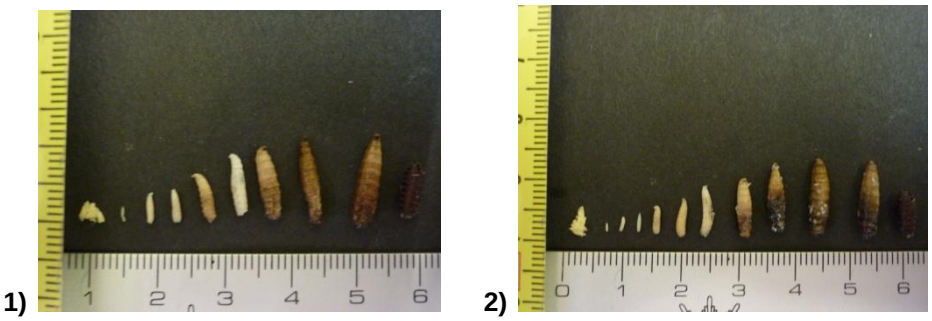

Abbildung 47: 1) Größenentwicklung der Maden am Fleisch mit Kleidung
2) Größenentwicklung der Maden am Fleisch ohne Kleidung[104]

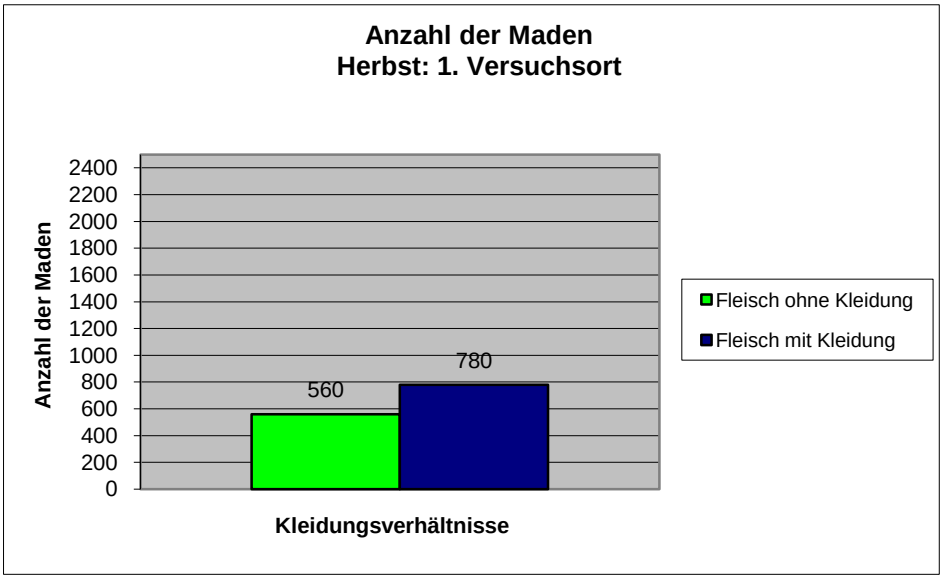

Abbildung 48: Anzahl der Maden im Herbst am 1. Versuchsort[105]

In Bezug auf die Gesamtanzahl der Maden ähnelt dieser Versuch jedoch den anderen. Im Vergleich liegt die Anzahl der Maden A um circa 140 Exemplare höher, als die Anzahl der Maden B.

[104] nach Nr. 76
[105] nach Nr. 77

Abbildung 49: Maden auf Fleisch ohne Kleidung[106]

Abbildung 50: Maden auf Fleisch mit Kleidung[107]

Es entwickelten sich auch im Herbst am 1. Versuchsort nur blaue Schmeißfliegen (*Calliphora*) und Goldfliegen (*Lucillia*).

1) **2)**

Abbildung 51: 1) Geschlüpfte Fliegen der Gattung Calliphora
2) Geschlüpfte Fliegen der Gattung Lucillia[108]

2.3.2 2. Versuchsort

Im Herbst dauerte der Versuch draußen 23 Tage und wurde von Mittwoch, 29.09.2010 bis Donnerstag, 21.10.2010 durchgeführt. Hier betrug die Lichteinstrahlung 2050 Lux, die Luftfeuchtigkeit 41,1 % RH und die Durchschnittstemperatur 8,6 °C. Beide Fleischstücke wogen 378 g.

---

[106] nach Nr. 78
[107] nach Nr. 79
[108] nach Nr. 80

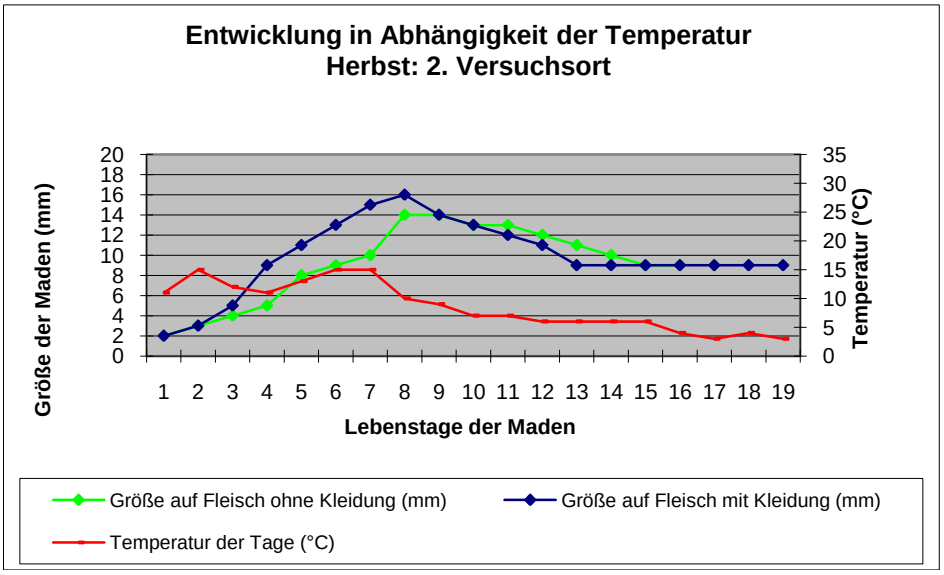

Abbildung 52: Entwicklung der Maden im Herbst am 2. Versuchsort[109]

Beim 19-tägigen Versuch am 2. Versuchsort schwankte die Temperatur unregelmäßig zwischen 3 und 15 °C. Die wärmeren Temperaturen waren allerdings zu Beginn der ersten Lebenstage der Maden, weswegen sie sich wahrscheinlich noch relativ zügig entwickelten. Ab dem dritten Lebenstag wuchsen die Maden A schneller heran als die Maden B bis sie am achten Tag ihre Gesamtlänge von 16 mm erreichten. Die Maden B erreichten ebenfalls am achten Lebenstag ihre Gesamtlänge, die jedoch 2 mm kürzer war. Außerdem verlief das Wachstum nicht so konstant wie bei den Maden A. Die Puppenruhe fing bei den Maden A am 13. Lebenstag an, bei den Maden B erst am 15. Tag. Der Versuch endete am 23. Tag insgesamt und somit am 19. Lebenstag der Maden.

1) 2)

Abbildung 53: 1) Größenentwicklung der Maden am Fleisch mit Kleidung
2) Größenentwicklung der Maden am Fleisch ohne Kleidung[110]

[109] nach Nr. 81, vgl. Anhang Nr. 8
[110] nach Nr. 82

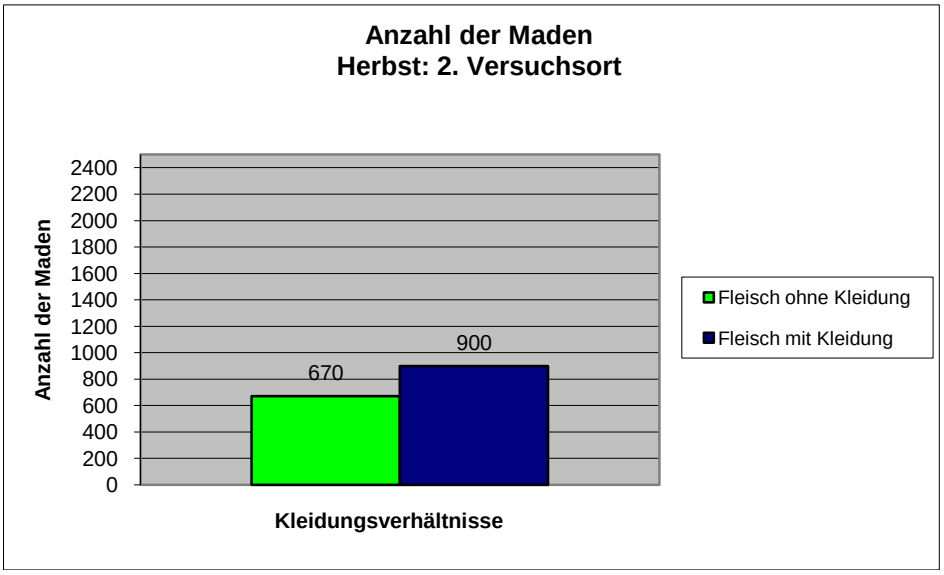

Abbildung 54: Anzahl der Maden im Herbst am 2. Versuchsort[111]

Bei der Gesamtzahl der Maden ist auch hier erkenntlich, dass die Maden A mit ca. 900 Exemplaren deutlich mehr waren als die Maden B, mit ungefähr 670 Tieren.

Abbildung 55: Maden auf Fleisch ohne Kleidung[112]

Abbildung 56: Maden auf Fleisch mit Kleidung[113]

Am 2. Versuchsort kamen ebenfalls nur Exemplare der blauen Schmeißfliege (*Calliphora*) und der Goldfliege (*Lucillia*) vor.

[111] nach Nr. 83
[112] nach Nr. 84
[113] nach Nr. 85

1) 2)

Abbildung 57: 1) Geschlüpfte Fliegen der Gattung Calliphora
2) Geschlüpfte Fliegen der Gattung Lucillia[114]

2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

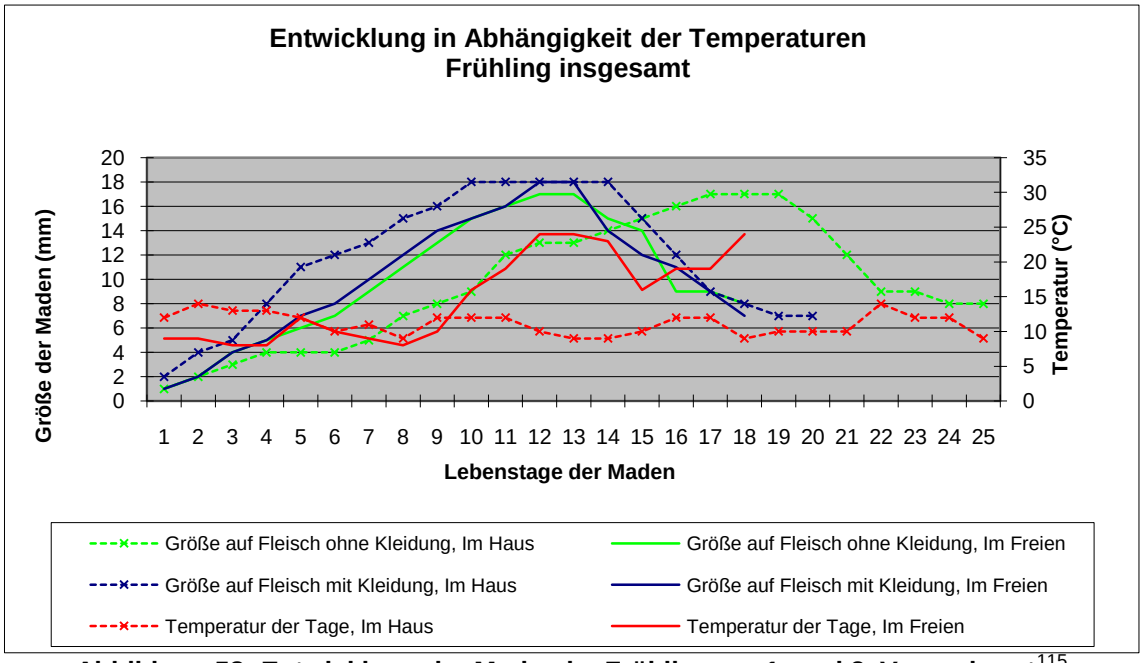

Abbildung 58: Entwicklung der Maden im Frühling am 1. und 2. Versuchsort[115]

Im Frühling gab es am 1. Versuchsort nicht so hohe Temperaturschwankungen wie am 2. Versuchsort, wo die Temperaturen nur bis zum neunten Lebenstag der Maden relativ konstant waren. Allgemein entwickelten sich die Maden A am 1. Versuchsort schneller als alle anderen, doch die Maden B entwickelten sich am 1. Versuchsort am langsamsten. Am 2. Versuchsort entwickelten sich die Maden im Gegensatz zum 1. Versuchsort fast gleich, obwohl größere Temperaturunterschiede herrschten. Außerdem wurde dieser Versuch sieben Tage eher beendet als der Versuch am

[114] nach Nr. 86
[115] nach Nr. 87, vgl. Anhang Nr. 9

1. Versuchsort. Die Maden A beider Versuchsorte erreichten jeweils eine Gesamtlänge von 18 mm und die Maden B beider Versuchsorte jeweils eine Gesamtlänge von 17 mm.

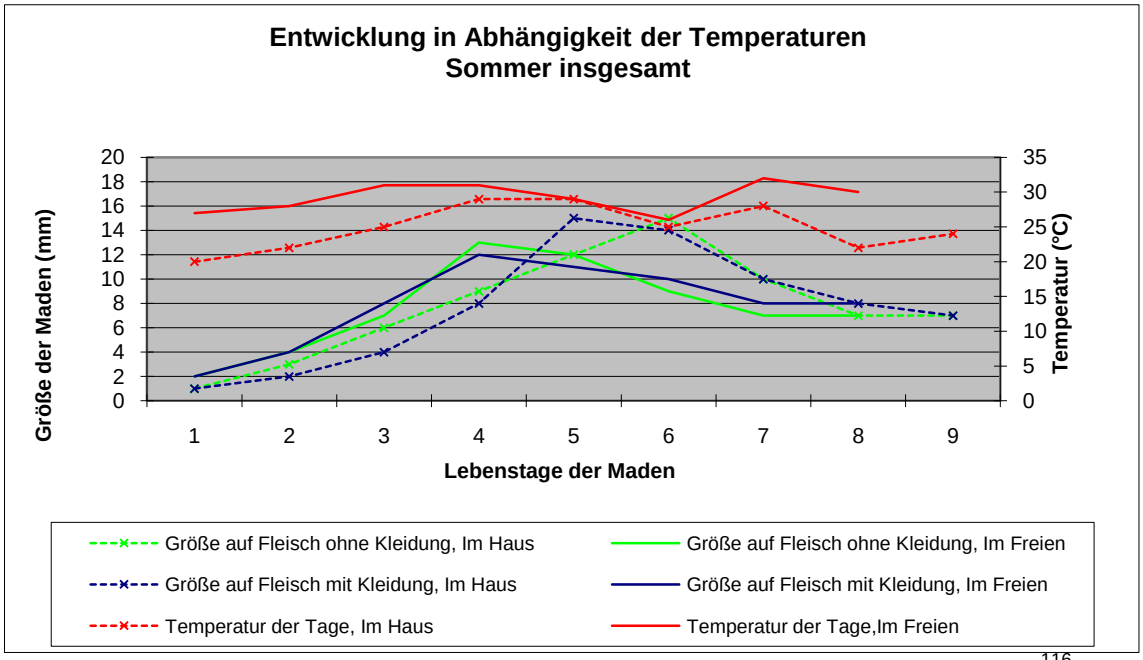

Abbildung 59: Entwicklung der Maden im Sommer am 1. und 2. Versuchsort [116]

Im Sommer gab es am 1. sowie am 2. Versuchsort fast identische Temperaturschwankungen. Am 2. Versuchsort waren die Temperaturen jedoch allgemein ein wenig höher. Die Maden A und B entwickelten sich am 2. Versuchsort schneller als die Maden am 1. Versuchsort, wobei beide Madentypen am jeweiligen Versuchsort fast identisch heranwuchsen. Die Maden A und B des 1. Versuchsortes erreichten eine Gesamtlänge von 15 mm, wobei jedoch die Maden B diese einen Tag später erlangte. Die Maden B des 2. Versuchsortes wuchsen bis zu einer Länge von 13 mm heran und die Maden A des 2. Versuchsortes waren mit einer Endlänge von 12 mm die kürzesten in diesem Versuch. Der Versuch am 1. Versuchsort dauerte insgesamt nur einen Tag länger als der Versuch am 2. Versuchsort.

[116] nach Nr. 88, vgl. Anhang Nr. 10

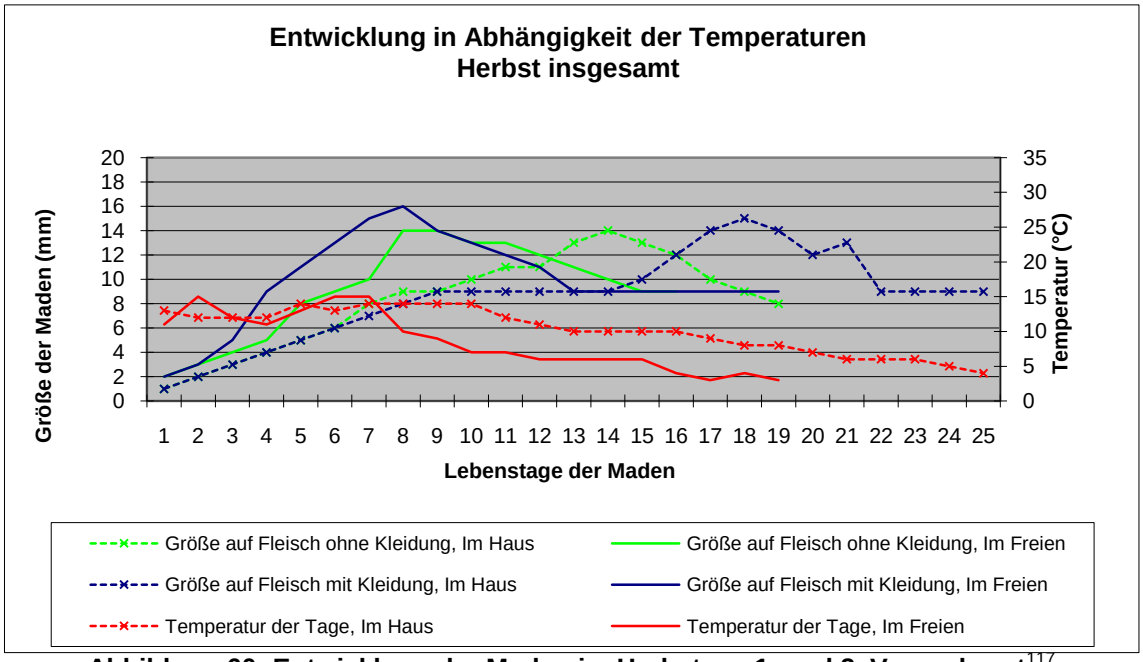

Abbildung 60: Entwicklung der Maden im Herbst am 1. und 2. Versuchsort[117]

Im Herbst waren die Temperaturen am 1. sowie am 2. Versuchsort bis zum siebten Lebenstag der Maden fast identische. Am 2. Versuchsort sanken die Temperaturen jedoch etwas schneller als am 1. Versuchsort. Die Maden A und B entwickelten sich am 2. Versuchsort schneller als die Maden am 1. Versuchsort, wobei beide Madentypen am jeweiligen Versuchsort unregelmäßig voneinander heranwuchsen. Die Maden A des 1. Versuchsortes erreichten ihre Gesamtlänge von 15 mm zehn Tage später als die Maden A des 2. Versuchsortes, die bis zu einer Gesamtlänge von 16 mm heranwuchsen. Die Maden B beider Versuchsorte erreichten 14 mm, wobei die Maden B des 2. Versuchsortes sechs Tage eher ausgewachsen waren. Insgesamt dauerte der Versuch am 1. Versuchsort sechs Tage länger als der Versuch am 2. Versuchsort.

[117] nach Nr. 89, vgl. Anhang Nr. 11

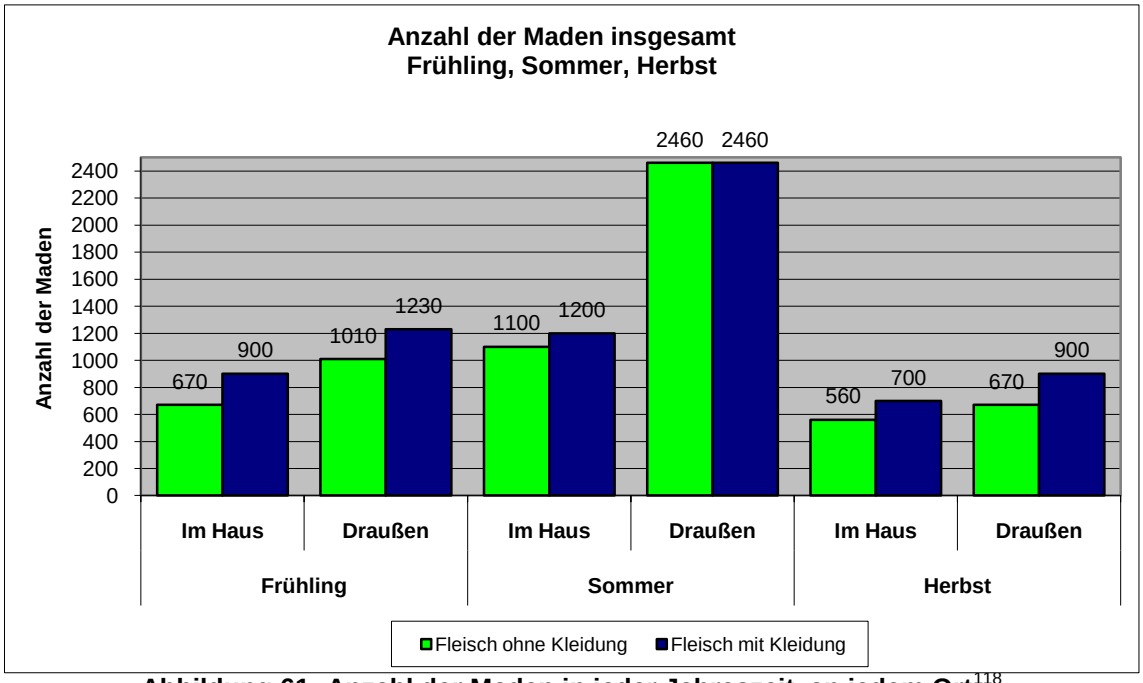

Abbildung 61: Anzahl der Maden in jeder Jahreszeit, an jedem Ort[118]

Allgemein ist zu sagen, dass sich am 2. Versuchsort immer mehr Maden entwickelt haben als am 1. Versuchsort der jeweiligen Jahreszeit. Außerdem erreichten die Maden A immer eine höhere Individuenzahl, mit Ausnahme des 2. Versuchsortes im Sommer. Hier war die Anzahl der Maden A genauso hoch wie die der Maden B. Im Herbst war die Anzahl der Maden grundsätzlich am geringsten, im Frühling war sie etwas höher, wobei die Werte am 1. Versuchsort im Frühling der Werte am 2. Versuchsort im Herbst entsprachen. Im Sommer am 2. Versuchsort trat die höchste Individuenzahl auf, die Werte des 1. Versuchsortes im Sommer entsprechen fast den Werten des 2. Versuchsortes im Frühling. Die Ergebnisse von beiden Versuchsorten im Herbst und im Frühling, sowie die Ergebnisse des 1. Versuchsortes im Sommer ähneln sich mit einer Anzahl von 560 bis 1.230 Maden am ehesten. Doch die Werte der Maden A und B mit einer Individuenzahl von 2.460 im Sommer am 2. Versuchsort treten deutlich hervor. Die Tiere haben sich folglich im Sommer am stärksten ausgebildet, im Herbst dagegen am wenigsten.

Auch in den auftretenden Fliegengattungen wurden im Sommer die größte Vielfalt beobachtet. Hier entwickelten sich am 2. Versuchsort vier verschiedene Gattungen: blaue Schmeißfliegen (*Calliphora*), Goldfliegen (*Lucillia*), eine Art Taufliegen (*Drosophilidae)* und die vermuteten Dungfliegen (*Sphaeroceridae*). Am 2. Versuchort hingegen traten nur Schmeißfliegen der Gattung *Calliphora* (blaue Schmeißfliege) und *Lucillia*

[118] nach Nr. 90

(Goldfliege) auf. Bezüglich der Gattungen ähneln sich die Versuche im Herbst dem Versuch im Sommer am 2. Versuchsort, denn es entwickelten sich ebenfalls sowohl am 1. als auch am 2. Versuchsort im Herbst an beiden Fleischproben nur Schmeißfliegen der Gattung *Calliphora* (blaue Schmeißfliege) und *Lucillia* (Goldfliege). Im Frühling hingegen trat an beiden Versuchsorten nur die Gattung *Calliphora* (blaue Schmeißfliege) auf.

3. Diskussion der Ergebnisse

Zur Entwicklung der Maden in Abhängigkeit der Temperaturen ist Folgendes zu sagen: Die Maden A im Frühling am 1. Versuchsort entwickeln sich schneller als alle anderen, da sie bei relativ niedrigen, jedoch konstanten Temperaturen unter der Kleidung geschützt heranwachsen können. Die Maden B des 1. Versuchsortes entwickeln sich am langsamsten, da die Temperaturen zwar relativ konstant, jedoch zu niedrig sind, um eine schnelle Entwicklung hervorzurufen. Sie sind durch keine zusätzliche Kleidung geschützt, weshalb die Entwicklung langsamer vorangeht.
Am 2. Versuchsort entwickeln sich die Maden im Gegensatz zum 1. Versuchsort fast identisch. Es herrschen zwar größere Temperaturunterschiede und auch die Witterungsverhältnisse sind mit relativ viel Regen nicht sehr günstig für die Madenaufzucht (vgl. Anhang Nr. 12), doch die Durchschnittstemperatur ist insgesamt höher als am 1. Versuchsort. Durch die etwas höheren Temperaturen und den Regen an manchen Tagen ist ein schwüles Klima gegeben, weshalb sich die Maden gleichmäßiger entwickeln können. Somit kann der Versuch am 2. Versuchsort sieben Tage eher beendet werden als der Versuch am 1. Versuchsort.
Beide Madentypen erreichen an beiden Versuchsorten fast die gleiche Gesamtlänge, doch dauert es bei den Maden B am 1. Versuchsort deutlich länger, da diese, wie bereits erwähnt, nicht geschützt und somit kälteren Temperaturen ausgesetzt sind als alle anderen Typen.

Im Sommer entwickeln sich die Maden A und B am 2. Versuchsort schneller als die Maden am 1. Versuchsort, da die Durchschnittstemperaturen am 2. Versuchsort auch höher liegen als am 1. Versuchsort. Außerdem sind die Witterungsverhältnisse für die Entwicklung der Maden sehr günstig, weil es nicht nur sehr warm, sondern auch schwüles Klima gegeben ist (vgl. Anhang Nr. 13). Beide Madentypen wachsen am jeweiligen Versuchsort fast identisch heran, weil auch die Temperaturen relativ konstant bleiben.

Die Maden A und B des 1. Versuchsortes erreichen am fünften und sechsten Lebenstag eine Gesamtlänge von 15 mm und sind somit länger als die Maden am 2. Versuchsort. Die Maden am 2. Versuchsort erlangen jedoch ihre Gesamtlänge, aufgrund der etwas höheren Temperaturen, schon am 4. Lebenstag. Der Versuch am 1. Versuchsort dauert insgesamt auch einen Tag länger als der Versuch am 2. Versuchsort.

Im Herbst entwickeln sich die Maden A und B am 2. Versuchsort schneller als die Maden am 1. Versuchsort, da die Witterungsverhältnisse am 2. Versuchsort offensichtlich gut für die Madenentwicklung geeignet sind. Der Regen an manchen Tagen schafft ein feuchtes Klima (vgl. Anhang Nr. 14), doch nicht zu feucht, denn extreme Feuchtigkeit würde von den Maden gemieden werden, was zum Beispiel Reiter et al. in seiner Arbeit „Bemerkung zur Morphologie forensisch bedeutsamer Fliegenmaden“[119] bestätigt. Außerdem ist die Temperatur am zweiten Lebenstag am 2. Versuchsort etwas höher als am 1. Versuchsort, was den Maden am 2. Versuchsort einen besseren Start zum Wachsen gibt.
Die Maden A entwickeln sich durch die schützende Kleidung am 2. Versuchsort schneller, am 1. Versuchsort dagegen langsamer, was sehr ungewöhnlich ist und sich nicht erklären lässt, da sich die Maden an temperaturgeschützteren Orten eigentlich schneller entwickeln.
Die Maden A des 1. Versuchsortes erreichen deswegen auch ihre Gesamtlänge von 15 mm zehn Tage später als die Maden A des 2. Versuchsortes. Auch die Maden B des 1. Versuchsortes erreichen erst sechs Tage später ihre Gesamtlänge. Insgesamt dauert der Versuch am 1. Versuchsort wegen den fehlenden optimalen Witterungsverhältnissen sechs Tage länger als der Versuch am 2. Versuchsort. Außerdem könnte die minimal höhere Temperatur am 2. Versuchsort zu Beginn der Madenentwicklung ausschlaggebend für die schnellere Entwicklung der Maden am 2. Versuchsort allgemein sein.
Erkenntnisse aus anderen Arbeiten, z.B. von Amendt et al., bestätigen, wie viele vergleichbare andere Untersuchungen, die hier ermittelten Erkenntnisse: Mit steigender Temperatur verläuft die Entwicklung der Maden schneller. Doch gibt es Schwellenwerte, die nicht überschritten werden dürfen, um ein Wachstum der Maden garantieren zu können. Bei ungünstigen Temperatur- und Witterungsverhältnissen geht das Madenwachstum nur langsam voran.

[119] nach Nr. 8, S. 199

Zur Madenanzahl in den Versuchen ist Folgendes zu sagen: am 2. Versuchsort entwickeln sich stets mehr Maden als am 1. Versuchsort, da das Fleisch in der freien Natur von Fliegen wohl besser aufgespürt wird als in einem Raum, in dem nur ein Fenster gekippt ist. Somit sind am Fleisch am 2. Versuchsort immer mehr Fliegen vorhanden als am 1. Versuchsort. Dies hat zur Folge, dass auch weniger Eier auf das Fleisch im Raum gelegt werden als auf das Fleisch in der freien Natur.

Das Fleisch mit Kleidungssimulation wird außerdem stärker besiedelt als das Fleisch ohne Kleidungssimulation. Der Grund hierfür ist, dass die Kleidung vor Witterungsverhältnissen und kälteren Temperaturen mehr schützt, weshalb die Fliegen ihre Eier unter die Kleidung ablegen. Dies ist zum einen darin begründet, dass diese somit auch mehr vor Fressfeinden verborgen bleiben außerdem können sich die Maden besser entwickeln, da sie geschützter leben und sich ungestörter entwickeln.

Ab einer gewissen Außentemperatur empfinden es die Fliegen jedoch nicht mehr als notwendig, die Eier unter die Kleidung abzulegen, damit sie besser geschützt sind. Dies beweist der Versuch am 2. Versuchsort im Sommer. Hier ist die Individuenzahl auf beiden Fleischstücken etwa gleich hoch. Die Fliegen legen folglich die Eier unwillkürlich ab, da die Witterungs- und Temperaturverhältnisse optimale Bedingungen schafften.

Im Herbst ist die Anzahl der Maden insgesamt am geringsten, da zu dieser Zeit die Temperaturen auch am niedrigsten sind und am 1. Versuchsort öfters Regen fällt. Wie schon in Kapitel 1.2 beschrieben, verringern die kälteren Temperaturen und die nasse Umgebung somit die Flugaktivität und die Eiablage der Fliegen. Die Fliegen werden durch den langsameren Verwesungsprozess außerdem nicht stark angezogen und die Maden entwickeln sich ebenfalls langsamer.

Im Frühling sind die Temperaturen etwas höher und die Luftfeuchtigkeit nicht ganz so hoch, deshalb entwickelten sich mehr Maden, die sich jedoch erstaunlicherweise nicht viel schneller entwickeln als im Herbst. Am 1. Versuchsort im Frühling entwickeln sich genauso viele Individuen wie am 2. Versuchsort im Herbst, obwohl die Temperaturen nicht die selben sind. Im Frühling sind die Temperaturen zwischen 8 und 15 °C relativ konstant, die Temperaturen im Herbst draußen sind nur bis zum achten Lebenstag der Maden mit 11 bis 15 °C relativ konstant, danach flachen die Temperaturen bis auf 3 °C ab. In den ersten acht Lebenstagen wachsen die Maden im Herbstversuch auch bis zur Endlänge heran. Die fast konstanten Anfangstemperaturen im Herbstversuch am 2. Versuchsort sind somit möglicherweise der Auslöser für die nahezu gleiche Entwicklung der Maden in diesen beiden Versuchen. Somit ist die Anzahl der Maden in beiden Versuchen am Ende ungefähr gleich groß.

Am 2. Versuchsort im Sommer ist die Anzahl der Maden am höchsten, da die Temperaturen die höchsten sind und die Luftfeuchtigkeit anscheinend optimale Bedingungen für die Maden bietet. Die Zersetzung des Fleisches geht somit sehr schnell voran und lockt zudem stetig neue Fliegen an, die sofort ihre Eier auf die Fleischproben ablegen.
Am 1. Versuchsort im Sommer hingegen ist die Individuenzahl ungefähr genauso hoch wie am 2. Versuchsort im Frühling, obwohl fast genauso hohe Temperaturen herrschen wie am 2. Versuchsort im Sommer. Dies ist der Fall, weil das Fleisch im Raum den Witterungsverhältnissen wie sie draußen herrschen nicht ausgesetzt ist, weshalb der Verwesungsprozess anders ist. So ist der Geruch des Fleisches nicht so intensiv und die Fliegen werden nicht so stark angezogen wie zur selben Jahreszeit am 2. Versuchsort, um ihre Eier darauf zu hinterlassen.
Im Sommer im Haus fördern die höheren Temperaturen im Vergleich zum Frühling eine höhere Eiproduktion und Eiablage der Fliegen, im Frühling draußen werden dafür mehr Fliegen angelockt, die ihre Eier auf den Versuchsobjekten ablegen. Somit entsteht annähernd die gleiche Individuenzahl.
Auch diese Erkenntnisse zur höheren Individuenzahl bei wärmeren Temperaturen werden z.B. von Amendt et al. in seinem Artikel „Forensische Insektenkunde“[120] bestätigt.

Durch die nahezu perfekten Klima- und Witterungsverhältnisse im Sommer ist auch eine höhere Artenvielfalt von Fliegen zu beobachten als im Frühling und im Herbst. Das schwül-warme Klima, was zur schnellen Verwesung der Fleischproben und somit zu einer intensiven Geruchsbildung führt, bietet für Fliegen das perfekte Klima zur schnellen und artenreichen Entwicklung. Allerdings kommt diese Artenvielfalt nur am 2. Versuchsort vor, da es trotz alledem schwieriger für die Fliegen ist, die Fleischproben durch ein nur gekipptes Fenster aufzuspüren, was durch Schröder et al. in seinem Artikel „Artenspektrum und zeitliches Auftreten von Insekten an Wohnungsleichen im Großraum Hamburg“[121] bestätigt wird. Wegen den kälteren Temperaturen im Herbst ist zu dieser Jahreszeit eine geringere Artenvielfalt vorhanden. Im Frühling ist diese Vielfalt dagegen am geringsten, weil nicht nur die Temperaturen wahrscheinlich etwas zu kühl sind, sondern auch die Witterungsverhältnisse keine optimalen Bedingungen für die Ausbildung vieler verschiedener Gattungen zulassen.

[120] nach Nr. 7, S. A 3383
[121] nach Nr. 10, S. 59

III. Schlussbetrachtung und Ausblick

1. Zusammenfassung der Erkenntnisse

Insgesamt wird aus den Versuchen ersichtlich, dass zu wärmeren Jahreszeiten die Eiablage und Insektenaktivität durch den schnelleren und geruchsintensiveren Verwesungsprozess höher ist, als zu kälteren Jahreszeiten. Der Ort, an dem die Leiche liegt, spielt eine genauso große Rolle, da deutlich wird, dass die Insektenaktivität und Artenvielfalt an geschützteren Orten, an denen Fliegen schwer heran kommen, weniger ausgeprägt ist als auf freier Naturfläche. Außerdem legen Fliegen ihre Eier bevorzugt auf Leichen mit Kleidung ab oder tief in Ritzen des Fleisches, da diese dort besser vor Umwelteinflüssen geschützt werden. Zusätzlich wird bewiesen, dass im Sommer eine höhere Artenvielfalt in unserer Region geboten ist als zu kälteren Jahreszeiten.

2. Kritische Reflexion

Die Versuche wurden gewissenhaft durchgeführt und es wurde überdacht gearbeitet. Trotzdem können manche Bereiche verbessert werden.

Am 1. Versuchsort sollten Wohnungsleichen bei relativ konstanter Temperatur simuliert werden. Der Ort war für die durchgeführten Versuche ausreichend. Trotzdem muss bedacht werden, dass dieser Raum weder so gut wie eine Wohnung isoliert ist, noch so eingerichtet ist. Deshalb fanden doch einige Temperaturschwankungen statt, die in einer bewohnten Wohnung womöglich nicht stattgefunden hätten. Deshalb ist zu sagen, dass man bei genaueren Untersuchungen dieser Art einen geeigneteren Ort finden sollte, was aber im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich war.

Weiterhin ist festzuhalten, dass bei wiederholtem Versuchsaufbau die Käfige mit kleinerer Maschengröße des Viereck-Maschendrahts gebaut werden sollten, da im Versuch im Frühling am 2. Versuchsort eine Maus in den Käfig mit dem Fleisch mit Kleidungssimulation eingedrungen ist (vgl. Anhang Nr. 16). Den Versuch hat sie jedoch nicht beeinträchtigt da nichts Auffallendes nach ihrem Eindringen beobachtet wurde.

Außerdem sollte, wenn noch genauere Ergebnisse erwünscht sind und mehrere Daten ausgewertet werden sollen, die Luftfeuchtigkeit und die Lichteinstrahlung jeden Tag gemessen werden und nicht nur zu Beginn jeden Versuches. Doch auch das war im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich.

Außer diesen Fehlern des eigenen Versuchs birgt die Forensische Entomologie selbst auch Fehlerquellen.
Die qualitativ hochwertige Tatortarbeit ist Voraussetzung für ein beweiskräftiges entomologisches Gutachten, doch bereits bei dieser Arbeit am Tatort liegen mögliche Fehlerquellen. Den Beamten ist es oft nicht bewusst, wie wichtig eine Sicherung der Insekten und die begleitende Datenaufnahme am Fundort eines Leichnams sind, um im Nachhinein ein entomologisches Gutachten durchführen zu können. Diese Fehler können zu einer Kette von Fehlinterpretationen führen. Zum Beispiel können nicht ausreichend gesicherte Insekten zu einer falschen Identifizierung der Tiere, darüber hinaus zu einer falschen Altersbestimmung dieser und letztendlich zu einer Fehleinschätzung der Leichenliegezeit führen.
Auch ein wechselnder Liegeort einer Leiche kann ein Problem darstellen. Hat der Leichnam zuvor an einem anderen unbekannten Ort gelegen und wurde er dort von Insekten besiedelt, könnte das eine mögliche Fehlerquelle für die Berechnung der Leichenliegezeit darstellen. Die spezifischen Bedingungen dieses ersten Liegeortes (wie z.B. Temperatur) können folglich nicht berücksichtigt werden, weshalb eine falsche Berechnung nicht auszuschließen ist.[122, 123]
Deshalb ist es sehr wichtig in dieser Wissenschaft äußerst genau und gewissenhaft zu arbeiten und sich bei fehlenden Kenntnissen mit Experten zusammenzuschließen.

3. Forschungsstand mit Zukunftsausblick

Der Forschungsstand der Forensischen Entomologie lässt zum heutigen Zeitpunkt eine relativ genaue Leichenliegezeitbestimmung zu. Doch je länger ein Leichnam liegt, desto schwieriger ist die Frage zu beantworten, wann er mit Insekten besiedelt wurde und wann diese ihre Entwicklung beendeten.
Deshalb ist es in Zukunft notwendig, den Verfall menschlicher Leichen von Anfang bis Ende unter verschiedenen Gesichtspunkten noch mehr zu untersuchen und zu dokumentieren. Doch ist dies bisher nur in Amerika möglich, da es dort die sogenannte „*Bodyfarm*“[124] gibt. In Deutschland beschränkt sich die Forschung der Insektensukzession auf Tierkadaver. Schweinekadaver stellen eine akzeptable Kompromisslösung für Simulationsversuche dar, da diese hinsichtlich der Art und Anordnung der Organe, der Körperbehaarung und des Körpergewichts mit dem Menschen vergleichbar sind.

---

[122] nach Nr. 6, S. 137
[123] nach Nr. 7, S. A 3385
[124] nach Nr. 28: Freiluftlabor und Forschungsstätte für Rechtsmediziner

Mit Hilfe solcher Experimente ist die Forschung bereits ein Stück weiter und reicher an Daten bezüglich der Insektensukzession. Jedoch gibt es weiterhin erheblichen Forschungsbedarf, denn ein Kadaver in einem abgelegenen Waldstück wird von anderen Insekten besiedelt, als ein Leichnam einer städtischen Wohnung. Die Sukzession in einer norddeutschen Region mag von anderen Arten dominiert werden als dies im süddeutschen Raum der Fall ist. Die Liste der Variablen kann beliebig fortgesetzt werden, womit deutlich wird, dass weitere Forschungen auf diesem Gebiet unbedingt erforderlich sind.
Trotz der zahlreichen Möglichkeiten die die Forensische Entomologie bietet, wurde von ihr in Deutschland in den zurückliegenden Jahren kaum Gebrauch gemacht. Dies liegt unter anderem am mangelnden Austausch zwischen Rechtsmedizinern, Entomologen und Ermittlungsbehörden, weshalb zum Beispiel 1997 ein Kooperationsprojekt zwischen den Forschungsinstituten Senckenberg und dem Zentrum für Rechtsmedizin gegründet wurde. Seitdem wird die Zusammenarbeit unter anderem durch Schulungen der Ermittler stetig verbessert. Im Jahr 2002 wurde außerdem die Europäische Vereinigung forensischer Entomologen (European Association of Forensic Entomologists) EAFE gegründet. Diese veranstaltet europaweit Kongresse, bei denen wissenschaftliche Vorträge gehalten und gemeinsame Projekte koordiniert werden, mit dem Ziel, international gültige Standards zu erarbeiten und zu vereinheitlichen. Hierzu zählt zum Beispiel die Asservierung des insektenkundlichen Materials sowie dessen fachgerechte Aus- und Bewertung.[125, 126]

So manche vergangene Kriminalfälle konnten, international gesehen, nur mit Hilfe der Forensischen Entomologie geklärt werden, womit diese Wissenschaft ihre Notwendigkeit bestätigte. Deshalb kann man nur hoffen, dass sich die Forensik schnell weiter entwickelt, denn es wird immer wieder Fälle geben, deren Aufklärung gerade von ihr abhängt.

---

[125] nach Nr. 29
[126] nach Nr. 4, S. 935 ff.

IV. Literatur- und Abbildungsverzeichnis

Bücher

1. Dierl, W. (Hrsg.), Ring, W., Insekten. Mitteleuropäische Arten. Merkmale, Vorkommen, Biologie, BLV Verlagsgesellschaft, München 1988
2. Engel, F. (Hrsg.), Das große Buch der Insekten. Eine Insektenkunde von Fritz-Martin Engel mit Illustrationen vom Verfasser, Keysersche Verlagsbuchhandlung, München 1966
3. Forster, B., Rophol D., Rechtsmedizin, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart 1982
4. Madea, B. (Hrsg.), 100 Jahre Deutsche Gesellschaft für Gerichtliche Medizin/ Rechtsmedizin. Vom Gründungsbeschluss 1904 zur Rechtsmedizin des 21. Jahrhunderts, o.O. 2004
5. Prokop, O. (Hrsg.), Göhler W., Forensische Medizin, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1976

Zeitschriften

6. Amendt, J., Klotzbach, H., Benecke, M., Krettek, R., Zehner, R., Forensische Entomologie, in: Rechtsmedizin, 2004, Nr. 2, S. 172-140
7. Amendt, J., Zehner, R., Bratzke, H., Forensische Insektenkunde. Ein aktueller Forschungszweig der Rechtsmedizin, in: Deutsches Ärzteblatt, 2003, Nr. 100, S. A 3382-A 3385
8. Reiter, C., Wollenek, G., Bemerkung der Morphologie forensisch bedeutsamer Fliegenmaden, in: Zeitschrift für Rechtsmedizin, 1982, Nr. 89, S. 197-206
9. Reiter, C., Wollenek, G., Zur Artbestimmung der Maden forensisch bedeutsamer Schmeißfliegen, in: Zeitschrift für Rechtsmedizin, 1983, Nr. 90, S.309-316
10. Schröder, H., Klotzbach, H., Oesterhelweg, L., Püschel, K., Artenspektrum und zeitliches Auftreten von Insekten an Wohnungsleichen im Großraum Hamburg, in: Rechtsmedizin, 2001, Nr. 11, S. 59-63

Internetadressen

11. http://campus.doccheck.com/uploads/tx_dcmedstudscripts/7262_entomologie.pdf, aufgerufen am 11.September 2010
12. http://www.koeblergerhard.de/der/DERF.pdf, aufgerufen am 19.Dezember 2010
13. http://www.benecke.com/pdf-files/enzyklop.pdf, aufgerufen am 11.September 2010
14. http://www.benecke.com/pdf-files/history.pdf, aufgerufen am 14.September 2010
15. http://www.insektenbox.de/fibel/geb/forens.htm, aufgerufen am 17.September 2010
16. http://flexikon.doccheck.com/Pr%C3%A4dilektionsstelle, aufgerufen am 07.Dezember 2010
17. http://www.insektoid.info/fliegen/schmeissfliegen/, aufgerufen am 16.September 2010

18. http://www.insektoid.info/fliegen/schmeissfliegen/blaue-schmeissfliege/, aufgerufen am 07.Dezember 2010

19. http://www.insektoid.info/fliegen/echte-fliegen/, aufgerufen am 07.Dezember 2010

20. http://www.insektoid.info/fliegen/echte-fliegen/stubenfliege/, aufgerufen am 07.Dezember 2010

21. http://www.insektoid.info/fliegen/fleischfliegen/, aufgerufen am 07.Dezember 2010

22. http://www.klinikum.uni-heidelberg.de/fileadmin/inst_hygiene/tropenhygiene/Tropenambulanz/HTML/Myiasis.html, aufgerufen am 07.Dezember 2010

23. http://www.schaedlingshotline.de/frameset.php?url=/site/pests/kaesefliege.html&, aufgerufen am 19.September 2010

24. http://www.insektenbox.de/kaefer/getotg.htm, aufgerufen am 07.Dezember 2010

25. http://www.wissenschaft-online.de/abo/lexikon/biok/9216, aufgerufen am 10.Dezember 2010

26. http://wiki.benecke.com/index.php?title=2007_Archiv_f%C3%BCr_Kriminologie:Asservierung_von_Insekten-,_Spinnen-_und_Krebsmaterial_f%C3%BCr_die_ forensisch-kriminalistische_Untersuchung, aufgerufen am 18.September 2010

27. http://diverse.freepage.de/cgi-bin/feets/freepage_ext/41030x030A/rewrite/ceeagemilton/sonstiges/biologie.html, aufgerufen am 12.September 2010

28. http://abenteuerwissen.zdf.de/ZDFde/inhalt/16/0,1872,3958288,00.html?dr=1, aufgerufen am 14.Dezember 2010

29. http://www.eafe.org/EAFE_constitution.htm, aufgerufen am 14.Dezember 2010

Bilderverzeichnis

30. Abbildung 1: http://www.benecke.com/images/bildchen16.gif, aufgerufen am 18. September 2010

31. Abbildung 2: http://www.benecke.com/pdf-files/history.pdf, aufgerufen am 10.Dezember 2010

32. Abbildung 3: http://www.benecke.com/images/image18.gif, aufgerufen am 05.Oktober 2010

33. Abbildung 4: http://www.biofa-profi.de/assets/images/big/ophyra_zyklus2.jpg, aufgerufen am 18.September 2010

34. Abbildung 5: http://www.insektoid.info/fliegen/schmeissfliegen/blaue-schmeiss fliege/, aufgerufen am 19.September 2010

35. Abbildung 6: http://www.insektoid.info/fliegen/echte-fliegen/stubenfliege/, aufgerufen am 19.September 2010

36. Abbildung 7: http://www.insektoid.info/fliegen/fleischfliegen/, aufgerufen am 19.September 2010

37. Abbildung 8: http://www.arthropods.de/insecta/diptera/piophilidae/piophilidae Spec01.htm, aufgerufen am 07.Dezember 2010

38. Abbildung 9: - http://www.insektoid.info/kaefer/aaskaefer/, aufgerufen am 07.Dezember 2010

- http://www.insektenbox.de/kaefer/speckk.htm, aufgerufen am 07.Dezember 2010
- http://www.wsl.ch/info/mitarbeitende/reich/naturfotos/kaefer/index_DE, aufgerufen am 07.Dezember 2010

39. Abbildung 10: Eigenes Foto
40. Abbildung 11: Eigenes Foto
41. Abbildung 12: Eigenes Foto
42. Abbildung 13: Eigenes Foto
43. Abbildung 14: Eigenes Foto
44. Abbildung 15: Eigenes Foto
45. Abbildung 16: Eigenes Foto
46. Abbildung 17: Eigenes Foto
47. Abbildung 18: http://www.amazon.de/PCE-222-Feuchtemessger%C3%A4t-Temperaturmessger%C3%A4t-Schallmessger%C3%A4t-orientierenden/dp/B002Q98XKC, aufgerufen am 10.Dezember 2010
47. Abbildung 19: Eigenes Foto
48. Abbildung 20: Eigenes Foto
49. Abbildung 21: Eigenes Diagramm
50. Abbildung 22: Eigenes Foto
51. Abbildung 23: Eigenes Diagramm
52. Abbildung 24: Eigenes Foto
53. Abbildung 25: Eigenes Foto
54. Abbildung 26: Eigenes Foto
55. Abbildung 27: Eigenes Diagramm
56. Abbildung 28: Eigenes Foto
57. Abbildung 29: Eigenes Diagramm
58. Abbildung 30: Eigenes Foto
59. Abbildung 31: Eigenes Foto
60. Abbildung 32: Eigenes Foto
61. Abbildung 33: Eigenes Diagramm
62. Abbildung 34: Eigenes Foto
63. Abbildung 35: Eigenes Diagramm
64. Abbildung 36: Eigenes Foto
65. Abbildung 37: Eigenes Foto
66. Abbildung 38: Eigenes Foto
67. Abbildung 39: Eigenes Diagramm
68. Abbildung 40: Eigenes Foto
69. Abbildung 41: Eigenes Diagramm

70. Abbildung 42: Eigenes Foto
71. Abbildung 43: Eigenes Foto
72. Abbildung 44: Eigenes Foto
73. Abbildung 45: Eigenes Foto
74. Abbildung 46: Eigenes Diagramm
75. Abbildung 47: Eigenes Foto
76. Abbildung 48: Eigenes Diagramm
77. Abbildung 49: Eigenes Foto
78. Abbildung 50: Eigenes Foto
79. Abbildung 51: Eigenes Foto
80. Abbildung 52: Eigenes Diagramm
81. Abbildung 53: Eigenes Foto
82. Abbildung 54: Eigenes Diagramm
83. Abbildung 55: Eigenes Foto
84. Abbildung 56: Eigenes Foto
85. Abbildung 57: Eigenes Foto
86. Abbildung 58: Eigenes Diagramm
87. Abbildung 59: Eigenes Diagramm
88. Abbildung 60: Eigenes Diagramm
89. Abbildung 61: Eigenes Diagramm
91. Abbildung 62: http://diverse.freepage.de/cgi-bin/feets/freepage_ext/41030x030A/rewrite/ceeagemilton/sonstiges/made.html, aufgerufen am 10.Dezember 2010

V. Anhang

1.: Multifunktion- Umweltmessgerät PCE 222

	Bereich	Genauigkeit
Licht (Sensor im Gerät)	40, 400, 4000, 40000 lux (40000 Bereich, Anzeige x10)	± 5 % der Ablesung + 10 digit (kalibriert auf Normlicht bei 2856 K)
Feuchte (Sensor im Gerät)	25 … 95 % r.F.	± 5 % r.F. (35 … 95 % r.F.)
Temperatur	-20 … +400 °C (intern) -20 … +750 °C (K- Typ)	± 3 % der Ablesung ± 2 °C (intern) ± 3,5 % der Ablesung ± 2 °C (K- Typ)

2.:

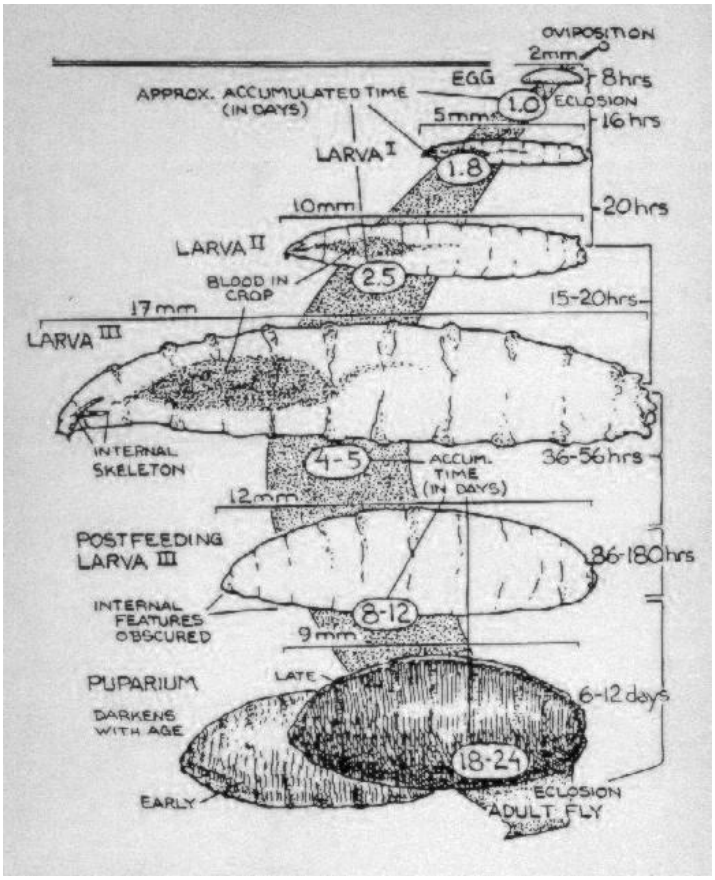

Abbildung 62: Entwicklungsschema einer Made[127]

[127] vgl. Nr. 91

3.: Tabelle zur Abbildung 21: Entwicklung der Maden im Frühling am 1. Versuchsort

Frühling: 1. Versuchsort			
Lebenstag	**Temperatur (in °C)**	**Größe (in mm) auf Fleisch ohne Kleidung**	**Größe (in mm) auf Fleisch mit Kleidung**
1	12	2	1
2	14	4	2
3	13	5	3
4	13	8	4
5	12	11	4
6	10	12	4
7	11	13	5
8	9	15	7
9	12	16	8
10	12	18	9
11	12	18	12
12	10	18	13
13	9	18	13
14	9	18	14
15	10	15	15
16	12	12	16
17	12	9	17
18	9	8	17
19	10	7	17
20	10	7	15
21	10		12
22	14		9
23	12		9
24	12		8
25	9		8

4.: Tabelle zur Abbildung 27: Entwicklung der Maden im Frühling am 2. Versuchsort

Frühling: 2. Versuchsort			
Lebenstag	**Temperatur (in °C)**	**Größe (in mm) auf Fleisch ohne Kleidung**	**Größe (in mm) auf Fleisch mit Kleidung**
1	9	1	1
2	9	2	2
3	8	4	4
4	8	5	5
5	12	6	7
6	10	7	8
7	9	9	10
8	8	11	12
9	10	13	14
10	16	15	15
11	19	16	16
12	24	17	18
13	24	17	18
14	23	15	14
15	16	14	12
16	19	9	11
17	19	9	9
18	24	8	7

5.: Tabelle zur Abbildung 33: Entwicklung der Maden im Sommer am 1. Versuchsort

Sommer: 1. Versuchsort			
Lebenstag	**Temperatur (in °C)**	**Größe (in mm) auf Fleisch ohne Kleidung**	**Größe (in mm) auf Fleisch mit Kleidung**
1	20	1	1
2	22	3	2
3	25	6	4
4	29	9	8
5	29	12	15
6	25	15	14
7	28	10	10
8	22	7	8
9	24	7	7

6.: Tabelle zur Abbildung 39: Entwicklung der Maden im Sommer am 2. Versuchsort

Sommer: 2. Versuchsort			
Lebenstag	**Temperatur (in °C)**	**Größe (in mm) auf Fleisch ohne Kleidung**	**Größe (in mm) auf Fleisch mit Kleidung**
1	27	2	2
2	28	4	4
3	31	7	8
4	31	13	12
5	29	12	11
6	26	9	10
7	32	7	8
8	30	7	8

7.: Tabelle zur Abbildung 46: Entwicklung der Maden im Herbst am 1. Versuchsort

Herbst: 1. Versuchsort			
Lebenstag	**Temperatur (in °C)**	**Größe (in mm) auf Fleisch ohne Kleidung**	**Größe (in mm) auf Fleisch mit Kleidung**
1	13	1	1
2	12	2	2
3	12	3	3
4	12	4	4
5	14	5	5
6	13	6	6
7	14	8	7
8	14	9	8
9	14	9	9
10	14	10	9
11	12	11	9
12	11	11	9
13	10	13	9
14	10	14	9
15	10	13	10
16	10	12	12
17	9	10	14
18	8	9	15
19	8	8	14
20	7		12
21	6		13
22	6		9
23	6		9
24	5		9
25	4		9

8.: Tabelle zur Abbildung 52: Entwicklung der Maden im Herbst am 2. Versuchsort

Herbst: 2. Versuchsort			
Lebenstag	**Temperatur (in °C)**	**Größe (in mm) auf Fleisch ohne Kleidung**	**Größe (in mm) auf Fleisch mit Kleidung**
1	11	2	2
2	15	3	3
3	12	4	5
4	11	5	9
5	13	8	11
6	15	9	13
7	15	10	15
8	10	14	16
9	9	14	14
10	7	13	13
11	7	13	12
12	6	12	11
13	6	11	9
14	6	10	9
15	6	9	9
16	4	9	9
17	3		9
18	4		9
19	3		9

9.: Tabelle zur Abbildung 58: Entwicklung der Maden im Frühling am 1. und 2. Versuchsort

	Frühling					
	1. Versuchsort			**2. Versuchsort**		
Lebens-tag	***Temp. (°C)***	***Größe (mm) ohne Kleidung***	***Größe (mm) mit Kleidung***	***Temp. (°C)***	***Größe (mm) ohne Kleidung***	***Größe (mm) mit Kleidung***
1	12	2	1	9	1	1
2	14	4	2	9	2	2
3	13	5	3	8	4	4
4	13	8	4	8	5	5
5	12	11	4	12	6	7
6	10	12	4	10	7	8
7	11	13	5	9	9	10
8	9	15	7	8	11	12
9	12	16	8	10	13	14
10	12	18	9	16	15	15
11	12	18	12	19	16	16
12	10	18	13	24	17	18
13	9	18	13	24	17	18
14	9	18	14	23	15	14
15	10	15	15	16	14	12
16	12	12	16	19	9	11
17	12	9	17	19	9	9
18	9	8	17	24	8	7
19	10	7	17			
20	10	7	15			
21	10		12			
22	14		9			
23	12		9			
24	12		8			
25	9		8			

10.: Tabelle zur Abbildung 59: Entwicklung der Maden im Sommer am 1. und 2. Versuchsort

	Sommer					
	1. Versuchsort			**2. Versuchsort**		
Lebens-tag	***Temp. (°C)***	***Größe (mm) ohne Kleidung***	***Größe (mm) mit Kleidung***	***Temp. (°C)***	***Größe (mm) ohne Kleidung***	***Größe (mm) mit Kleidung***
1	20	1	1	27	2	2
2	22	3	2	28	4	4
3	25	6	4	31	7	8
4	29	9	8	31	13	12
5	29	12	15	29	12	11
6	25	15	14	26	9	10
7	28	10	10	32	7	8
8	22	7	8	30	7	8
9	24	7	7			

11.: Tabelle zur Abbildung 60: Entwicklung der Maden im Herbst am 1. und 2. Versuchsort

	Herbst					
	1. Versuchsort			**2. Versuchsort**		
Lebens-tag	***Temp. (°C)***	***Größe (mm) ohne Kleidung***	***Größe (mm) mit Kleidung***	***Temp. (°C)***	***Größe (mm) ohne Kleidung***	***Größe (mm) mit Kleidung***
1	13	1	1	11	2	2
2	12	2	2	15	3	3
3	12	3	3	12	4	5
4	12	4	4	11	5	9
5	14	5	5	13	8	11
6	13	6	6	15	9	13
7	14	8	7	15	10	15
8	14	9	8	10	14	16
9	14	9	9	9	14	14
10	14	10	9	7	13	13
11	12	11	9	7	13	12
12	11	11	9	6	12	11
13	10	13	9	6	11	9
14	10	14	9	6	10	9
15	10	13	10	6	9	9
16	10	12	12	4	9	9
17	9	10	14	3		9
18	8	9	15	4		9
19	8	8	14	3		9
20	7		12			
21	6		13			
22	6		9			
23	6		9			
24	5		9			
25	4		9			

12.: Tabelle zu den Klima- und Witterungsverhältnissen im Frühling am 2. Versuchsort (Draußen)

Frühling: 2. Versuchsort				
Tag	**Datum**	**Temperatur in °C** (8.00Uhr – 14.00Uhr – 20.00Uhr)	**Durchschnitts-temperatur in °C**	**Wetter allgemein**
Mi	05.05.10	Erst ab Mittag: 14 – 8	11	Sehr windig, keine Sonne
Do	06.05.10	10 – 10 – 8	9,3	Ganzen Tag Regen
Fr	07.05.10	6 – 8 – 8	7,3	Ganzen Tag Nieselregen
Sa	08.05.10	8 – 11 – 9	9,3	Kein Regen mehr
So	09.05.10	3,9 – 15 – 9	9,3	Wenig Sonne, sehr schwül
Mo	10.05.10	9,5 – 14 – 9	10,8	
Di	11.05.10	9,8 – 20,5 – 8	12,8	Bisschen Sonnenschein
Mi	12.05.10	8 – 11 – 8	9	Nacht davor Gewitter, Regen
Do	13.05.10	8 – 11 – 7	8,6	
Fr	14.05.10	7 – 11 – 7	8,3	Ganzen Tag Regen
Sa	15.05.10	7 – 10 – 8	8,3	Bisschen Regen
So	16.05.10	7 – 19 – 11	12,3	Etwas windig und sonnig
Mo	17.05.10	7 – 17 – 7	10,3	Etwas windig, wenig Sonne
Di	18.05.10	7 – 14 – 7	9,3	Nacht davor: Regen; sehr windig, Nieselregen
Mi	19.05.10	8,2 – 9 – 8	8,4	Viel Regen
Do	20.05.10	10 – 12 – 9	10,3	Nieselregen
Fr	21.05.10	11 – 20,7 – 16	15,9	Kein Regen
Sa	22.05.10	15 – 21,8 – 19	18,6	Sonnenschein
So	23.05.10	14 – 34 – 23	23,6	Sonnenschein
Mo	24.05.10	23 – 27 – 23	24,3	Meist sonnig
Di	25.05.10	19,5 – 27 – 22	22,8	Nicht viel Sonne
Mi	26.05.10	16 – 17 – 15	16	Schwül, viel Regen
Do	27.05.10	19 – 20 – 19	19,3	Schwül, manchmal sonnig
Fr	28.05.10	17,5 – 21 – 18	18,8	Schwül, manchmal Regen
Sa	29.05.10	22 – 27 – 22	23,6	Sonnenschein

13.: Tabelle zu den Klima- und Witterungsverhältnissen im Sommer am 2. Versuchsort (Draußen)

Sommer: 2. Versuchsort				
Tag	**Datum**	**Temperatur in °C** (7.00Uhr – 14.00Uhr – 21.00Uhr)	**Durchschnitts-temperatur in °C**	**Wetter allgemein**
Di	06.07.10	Nur 21.00Uhr: 25,4	25,4	Windig, aber sonnig
Mi	07.07.10	8 – 30,2 – 24,3	20,8	Nur Nachmittag viel Sonne
Do	08.07.10	16 – 32,4 – 32,5	27	Sehr heiß, viel Sonne
Fr	09.07.10	15 – 35 – 32,4	27,5	Sehr heiß, viel Sonne
Sa	10.07.10	21 – 37 – 35,7	31,2	Sehr heiß, viel Sonne
So	11.07.10	25 – 35,7 – 32,3	31	Sehr schwül, sonnig
Mo	12.07.10	23 – 34,7 – 29,2	29	Sehr schwül, heiß
Di	13.07.10	20,2 – 30,6 – 27,5	26,1	Warm, Sonne abwechselnd herausen
Mi	14.07.10	26 – 38,5 – 31,4	32	Sehr heiß, Nacht davor Gewitter
Do	15.07.10	20,2 – 37 – 32,3	29,8	Weniger Sonne, aber sehr warm

14.: Tabelle zu den Klima- und Witterungsverhältnissen im Herbst am 2. Versuchsort (Draußen)

Herbst: 2. Versuchsort				
Tag	**Datum**	**Temperatur in °C** (7.00Uhr – 14.00Uhr – 21.00Uhr)	**Durchschnitts-temperatur in °C**	**Wetter allgemein**
Mi	29.09.10	Ab 9.00Uhr: 8 – 14 – 10	10,7	
Do	30.09.10	6 – 15 – 11	10,7	
Fr	01.10.10	10 – 11 – 10	10,3	Über Nacht: Regen
Sa	02.10.10	9 – 11 – 13	11	Regnerisch, Nieseln
So	03.10.10	13 – 21 – 10	14,7	Viel Sonne
Mo	04.10.10	6 – 19 – 11	12	Sonne, windig
Di	05.10.10	8 – 15 – 10	11	regnerisch
Mi	06.10.10	7 – 20 – 11	12,7	Leichter Nieselregen
Do	07.10.10	14 – 19 – 11	14,7	
Fr	08.10.10	12 – 22 – 10	14,7	Viel Sonne
Sa	09.10.10	3 – 21 – 7	10,3	sonnig
So	10.10.10	3 – 19 – 4	8,7	
Mo	11.10.10	2 – 12 – 6	6,7	Sonne, aber kalt
Di	12.10.10	3 – 11 – 7	7	
Mi	13.10.10	2 – 10 – 6	6	
Do	14.10.10	5 – 7 – 6	6	
Fr	15.10.10	6 – 8 – 5	6,3	
Sa	16.10.10	5 – 7 – 5	5,7	Regen
So	17.10.10	2 – 6 – 4	4	
Mo	18.10.10	1 – 7 – 5	4,3	
Di	19.10.10	0,4 – 5,6 – 3	3	
Mi	20.10.10	2 – 6 – 3	3,7	Regen
Do	21.10.10	1 – 5 – 4	3,3	

15.: Tabellen über das Geschehen auf dem Fleisch im Frühling am 1. Versuchsort

Lebens-tag	Geschehen auf Fleisch ohne Kleidung	Größe in mm
1	Ca. 40 Larven gut sichtbar, hauptsächlich auf Fettschicht	1
2 – 5	Ca. 20 Maden sichtbar, schon etwas größer, langsame Bewegungen, sonst keine Veränderung	4
6	Immer weniger Maden vorhanden, sonst keine Veränderung	4
7	Minimal größere Maden als am Vortag	5
8	Größer als am Vortag	7
9	Keine einzige Made mehr da	
10	Plötzlich so große Maden vorhanden wie auf Fleisch mit Kleidung	9
11 – 14	Weiterhin wenige große Maden vorhanden, sonst keine Veränderung	12
15	Sehr große Maden vorhanden	15
16 – 20	Immer weniger Maden vorhanden, dafür mehr auf dem Boden; manche vom Boden in eine Zuchtschale gegeben	17
21 – 22	Keine Maden am Fleisch mehr vorhanden; Maden in Zuchtschale haben sich verpuppt, Puppen sind dunkelrot bis schwarz	9
23	Keine Veränderung; kleine Käfer am Fleisch entdeckt	
24 – 25	Keine Veränderung, Maden alle weg → am Boden alle verpuppt und aufgesammelt im Behälter, Puppen sind schwarz	8

Lebens-tag	Geschehen auf Fleisch mit Kleidung	Größe in mm
1	Unzählige Larven; kleiner als auf Fleisch ohne Kleidung	1 – 2
2 – 5	Wenige auf Fettschicht unter der Kleidung, unzählige zwischen Fettschicht und Fleisch; größer als Maden auf Fleisch ohne Kleidung; immer wieder größere Maden als am Vortag; auch wieder kleinere vorhanden	5 – 11
6 – 7	Maden größer als am Vortag, Körper werden dunkler	12
8	Viel größer als am Vortag, auch wieder vereinzelt kleinere; Fleisch schon fast hohl	14 – 16
9 – 10	Sehr große Maden, schon auf den Boden gefallen und außerhalb der Kleidung	18
11 – 14	Keine Veränderung, nur immer mehr fallen auf den Boden, wandern weg vom Fleisch	18
15	Kleinere Maden als auf Fleisch ohne Kleidung vorhanden	14 – 16
16 – 20	Fleisch fast schon komplett ausgehöhlt, Maden wandern alle weg bis nur noch sehr wenige auf dem Fleisch vorhanden sind, dafür viele auf dem Boden; vom Boden aufgesammelt und in eine Zuchtschale gegeben	18
21 – 22	Keine Veränderung am Fleisch; Maden in Zuchtschale haben sich verpuppt	7

16.: Tabellen über das Geschehen auf dem Fleisch im Frühling am 2. Versuchsort

Lebens-tag	Geschehen auf Fleisch ohne Kleidung	Größe in mm
1 – 2	Kleine Maden vorhanden, so groß wie Fliegeneier	1-2
3 – 4	Unzählige Eier und Maden vorhanden, schon größer als am Vortag	4-5
5 – 6	Unzählige, schon größere Maden als am Vortag, tief im Fleisch	7
7 – 9	Rasante Entwicklung, schon sehr große Maden dabei; Fleisch stinkt; viel Schleim um Fleisch	9-13
10	Große Maden werden häufiger, sonst wie am Vortag; viele Fliegen vorhanden	15
11 – 12	Viele große Maden vorhanden, vom Fleisch nur noch wenig da; Maden haben eine Art Nest zwischen Fleisch und Erdboden; einige Maden aus „Nest“ in Zuchtbehälter	17
13	Meisten Maden sind zwischen Fleisch und Erdboden, sonst keine Veränderung	15-14
14	„Nest“ ist leer, nur noch zwei Maden entdeckt; einige kleine Käfer vorhanden und einige große	9
15 – 18	Nichtsmehr vorhanden, außer unterschiedliche Käfer	8

Lebens-tag	Geschehen auf Fleisch mit Kleidung	Größe in mm
1 – 2	Kleine Maden vorhanden, so groß wie Fliegeneier	1-2
3 – 4	Unzählige Eier und Maden vorhanden, schon größer als am Vortag	5
5 – 6	Unzählige, schon größere Maden als am Vortag, tief im Fleisch; am sechsten Tag eine kleine rötliche Maus im Käfig entdeckt	8
7 – 9	Rasante Entwicklung, schon sehr große Maden dabei; Maden quillen zu beiden Seiten vom Fleisch (nach Aufwickeln) raus; Fleisch stinkt; viel Schleim um Fleisch	11
10	Große Maden werden häufiger, sonst wie am Vortag; viele Fliegen vorhanden	14
11 – 12	Viele große Maden vorhanden, das noch wenige Fleisch zieht sich auseinander; einige Maden in Zuchtbehälter getan	16
13	Meisten Maden sind zwischen Fleisch und Erdboden, sonst keine Veränderung	18
14	Wenige Maden vorhanden; nur noch kleine Fliegen und Käfer gesehen	14
15 – 18	Erst noch drei, dann keine Maden mehr vorhanden; nur noch unterschiedliche Käfer	9-7

17.: Tabellen über das Geschehen auf dem Fleisch im Sommer am 1. Versuchsort

Lebens-tag	Geschehen auf Fleisch ohne Kleidung	Größe in mm
1	Unzählige kleine Larven und zusätzliche Eier	1
2	Ca. doppelt so große Maden wie am Vortag, sehr viele	3
3	Größere Maden wie an Fleisch mit Kleidung, aber wenigere	4 – 6
4 – 6	Viele große Maden, fliehen schon vom Fleisch; größer als an Fleisch mit Kleidung	15
7 – 8	Maden werden weniger, auch wieder kleinere vorhanden; viele vertrocknet am Boden; schon Puppen am Boden	1,0 – 0,7
9	Keine einzige Made mehr da; Fleisch leer, vertrocknet und leicht	

Lebens-tag	Geschehen auf Fleisch mit Kleidung	Größe in mm
1	Unzählige kleine Larven und zusätzliche Eier	1
2	Ca. doppelt so große Maden wie am Vortag	2
3	Maden größer als am Vortag, aber kleiner als auf Fleisch ohne Kleidung, dafür mehrere	4
4 – 5	Viele große Maden, fliehen schon vom Fleisch	15
6 – 8	Nur noch kleine wenige Maden, auch vertrocknete Maden am Boden; Puppen am Boden	6 – 8
9	Keine einzige Maden mehr da; Fleisch leer, vertrocknet und leicht	

18.: Tabellen über das Geschehen auf dem Fleisch im Sommer am 2. Versuchsort

Lebens-tag	Geschehen auf Fleisch ohne Kleidung	Größe in mm
1	Kleine Larven vorhanden, unzählige Eier	1
2 – 3	Unzählige Eier und Maden vorhanden, schon vereinzelt große dabei; wenigere Maden als an Fleisch mit Kleidung	2 – 4; vereinzelt 7
4	Nicht mehr sehr große Maden vorhanden; bauen sich „Nest“ zwischen Fleischstück und Boden; einige Maden in Zuchtbehälter	13
5	Nur kleinere, wenige Maden vorhanden	7
6 – 8	Keine Maden mehr vorhanden	

Lebens-tag	Geschehen auf Fleisch mit Kleidung	Größe in mm
1	Kleine Larven vorhanden, unzählige Eier	1
2 – 3	Unzählige Eier und Maden vorhanden, schon vereinzelt große dabei; mehr Maden als an Fleisch ohne Kleidung	2 – 4; vereinzelt 8
4	Nicht mehr sehr große Maden vorhanden; bauen sich Nest zwischen Fleischstück und Boden; einige Maden in Zucht-behälter	12
5 – 7	Einige kleinere Maden vorhanden; werden immer weniger	4 – 8
8	Letztes Stückchen Fleisch mit Maden in Zuchtbox zur Ver-puppung, sonst wären alle Maden über Nacht weg	8

19.: Tabellen über das Geschehen auf dem Fleisch im Herbst am 1. Versuchsort

Lebens-tag	Geschehen auf Fleisch ohne Kleidung	Größe in mm
1 – 2	Viele kleine Larven und zusätzlich noch Eier	1
3 – 4	Larven im Fleisch tief verkrochen, mehr Eier, ein Käfer	2 – 3
5	Fleisch aufgeschnitten, um verkrochenen Maden zu sehen → Maden schon größer	5
6	Einige große Maden auf einer „Linie“	6
7 - 9	Auch wieder kleinere Maden, lautes Schmatzen hörbar, viele große Maden	8 – 9
10 – 14	Große Maden nur noch in einzelnen Löchern, lautes Schmatzen	10 – 14
15 – 18	Immer weniger Maden an Fleisch, viele liegen daneben, regen sich nicht mehr	13 – 9
19	Keine Maden mehr vorhanden, nur noch unter Plastiktüte	8

Lebens-tag	Geschehen auf Fleisch mit Kleidung	Größe in mm
1 – 2	kleine Larven und zusätzliche Eier	1
3 – 4	Mehr Maden, kaum sichtbar, verstecken sich tief	2
5 – 6	Viele Maden außen am Fleisch, sonst in einzelnen Löchern	5
7 – 8	Wenigere, aber große Maden tiefer versteckt im Fleisch	6 – 7
9 – 14	Unzählige große Maden, verlassen z.T. schon Fleisch	9
15 – 18	Viele große Maden im Fleisch, weniger außen, lautes Schmatzen	10 – 15
19 – 21	Weiterhin lautes Schmatzen, viele Maden, tief im Fleisch	14
22 – 25	Noch ca. 50 große Maden, werden immer weniger, bis keine mehr da ist, werden langsamer, bewegen sich am Ende nichtmehr	Puppen: 9

20.: Tabellen über das Geschehen auf dem Fleisch im Herbst am 2. Versuchsort

Lebens-tag	Geschehen auf Fleisch ohne Kleidung	Größe in mm
1	Kleine Larven vorhanden, Eier	2
2 – 3	Viele Fliegen, viele Larven; verstecken sich tief, einzelne Anhäufungen von Larven	4
4	Viele kleine Löcher, schon größere Maden	5
5	Nur an einzelnen Löchern Maden erkennbar, größer als am Vortag	8
6 – 7	Maden mehr an der Oberfläche, viele Fliegen; Maden zusätzlich in Box zur Verpuppung	10
8	Wieder kleinere Maden da, näher an der Fleischoberfläche	14
9 – 13	Große Maden, schmatzen laut, in einzelnen Löchern	13 – 11
14 – 16	Maden werden weniger, wandern nach innen, bis gar keine mehr da ist	9

Lebens-tag	Geschehen auf Fleisch mit Kleidung	Größe in mm
1	Kleine Larven vorhanden, unzählige Eier	2
2 – 3	Unzählige Maden, schon größer, verstecken sich tief im Fleisch	3 – 5
4 – 5	Viele kleine Maden, aber auch große dabei, verkriechen sich an einzelnen Stellen	9 – 11
6 – 7	Große Maden zusätzlich in Box zur Verpuppung, viele Löcher	12 – 15
8	Viele Maden innen, kommen langsam an Fleischoberfläche	16
9 - 13	Sehr viele Maden in einem Spalt vom Fleisch, werden langsam weniger	13 – 9
14 – 19	Maden werden ganz wenig, bis keine mehr da sind	Puppen: 9

21.: Daten- CD

- Ordner 1: Facharbeit
- Ordner 2: verwendete Internetseiten
- Ordner 3: Bilder zu den jeweiligen Versuchen

VI. Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die Facharbeit ohne fremde Hilfe angefertigt und nur die im Literaturverzeichnis angeführten Quellen und Hilfsmittel benützt habe.

_____

Godeldorf, den 22.12.2010