

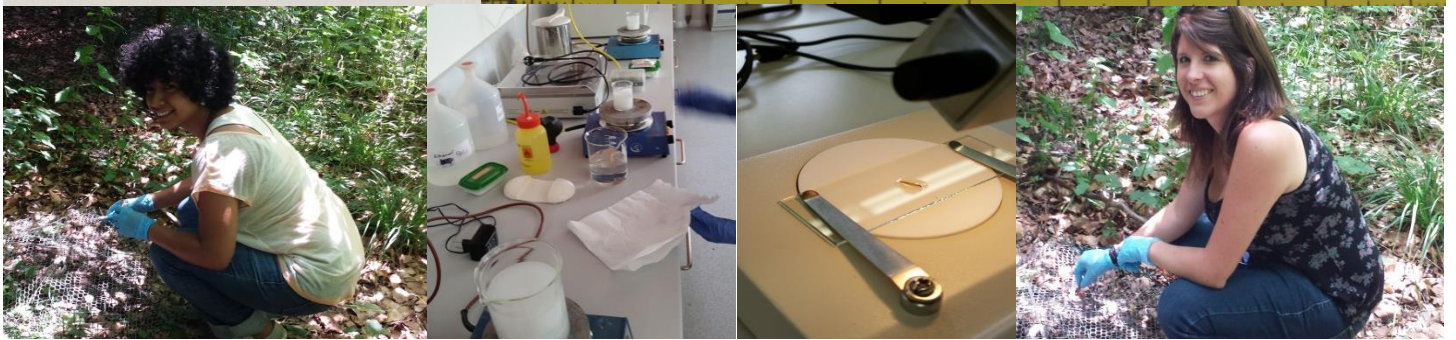


Projektarbeit BTA 9/13

Faldeelah Horak, Nina Linder

# Forensische Entomologie

-Berechnung der Leichenliegezeit mit Hilfe von Maden-





# Projektarbeit 2014/2015

Zweijähriges Berufskolleg für  
Biologisch-technische Assistenten (BTA)

## **Forensische Entomologie – Berechnung der Leichenliegezeit mit Hilfe von Maden**

Faldeelah Horak,  
Nina Linder



# Projektarbeit 2014/2015

Zweijähriges Berufskolleg für  
Biologisch-technische Assistenten (BTA)

## **Forensische Entomologie – Berechnung der Leichenliegezeit mit Hilfe von Maden**

**Verfasser:** Faldeelah Horak,  
Nina Linder

**Betreuer:** Herr Bretschneider

**Bernd Blindow Schulen**  
**Allmannsweilerstr. 104 | 88046 Friedrichshafen**

# Inhaltsverzeichnis

1 Inhaltsverzeichnis .....	4
2 Vorwort .....	7
3 Einleitung .....	7
4 Definition "Forensische Entomologie" .....	8
5 Geschichtlicher Hintergrund.....	8
6 Zielsetzung .....	9
7 Theoretische Grundlagen .....	10
7.1 Allgemeiner Körperbau von Insekten .....	10
7.2 Leicheninsekten – hier: Fliegen (Diptera) .....	12
7.2.1 Calliphoridae (Schmeißfliegen).....	12
7.2.2 Muscidae (Echte Fliegen).....	13
7.2.3 Piophilidae (Käsefliege) .....	14
7.3 Leicheninsekten – hier: Käfer (Coleoptera) .....	15
7.3.1 Geotrupidae (Mistkäfer).....	15
7.3.2 Silphidae (Aaskäfer) <sup>24</sup> .....	16
7.3.3 Staphylinidae (Kurzflügler) .....	17
7.4 Entwicklungszyklus von Fliegen (Metamorphose) <sup>28</sup> .....	18
7.4.1 Holometabole Insekten .....	19
7.4.2 Hemimetabole Insekten <sup>31</sup> .....	20
8 Der Versuch.....	21
8.1 Auslegen des Rehkopfs.....	21
8.2 Einsammeln der Leicheninsekten .....	22
9 Praktische Methoden .....	23
9.1 Knochenreinigung.....	23
9.1.1 Vorversuche mit Testknochen .....	23
9.1.2 Reinigung der Rehknochen .....	25
9.2 Insektenbestimmung.....	26
9.3 Entnahme der Mundwerkzeuge .....	27

10 Ergebnisse .....	28
10.1 Knochenreinigung.....	28
10.1.1 Vorversuche mit Testknochen .....	28
10.1.2 Reinigung der Rehknochen.....	28
10.2 Insektenbestimmung.....	29
10.3 Entnahme der Mundwerkzeuge .....	31
11 Berechnung der Leichenliegezeit .....	33
11.1 Die Berechnung in der Theorie .....	33
11.2 Rechenbeispiel – Ein wahrer Fall <sup>43</sup> .....	35
11.3 Rechenbeispiel – Unser Versuch als fiktiver Fall.....	36
12 Diskussion.....	38
12.1 Knochenreinigung.....	38
12.1.1 Vorversuche mit Testknochen .....	38
12.1.2 Reinigung der Rehknochen .....	38
12.2 Insektenbestimmung.....	38
12.3 Entnahme der Mundwerkzeuge .....	39
13 Zusammenfassung.....	40
14 Glossar (Fachbegriffe und Fremdwörter) .....	41
15 Literaturverzeichnis.....	44
16 Bild- und Tabellenverzeichnis.....	47
17 Danksagung .....	53
18 Jägererklärung.....	54
19 Selbständigkeitserklärung .....	55



„Wir wissen so gut wie nichts über sie.

Dabei sind sie allgegenwärtig.

Wir halten sie für den letzten Dreck.

Dabei räumen ihre Larven unseren Unrat weg.

Wir schimpfen sie Ungeziefer.

Dabei sind ihre Maden Schädlingsvernichter.

Wir versuchen sie auszurotten.

Dabei bestäuben sie unsere Pflanzen.

Wir wünschen sie zum Teufel –

und haben Glück, dass sich

unser Wunsch nicht erfüllt.<sup>1</sup> „

## 2 Vorwort

Da das Thema der Forensischen\* Entomologie\* normalerweise kein Alltagsthema ist, stellt sich die Frage, wie wir überhaupt darauf gekommen sind:

Wir beide sind Freunde der Kriminalistik\* und Rechtsmedizin\*. So kam es auch, dass wir die Bücher "Chemie des Todes", "Kalte Asche" und "Leichenblässe" von Simon Beckett gelesen haben. Auf der Suche nach einem geeigneten Thema für unsere Projektarbeit kam uns dadurch nach kurzer Zeit die Forensische Entomologie in den Sinn. Denn vor allem im ersten Teil der Bücherreihe von Simon Beckett ("Chemie des Todes") steht die Insektenkunde im Mittelpunkt der Geschichte: ein polizeilicher Fall wird mit Hilfe der Forensischen Entomologie gelöst.

Natürlich handelt es sich im Roman nur um eine erfundene Geschichte, aber wir beide wussten, dass die Aufklärung vieler Ermittlungen bei realen Fällen vom Wissen forensischer Entomologen abhängt. Nach kurzer Recherche im Internet sind wir auf Dr. Mark Benecke gestoßen. Er ist ein deutscher Kriminalbiologe, Forensischer Entomologe, Blutspurexperte und der Autor des Buches "Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie". In seinem Werk wird Grundwissen über die Forensische Entomologie, sowie Methoden und Anhaltspunkte Forensischer Entomologen thematisiert. Nachdem wir das Buch gelesen und uns mit unseren Betreuern abgesprochen hatten, stand das Thema der Projektarbeit fest: Die Forensische Entomologie.

## 3 Einleitung

Bevor wir unsere Idee ausführen konnten, haben wir folgende wichtige bürokratische Fragen geklärt:

- 1) Wird das deutsche Tierschutzgesetz (TSchG) eingehalten?
- 2) Liegt im Laufe des Versuchs eventuell ein Verstoß gegen das Seuchenschutzgesetz vor (Grund: entstehende Fäulnisflüssigkeiten\*)?
- 3) Welches Versuchstier kann verwendet werden und wer kann es bereitstellen, ohne das TSchG zu verletzen?
- 4) Müssen für den Versuch Genehmigungen eingeholt werden?

Nach Absprache mit unserem Projektbetreuer Herrn Peter Bretschneider, der gleichzeitig auch der Tierschutzbeauftragte der Bernd-Blindow-Schule (Standort Friedrichshafen) ist, war sichergestellt, dass keine Gesetze verletzt werden würden und auch keine Genehmigungen eingeholt werden müssen.

Dazu war wichtig, dass wir bei Beschaffung des Versuchstieres darauf achten, dass das Tier bereits vor dem Versuch zu Tode gekommen ist und nicht speziell für unser Projekt getötet wurde.

Nach kurzer Recherche haben wir einen Jäger (Herr Neurohr) aus Friedrichshafen gefunden, der uns den Kopf von einem geschossenen Rehbock, welchen er nicht selbst verwerten kann, zur Verfügung gestellt hat.

## 4 Definition "Forensische Entomologie"

Die Forensische Entomologie ist ein Zweig der Kriminalistik und Rechtsmedizin, der sich mit Insekten- und Gliedertieren\* beschäftigt. Mit Hilfe der an Tatorten gefundenen leichenbesiedelnden Tieren können Spezialisten, s.g. Forensische Entomologen, die Leichenliegezeit\* oder mögliche Vergiftungen\* von Leichen feststellen. Aber auch bei Verwahrlosung und zahlreichen anderen forensischen Fragen können die Insekten zur Aufklärung eines Falles beitragen.<sup>2</sup>

(Forensik = lat. *in foro* = vor Gericht, vor der Öffentlichkeit<sup>2</sup>; Entomologie = Insektenkunde<sup>2</sup>; griech. *éntomos* = eingeschnitten, gekerbt<sup>3</sup>; *logos* = Kunde, Lehre<sup>3</sup>)

## 5 Geschichtlicher Hintergrund

Der erste Fall, der mit Hilfe von Insekten gelöst wurde, stammt bereits aus dem 13. Jahrhundert. Damals wurde ein Bauer in einem Reisfeld mit einem spitzen Gegenstand ermordet. Entlarvt wurde der Mörder durch Schmeißfliegen, die sich auf der Sichel niederließen. Durch die Fliegen wusste der chinesische Ermittler Sung T`zu, dass sich auf der Klinge noch winzige Überreste von Blut befanden, welches nur oberflächlich abgewischt wurde und die Fliegen anlockte. Diesen Fall schildert Sung T`zu in seinem rechtsmedizinischen Lehrbuch "Hsi yüan chi lu".<sup>4</sup>

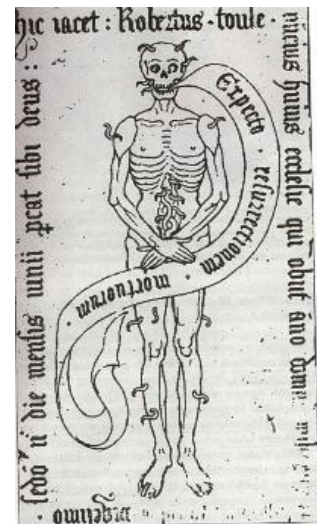


Abb. 1: Grabplatte mit Madenleiche (vermutl. Spätmittelalter)

Aus dem 16. Jahrhundert stammen die ersten Darstellungen von mit Maden befallenen Leichen, während im 17. Jahrhundert der Vorgang der Metamorphose erfolgreich erforscht wurde.<sup>4</sup>

1855 wurden in Frankreich und Deutschland die ersten rechtsmedizinischen Fälle bekannt, bei denen Insekten Teil der Leichenuntersuchung waren.<sup>5</sup>

1881 nahm in Sachsen ein Dresdner Arzt (Dr. Reinhard) zusammen mit einem Wiener Insektenkundler eine Massenexhumierung vor. Diese Massenexhumierung war der Schritt von der „reinen Fallbetrachtung zur wissenschaftlich-systematischen Untersuchung und Anwendung der Insektenkunde in der Rechtsmedizin“ (vgl. Benecke, 2013, *Dem Täter auf der Spur – So arbeitet die moderne Kriminaltechnik*, S. 84).<sup>6</sup>

1894 hatte der Rechtsmediziner Jean Pierre Megnin mit seinem Buch „La faune de cadavres“ internationalen Erfolg und schaffte damit den Durchbruch. Er teilte Leichen, die nicht begraben wurden, in acht Besiedlungswellen (frischtot - beginnende Fäulnis - Fette - käseartige Produkte - ammoniakalische Fäulnis, Schwärzung - beginnende Vertrocknung - starke Vertrocknung - Skelettierung) ein und ordnete begrabenen Leichen zwei Besiedlungswellen zu, denn in jeder Besiedlungswelle sind andere Leicheninsekten zu finden (vgl. auch Abb. 2).<sup>7</sup>



Im Laufe des letzten Jahrhunderts entstanden aus dem bisherigen Wissen und weiteren Forschungen s.g. Faunenlisten\* und Aufzeichnungen von bedeutsamen ökologischen Untersuchungen. Diese Listen dienen der heutigen Fachrichtung „Forensische Entomologie“ als Basis.<sup>4</sup>

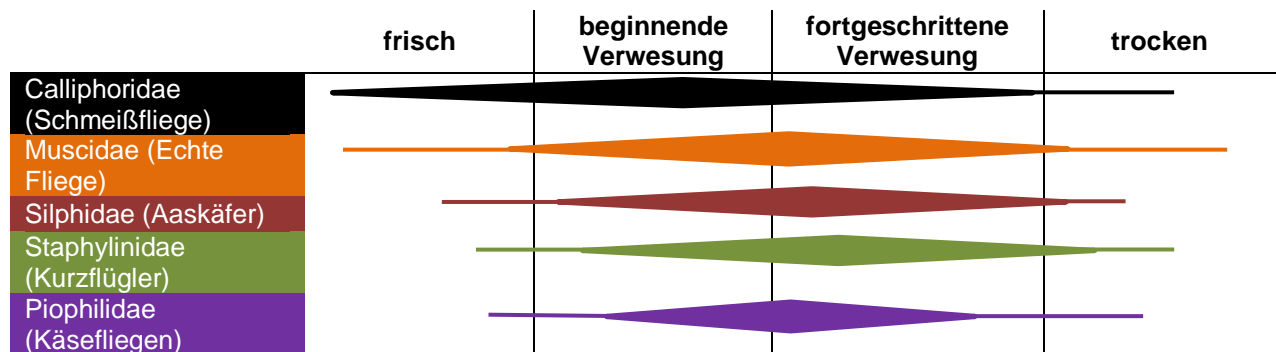


Abb. 2: Unterschiedliche Besiedlungswellen von Leicheninsekten  
(hier: für diese Projektarbeit essentielle Insekten)

## 6 Zielsetzung

Ziel der Projektarbeit ist es, für die Forensische Entomologie relevante Leicheninsekten und Maden auf einem Versuchsobjekt (hier: Rehkopf) einzusammeln und deren Art zu bestimmen. Anhand von artspezifischen s.g. Isomegalen-Diagrammen\* und unter Berücksichtigung von Umwelteinflüssen, soll an einem Beispiel das Madenalter und somit die Leichenliegezeit vom Versuchsobjekt berechnet werden.

Dadurch wollen wir verdeutlichen, wie Forensische Entomologen arbeiten und welche Methoden sie zur Liegezeitberechnung anwenden.

Zudem soll aufgezeigt werden, welche Insekten bei der Zersetzung eines Leichnams beteiligt sind.

## 7 Theoretische Grundlagen

### 7.1 Allgemeiner Körperbau von Insekten

Warum Insekten als Kerbtiere bezeichnet werden, liegt an ihrem Körperbau. Dieser ist in drei Abschnitte gegliedert (vgl. Abb. 3), welche wie durch Kerben voneinander abgesetzt sind. Die verschiedenen Körperabschnitte bilden eine funktionelle Einheit.<sup>8</sup>

#### Die Körperoberfläche der Insekten<sup>9</sup>

- ist bei den meisten Insekten sehr fest;
- ist mit Chitin\* durchsetzt;
- wird als Außenskelett bezeichnet;
- ist wasser- und gasundurchlässig;
- bietet Schutz vor Austrocknung;
- bietet Schutz vor mechanischen oder chemischen Einwirkungen;
- gibt dem Körper Halt;
- weist auch elastische Abschnitte (Membranen\*) auf, um Beweglichkeit zu ermöglichen;

#### Grobe Aufteilung des Körpers:

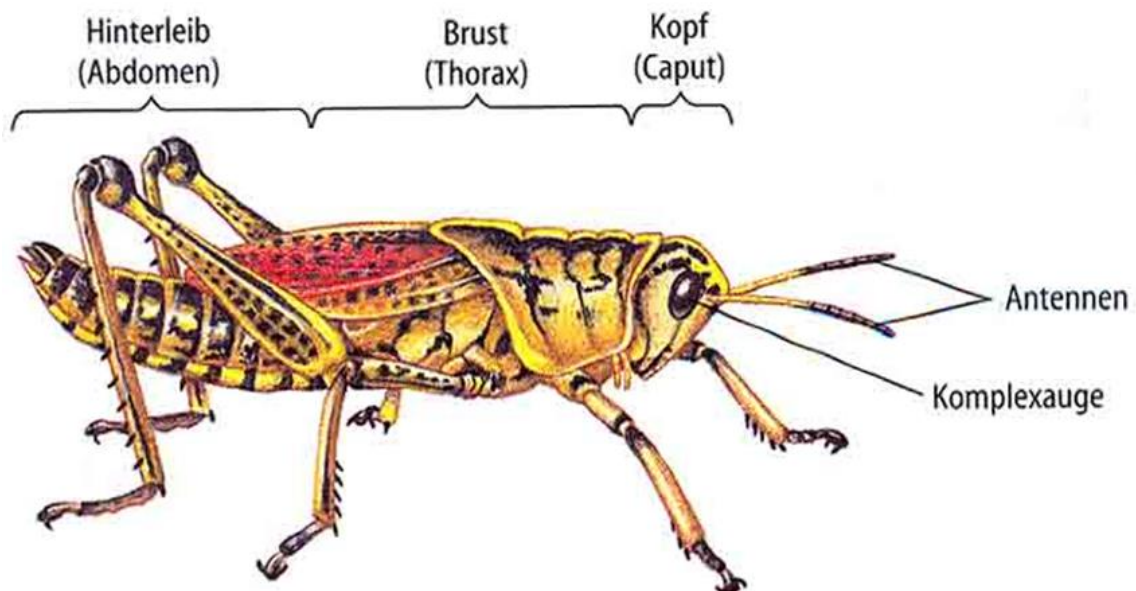


Abb. 3: Körperbau von Insekten

## **Feine Aufteilung des Körpers:<sup>9</sup>**

### Der Kopf:

Er ist aufgebaut wie eine Kapsel. Außen befinden sich die Mundwerkzeuge, Antennen (Fühler) und die Augen. Im Inneren sind das Gehirn, das s.g. Unterschlundganglion\*, der Rachen, sowie wichtige Drüsen und Muskeln zu finden.

### Die Brust:

Sie setzt sich aus drei Segmenten zusammen:

- Vorderbrust (Prothorax);
- Mittelbrust (Mesothorax);
- Hinterbrust (Metathorax).

### Der Hinterleib:

Er ist meist aus 11 Segmenten aufgebaut. Jedes Segment besteht dabei aus zwei Platten, einer Rücken- und einer Bauchplatte, welche durch s.g. Flankenhäute miteinander verbunden sind. Am Hinterleib befinden sich keine Beine, aber es können dort faden- oder zangenförmige Anhänge vorhanden sein.

## 7.2 Leicheninsekten – hier: Fliegen (Diptera)

### 7.2.1 Calliphoridae (Schmeißfliegen)



Weltweit gibt es ungefähr 780.000 verschiedene, für die Forensische Entomologie bedeutsame, Fliegenarten (Dipteren). Die Schmeißfliege gilt dabei als eine der wichtigsten Vertreter. Mit 80.000 verschiedenen Arten macht sie den Großteil der relevanten Fliegenarten aus. Die wichtigsten Schmeißfliegenarten in der Forensischen Entomologie sind *C. vomitoria* und *C. vicina* („Blaue Schmeißfliege“, vgl. Abb. 4).<sup>10</sup>

Abb. 4: Schmeißfliege

Schmeißfliegen sind nekrophage\* Insekten und Erstbesiedler, d.h. die schwangeren Fliegenweibchen legen mehrere hundert Eier als Eipaket auf frisch toten, gasgeblähten oder auch zerfallenen Leichen ab. Auf ausgetrockneten Leichen sind sie nicht zu finden. Aus diesen Eipaketen schlüpfen dann in kürzester Zeit weißliche Maden (max. Länge: 19mm). Diese bilden Enzyme\* (Proteasen und Peptidasen), welche sie als Sekret auf das Leichengewebe abgeben. Dadurch wird das Leichengewebe angedaut und die Maden können mit Hilfe ihres speziellen Mundwerkzeugs und dem daran hängenden Kraft-Hebel-Apparat das Gewebe aufnehmen. Zudem übertragen die Larven der Schmeißfliege Mikroorganismen auf die Leiche, welche Eiweiße, Kohlenhydrate und Fette vom Fleisch zersetzen.<sup>11, 12, 13, 14</sup>



Abb. 5: Maden (schematische Darstellung)

Schmeißfliegenmaden (vgl. Abb. 5) machen vor ihrer Verpuppung drei Larvenstadien durch, danach verpuppen sie sich und wachsen zur erwachsenen Fliege heran. (vgl. auch 7.4 Entwicklungszyklus von Fliegen (Metamorphose\*)).<sup>15</sup>

Für die Untersuchung in der Forensischen Entomologie sind Larven im 3. Stadium am besten geeignet, da sie einen geleerten Darm haben und ihre physiologischen Merkmale am besten ausgeprägt sind.<sup>16</sup>

<b>Systematik</b>	
Klasse	Insekten
Ordnung	Zweiflügler
Unterordnung	Fliegen
Familie	Schmeißfliegen
Wissenschaftlicher Name	Calliphoridae (nach Brauer & Bergenstamm, 1889)

## 7.2.2 Muscidae (Echte Fliegen)

Echte Fliegen gehören wie Schmeißfliegen zu nekrophagen Insekten. Ihre Lebensdauer beträgt meistens etwa 2 Wochen, unter optimalen Bedingungen können sie in Wohnungen auch ein Alter von 1 Monat erreichen.<sup>17</sup>



Abb. 6: Echte Fliege

Trotz ihrer kurzen Lebensdauer erfolgt bei Fliegenweibchen die Eiablage erst 9 Tage nach der Kopulation\*. Bevorzugte Ablageorte sind Gebiete mit feuchtem Milieu\* wie Kot, Urin, eiternde Wunden, Schweiß und Aas. Dort werden dann bis zu 2000 Eier abgelegt.



Abb. 7: Made  
(schematische Darstellung)

Echte Fliegen ziehen gasgeblähte oder zerfallene Leichen vor, aber auch auf frisch toten oder ausgetrockneten Leichen sind sie teilweise zu finden.

Von der Eiablage bis zur erwachsenen Fliege beträgt die Entwicklungsdauer (je nach Temperatur) zwischen 8 und 50 Tage.<sup>18</sup>

Da echte Fliegen gewöhnlich in geschlossenen Räumen leben, sind sie bei freiliegenden Leichen eher selten anzutreffen. In der Forensischen Entomologie kann der Fund von echten Fliegen auf Leichen, die im Freien gefunden werden, auch Aufschluss darauf geben, dass die Leiche verlagert wurde.<sup>19</sup>

<b>Systematik</b>	
Klasse	Insekten
Ordnung	Zweiflügler
Unterordnung	Fliegen
Familie	Echte Fliegen
Wissenschaftlicher Name	Muscidae (nach Latreille, 1802)

Tabelle 2



### 7.2.3 Piophilidae (Käsefliege)

Käsefliegen sind nur etwa 5mm groß. Auch sie gehören zu den nekrophagen Insekten. Fliegenweibchen der *Piophilidae casei* werden durch den Geruch von Leichen angelockt, die sich bereits in leicht breiigem Zustand befinden. Dort legen sie bis zu 500 Eier ab. Die Besiedlung einer Leiche erfolgt allerdings meist erst nach 2-3 Monaten post mortem\*. Dann finden sich kleine weißliche, leicht gekrümmte Maden auf der Leiche, die bis zu 40cm hoch springen können. Adulte\* Fliegen haben eine Lebensdauer von etwa 14 Tagen.



Abb. 8: Käsefliege

Ihren Namen bekam die Käsefliege, weil sie sich vorzugsweise von Molkereiprodukten ernährt, aber auch Exkremente und Kadaver gehört zu ihren Nahrungsquellen.<sup>20</sup>

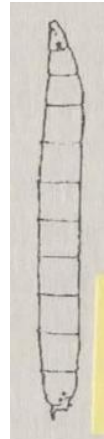


Abb. 9: Made (schematische Darstellung)

Systematik	
Klasse	Insekten
Ordnung	Zweiflügler
Unterordnung	Fliegen
Familie	Käsefliegen
Wissenschaftlicher Name	<i>Piophilidae casei</i> (nach Linnaeus, 1758)

Tabelle 3

## 7.3 Leicheninsekten – hier: Käfer (Coleoptera)

### 7.3.1 Geotrupidae (Mistkäfer)



Abb. 10: Mistkäfer

Der Mistkäfer wird von dem strengen, stechenden Geruch, der von Aas ausgeht, angezogen. Sie sind von Anfang bis zum Ende der Verwesung der Leiche anzutreffen.<sup>21</sup>

Waldmistkäfer (vgl. Abb. 10) haben oftmals einen glänzenden, schwarz, braun oder violett gefärbten Chitinpanzer. Sie sind zwischen 10 und 45 Millimeter groß.<sup>22</sup>

Bekanntlich kümmern sich sowohl Säugetiere, als auch Menschen um ihre Nachkommen. Im Insektenreich ist dieses Verhalten nicht geläufig, aber der Mistkäfer macht hier eine Ausnahme. Die Männchen und Weibchen leben gemeinsam um für ihren Nachwuchs (Larven) unter der Erde Brutkammern zu legen und Nahrung zu sammeln.<sup>23</sup>

<b>Systematik</b>	
Klasse	Insekten
Ordnung	Käfer
Familie	Mistkäfer
Wissenschaftlicher Name	Geotrupidae (nach Latreille, 1802)

Tabelle 4

### 7.3.2 Silphidae (Aaskäfer)<sup>24</sup>



Abb. 11: Rothalsige Silphe

Aaskäfer gehören zu den nekrophilen\* Insekten. Wie Schmeißfliegen, sind sie am Anfang auf zerfallenen Leichen sehr aktiv und fressen das Leichengewebe. Aber auch zum Ende hin, wenn die Haut stark eingetrocknet ist, sind Aaskäfer anzutreffen.

Aaskäfer können zwischen 7 und 45 Millimeter lang werden, wobei die meisten Arten aber nur zwischen 12 und 20 Millimeter groß sind. Sie können entweder ganz schwarz sein, einen roten Halschild haben (vgl. Abb. 11) oder wie auf Abb. 12 diagonale, auf den Deckflügeln verlaufende gelbe Borten haben.

Meist ist ihr Körper glänzend und nur schwach punktiert, sowie spärlich behaart. Sie besitzen drei Larvenstadien, welche die Larven in 20 bis 30 Tagen durchlaufen. Hinzu kommen noch acht bis zehn Tage Puppenruhe.



Abb. 12: Schwarzhörniger Totengräber

<b>Systematik</b>	
Klasse	Insekten
Ordnung	Käfer
Familie	Aaskäfer
Wissenschaftlicher Name	Silphidae (nach Latreille, 1807)

Tabelle 5

### 7.3.3 Staphylinidae (Kurzflügler)

Kurzflügler sind die Käfer, die auf Leichen am häufigsten gefunden werden. Wie die echte Fliege und die Schmeißfliege gehören sie zu den nekrophagen Insekten. Sie treten auf, wenn die ersten Fliegenlarven schlüpfen und wandern zusammen mit den Letzten ab.<sup>25</sup>



Abb. 13: Schwarzer Moderkäfer



Abb. 14: Roter Bunträuber

Kurzflügler kommen oft in dunkler Erscheinung vor (vgl. Abb. 13), können aber auch wie beispielsweise der Rote Bunträuber (vgl. Abb. 14) bunt gefärbt sein<sup>27</sup>. Im Allgemeinen sind es Käfer mit einer Länge von 2-8mm. Es gibt jedoch auch Arten, die nur etwa 0,5mm klein oder bis zu 40-50mm groß werden.<sup>26</sup>

Bei vielen Insekten wird der Hinterleib durch Deckflügel geschützt. Beim Kurzflügler sind diese zwar sehr klein, hindert sie aber nicht am Fliegen.

Die Larven der Kurzflügler (vgl. Abb. 15) sind langgezogen und machen drei Larvenstadien durch.<sup>27</sup>



Abb. 15: Larven

<b>Systematik</b>	
Klasse	Insekten
Ordnung	Käfer
Familie	Kurzflügler
Wissenschaftlicher Name	Staphylinidae (nach Latreille, 1802)

Tabelle 6

## 7.4 Entwicklungszyklus von Fliegen (Metamorphose)<sup>28</sup>

Die Umwandlung vom Ei über das Larven- und Puppenstadium zum ausgewachsenen Tier nennt man Metamorphose.

Um den Entwicklungszyklus einer Fliege (vgl. Abb. 16) darzustellen, wird im Folgenden als Beispiel die Schmeißfliege (Calliphoridae) und ihre Entwicklung vom Ei bis zur erwachsenen Fliege beschrieben. Dies kann auf alle anderen Arten übertragen werden.<sup>28</sup>

Schwangere Schmeißfliegenweibchen spüren durch ihren hochsensiblen Geruchssinn die Zersetzungsstoffe frischer Leichen und Aas auf. Dabei werden sie durch den Geruch des Blutes angelockt. Auf der Leiche angekommen beginnt der Entwicklungszyklus (vgl. Abb. 16) mit der Oviposition\* (Eiablage). Nach kürzester Zeit schlüpfen die Maden und wachsen innerhalb von ein paar Tagen heran. Dabei

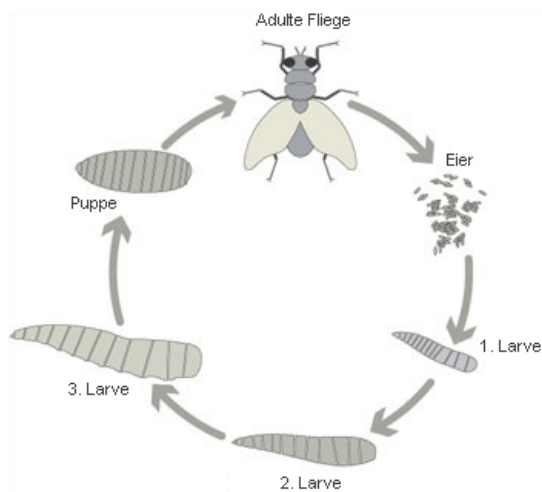


Abb. 16: Entwicklungszyklus

sind sie nur ein paar Millimeter lang und machen auch direkt alle 3 Larvalstadien durch. Am Ende des

dritten Stadiums verpuppen sie sich (vgl. Abb. 17) und verharren im Puparium für ein paar Tage (bis zu 20 Tage). Den Entwicklungsstand der Puparien erkennt man teilweise auch an der Färbung, denn je älter die Puppe ist, desto dunkler ist sie gefärbt. Nach insgesamt ein paar Wochen schlüpft die ausgewachsene Fliege aus ihrer Puppenhülle (Tönnchen).<sup>28</sup>



Abb. 17: Puppen

### Fertigstellung der Entwicklung der erwachsenen Fliege<sup>29</sup>

Mit Fertigstellung der Entwicklung drückt die adulte Fliege das vordere Ende des Pupariums auf (vgl. Abb. 18). Dies wird mit dem s.g. Ptilinum\* ausgeführt, einem aufgeblähten Sack, der sich vom vorderen Teil des Kopfes gerade bis zur Basis der Fühler der adulten Fliege ausdehnt.



Abb. 18: Schlupf einer ausgewachsenen Fliege aus ihrer Puppe



### 7.4.1 Holometabole Insekten

Die beiden Insektenordnungen Diptera (Fliegen) und Coleoptera (Käfer) gehören zu den Tieren, die eine vollkommene Verwandlung durchmachen - eine sogenannte

#### **holometabole Entwicklung\*.**

Gemeint sind die Entwicklungsstufen Ei, Larve, Puppe und erwachsenes Insekt (Imago). Wie unten in Abbildung 19 deutlich zu sehen, unterscheiden sich die Entwicklungsstadien vom Ei bis zum Entstehen eines Vollinsekts im Aussehen. Aber nicht nur ihr Äußeres, sondern auch ihre Lebenshaltung weisen Unterschiede auf. Zum Beispiel wird im Puppenstadium keine Nahrung aufgenommen.<sup>30</sup>

Im Gegensatz zu den hemimetabolen Insekten sehen die Larven dem ausgewachsenen Tier nicht ähnlich.

Die Flügel von holometabolen Insekten bilden sich im Innern der Puppe, weshalb sie auch **Endopterygota\*** genannt werden.

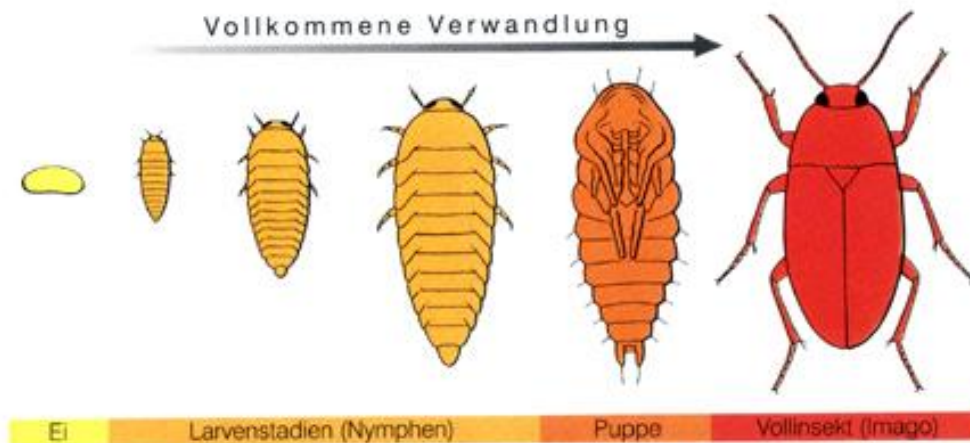


Abb. 19: Holometabole Entwicklung

## 7.4.2 Hemimetabole Insekten<sup>31</sup>

Diese Art der Verwandlung wird als unvollkommene Metamorphose oder **Hemimetabolie\*** bezeichnet. Im Gegensatz zur Holometabolie gibt es bei dieser Entwicklung kein Puppenstadium (vgl. Abb. 20).<sup>32</sup>

Zu den hemimetabolen Insekten zählen zum Beispiel Libellen, Eintagsfliegen oder Heuschrecken. Bei ihrer Entwicklung können die Jungtiere (Larvenstadien) oft nur durch ihre Körpergröße vom erwachsenen Tier unterschieden werden können.<sup>33</sup>

Zum auffälligsten Merkmal bei der Entwicklung zum Imago gehören die Flügel, die bereits in frühen Larvenstadien frei an der Brust (Thorax\*) ausgestülpt sind, weshalb diese Insekten auch **Exopterygota\*** genannt werden.<sup>34</sup>

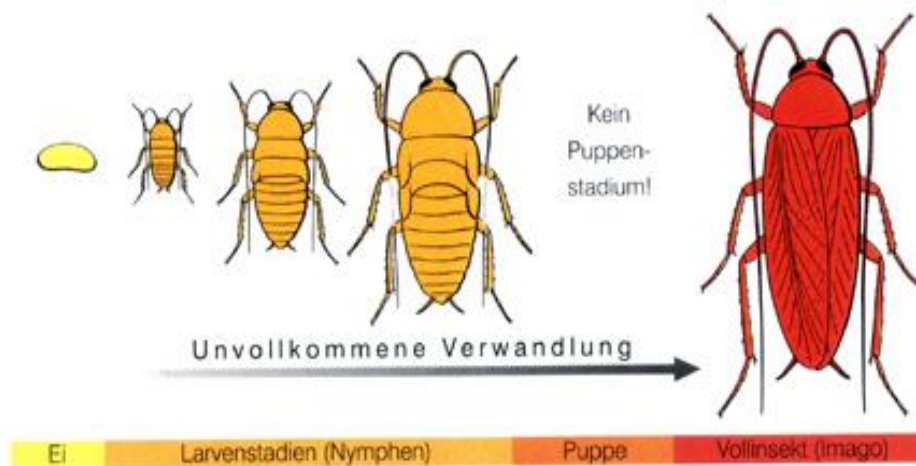


Abb. 20: Hemimetabole Entwicklung

## 8 Der Versuch

### 8.1 Auslegen des Rehkopfs

Am Mittwoch, den 04.06.2014 um ca. 9.00 Uhr, wurde im Wald neben der Neuen Messe Friedrichshafen der Kopf eines Rehbocks (mit ca. 10cm Trägeransatz\*; Reh erlegt am 31.05.14, Kopf erhalten am 03.06.14) ausgelegt; geschützt durch Draht und gekennzeichnet durch ein kleines Schild (vgl. Abb. 23). Auf den Abbildungen unten ist der Auslegeort durch einen gelben Stern gekennzeichnet.



Abb. 21:

Weg von der Bernd-Blindow-Schule Friedrichshafen zum Auslegeort

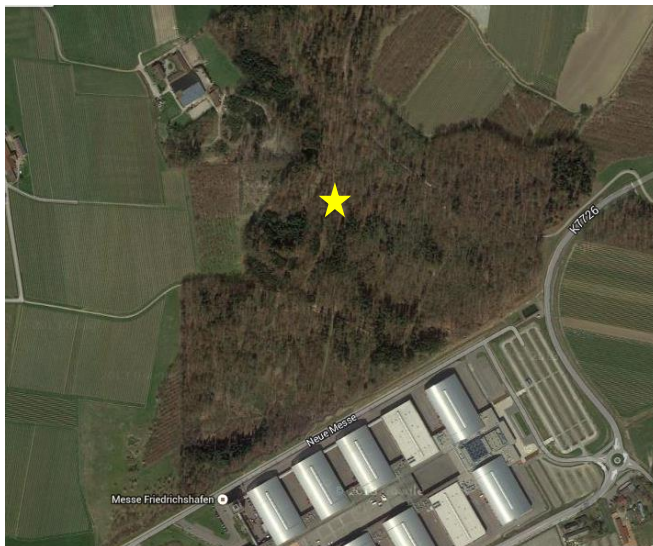


Abb. 22:

Wald an der Neuen Messe Friedrichshafen



Abb. 23:

Ausgelegter Rehkopf; zum Schutz unter Draht, mit Schilderkennzeichnung

## 8.2 Einsammeln der Leicheninsekten

Um Insekten auf Leichen erfolgreich einsammeln und asservieren zu können, werden in der Regel folgende Gegenstände und Lösungen benötigt:<sup>35</sup>

- Schnappdeckelgläser in großer Anzahl
- Eine feine Pinzette
- Laborhandschuhe
- 70% Ethanol
- Etiketten
- Einen Stift zum Beschriften der Gläser



Abb. 24: Schnappdeckelgläschen

Da kein 70%iges Ethanol vorhanden war, haben wir 1 Liter davon hergestellt: 700ml 100%igen Ethanol mit 300ml destilliertem Wasser mischen. Anschließend sind in jedes Schnappdeckelglas 10ml davon pipettiert worden und außen wurde jedes Gläschen mit einem Etikett versehen. Das Ethanol tötet die Insekten direkt ab und konserviert sie für die spätere Artenbestimmung.

Im Zeitraum vom 11.06.2014 bis 16.07.2014 haben wir am Versuchsobjekt Maden, Fliegen, Käfer, sowie alles, was für das Thema relevant sein könnte, eingesammelt. Wichtig war dabei immer das Beschriften der Gläser mit Datum und Ort des Fundes, um später bei der Ausarbeitung eine genaue Zuordnung zu gewährleisten. Zudem wurden vom „Tatort“ Bilder gemacht.

## 9 Praktische Methoden

### 9.1 Knochenreinigung

#### 9.1.1 Vorversuche mit Testknochen

Ziel: Welche Methode eignet sich am besten zum Entfernen sämtlicher Überreste (Haut, Haare, Insekten, Eier, Erde...) an Knochen? Kann mit Kaisernatron aus der Apotheke ein Knochen gebleicht werden?

#### Geräte und Lösungen:

- Heizplatten
- Bechergläser (600ml, 100ml)
- Testknochen (hier: Hühnerknochen)
- Spatel
- Küchenpapier
- Pinzette
- Hot-Hand
- Kamera
- Natriumhydrogencarbonat (Fa. Holste, "Kaisernatron")
- Leitungswasser
- Waschmittel (dm-Drogeriemarkt, "Denk mit" Aktiv Schutz Colorwaschmittel)



Abb. 25: Kaisernatron

#### Durchführung.<sup>36, 37</sup>

Nach einer Recherche im Internet darüber, wie Knochen am besten zu reinigen und zu bleichen sind, standen zunächst 5 Methoden zur Auswahl:

- a. Für ein paar Tage in Formaldehyd legen
- b. In einen Ameisenhaufen legen
- c. Bleichen mit Wasserstoffperoxid
- d. Auskochen in einer Wasser-Waschmittel-Lösung
- e. Auskochen in reinem Wasser
- f. Aufhellen in Natriumhydrogencarbonat

Da uns die Methoden a., b. und c. zu zeitaufwändig erschienen, haben wir nur d, e. und f. nach folgendem Ablauf getestet:

#### *1. Auskochen*

Hierzu vier Bechergläser (2x 600ml, 2x 100ml) mit Leitungswasser füllen, sodass der Knochen fast bis obenhin bedeckt ist. Danach je in ein großes und ein kleines Becherglas etwas Waschmittel geben. Anschließend die Bechergläser auf Heizplatten zum Kochen bringen und die Testknochen mit verschiedenen Größen und Dicken dazugeben. So lange kochen, bis sich die Überreste leicht mit einer Pinzette oder einem Spatel entfernen lassen.



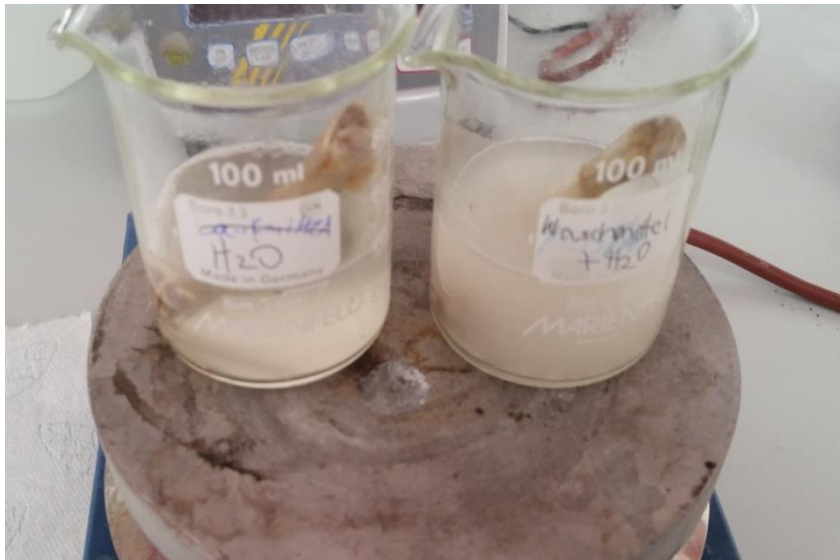


Abb. 26: Auskochen Testknochen; links: Wasser, rechts: Wasser mit Waschmittel

## 2. Aufhellen

Um die bereits gekochten und gereinigten Testknochen aufzuhellen, in ein Becherglas (600ml) genügend Leitungswasser füllen, damit alle Knochen damit bedeckt sind und etwas Kaisernatron zugeben. Danach gut mischen und die Testknochen so lange einlegen, bis sie heller werden.



Abb. 27: Aufhellen in Kaisernatron

### 9.1.2 Reinigung der Rehknochen

Ziel: Entfernen sämtlicher Überreste (Haut, Haare, Insekten, Eier, Erde...) von den Rehknochen in einer Lösung aus Wasser und Waschmittel und anschließendes Aufhellen der Knochen in Kaisernatron, um so die Rehknochen für die Präsentation zu präparieren

#### Geräte und Lösungen:

- Heizplatten
- Bechergläser (2000ml, 600ml, 100ml)
- Rehknochen
- Spatel
- Küchenpapier
- Pinzette
- Schnappdeckelgläschen (10ml)
- Hot-Hand
- Natriumhydrogencarbonat (Fa. Holste, "Kaisernatron")
- Leitungswasser
- Ethanol (70%)
- Waschmittel (dm-Drogeriemarkt, "Denk mit" Aktiv Schutz Colorwaschmittel)



Abb. 28: Arbeitsutensilien

#### Durchführung:

Zunächst die Bechergläser mit Leitungswasser füllen, sodass die Knochen bedeckt sind. Anschließend Waschmittel dazugeben, mischen und auf Heizplatten zum Kochen bringen. Sobald es kocht, die Knochen dazugeben und so lange kochen lassen, bis sich alle Überreste leicht mit einer Pinzette oder einem Spatel entfernen lassen (ca. 20-30 Min.). (Wichtig: Die Knochen nach Größe und Dicke etwas sortieren, damit dünne oder feine Knochen nicht zu weich werden!)

Anschließend die gereinigten Knochen in eine Lösung aus Wasser und Kaisernatron einlegen bis sie heller werden (ca. 20 Min.).

Diesen Ablauf so lange wiederholen, bis alle Knochen gereinigt und aufgehellt sind. Bei jedem Vorgang die Lösung erneuern.

Danach die gebrauchten Lösungen durchsieben, wenn sich dort noch viele Maden befinden.



Abb. 29, 30: Auskochen der Kieferknochen (links) & des Schädels (rechts)



Abb. 31: Aufhellen der Wirbel in Kaisernatron

## 9.2 Insektenbestimmung

Ziel: Bestimmung der im Versuch auf dem Rehkopf eingesammelten Käfer, Fliegen, Maden und Larven

Geräte & Lösungen:

- Binokular
- kleine Petrischalen
- Präpariernadeln
- Pinzette
- Schnappdeckelgläschen mit Insekten/Maden (in 70% Ethanol eingelegt)
- Literaturvorgabe (Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG)
- Internet

Durchführung:

- 1) Binokular, Präparierbesteck und Schnappdeckelgläschen vorbereiten
- 2) Insekten bzw. Maden Gläschenweise mit einer Pinzette in eine kleine Petrischale legen und unter dem Binokular vergrößern
- 3) Auffallende Merkmale notieren und im Internet bzw. in der Literaturvorgabe mit Bildern vergleichen
- 4) Bei Ähnlichkeiten und Übereinstimmungen weiter zur Lebensweise der Insekten nachforschen um die Feststellung der Art zu bestätigen, im Zweifelsfall an einen Experten wenden
- 5) Art und Familie der Insekten/Maden notieren (mit Datum des Gläschens und möglichen Besonderheiten)

## 9.3 Entnahme der Mundwerkzeuge

Ziel: Die Mundwerkzeuge der verschiedenen Madenarten (Schmeiß-, Käse- und Echte Fliege) entnehmen zur Bestätigung der bereits unter dem Binokular bestimmten Art

### Geräte & Lösungen:

- Binokular
- Lichtmikroskop
- Pinzette
- Stecknadeln
- Objektträger
- Rasierklinge
- Deckgläschen
- Schnappdeckelgläschen mit Maden
  - Schmeißfliegen (Glas 2, vom 23.07.14)
  - Echte Fliegen (Glas 1, vom 23.07.14)
  - Käsefliegen (Petrischale Glas 1+2, vom 23.07.14)
- Literaturvorgabe (Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG)



Abb. 32: Lichtmikroskop u. Binokular

### Durchführung:

- 1) Maden, bei denen das Mundwerkzeug mit bloßem Auge bereits einigermaßen erkennbar ist, mit einer Pinzette vorsichtig aus dem Glas nehmen und auf einen Objektträger legen (mit etwas Ethanol umgeben, damit die Made nicht so schnell austrocknet)
- 2) Den Objektträger mit der Made unter ein Binokular legen
- 3) Mit einer scharfen Rasierklinge den Kopf der Made mit dem Mundwerkzeug vorsichtig abtrennen (so nah wie möglich am Mundwerkzeug schneiden!)
- 4) Dann so vorsichtig wie möglich das Werkzeug herausholen:
  - a) Dazu entweder mit der Pinzette versuchen das Mundwerkzeug vorsichtig an der offenen Seite herauszuziehen (dabei die andere Seite mit einer zweiten Pinzette festhalten)
  - b) Oder mit Hilfe von zwei Stecknadeln versuchen, die Haut der Made zu zerstören und dann vorsichtig mit den Stecknadeln die letzten Madenreste vom Mundwerkzeug zu entfernen
- 5) Anschließend das herausgenommene Mundwerkzeug unter einem Lichtmikroskop untersuchen (100-fache Vergrößerung) und mit Hilfe von Literaturvorgaben die Art bestimmen bzw. bestätigen

## 10 Ergebnisse

### 10.1 Knochenreinigung

#### 10.1.1 Vorversuche mit Testknochen

##### 1. Auskochen

In der Lösung aus Wasser und Waschmittel konnten die Überreste mit einer Pinzette und einem Spatel nach ca. 20-30 Min. (je nach Knochengröße) entfernt werden. Im reinen Wasser sind die Überreste weiterhin relativ fest am Knochen hängen geblieben.

##### 2. Aufhellen

Die Testknochen sind nach ca. 20 Minuten heller geworden aber nicht zu sehr ausgebleicht.



Abb. 33: Testknochen vorher



Abb. 34: Testknochen nachher

#### 10.1.2 Reinigung der Rehknochen



Abb. 35: Rehknochen vorher



Abb. 36: Rehknochen nachher



## 10.2 Insektenbestimmung

### Käfer:



Abb. 37: Schwarzer Totengräber, Rothalsige Silphe, Waldmistkäfer, Kurzflügler, Kurzflügler, Waldmistkäfer, 3x Vierpunktiger Aaskäfer (von links nach rechts, chronologisch geordnet)

### Maden:



Abb. 38: Calliphoridae (Schmeißfliegen); chronologisch geordnet



**Maden:**



Abb. 39: Muscidae (Echte Fliege); chronologisch geordnet

**Maden:**

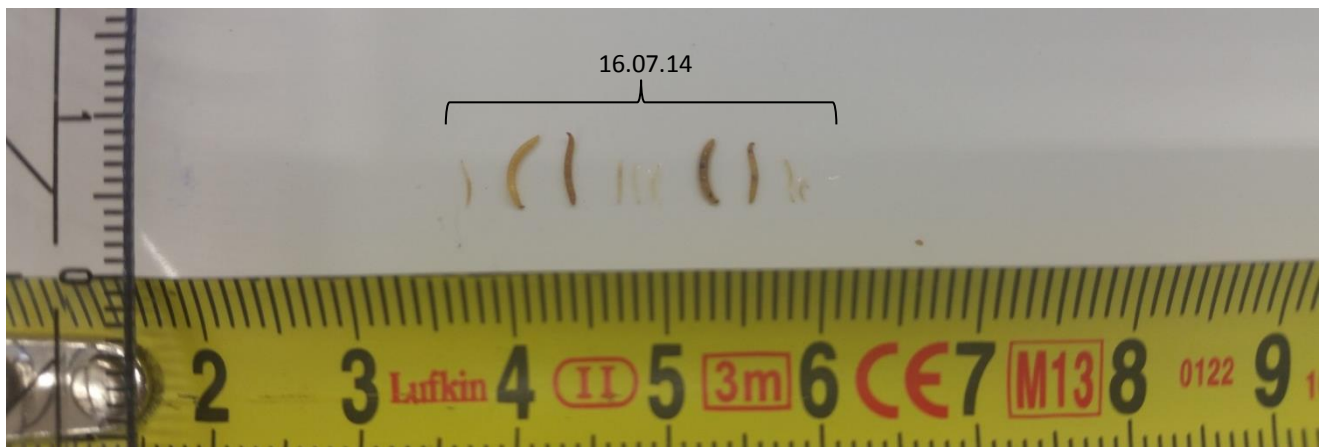


Abb. 40: Piophiliden (Käsefliege); chronologisch geordnet

**Larven:**

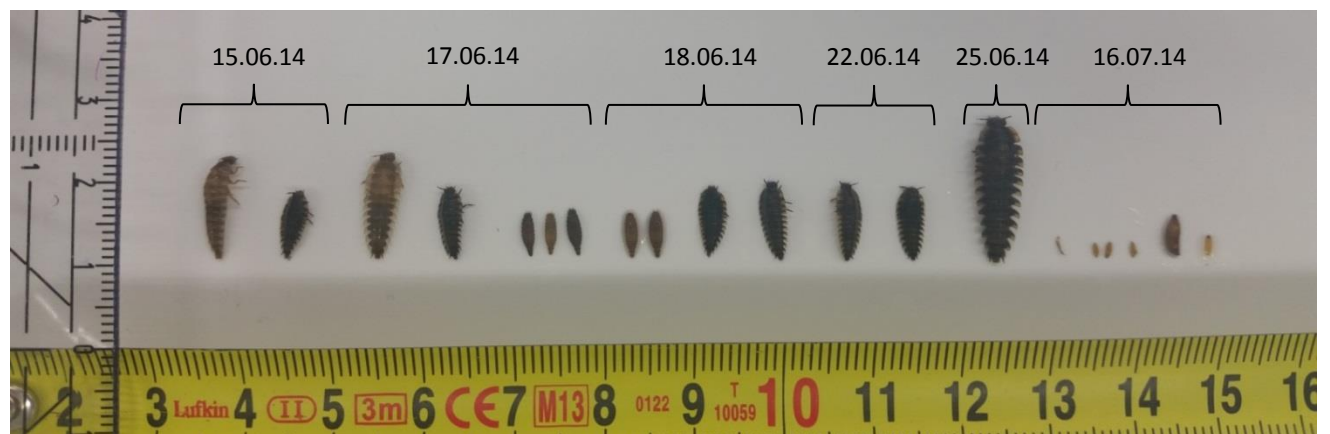


Abb. 41: Silphidae (Aaskäfer); chronologisch geordnet

## 10.3 Entnahme der Mundwerkzeuge

### 1. Versuch

Schmeißfliege



Abb. 42:

Selbst entnommenes Mundwerkzeug

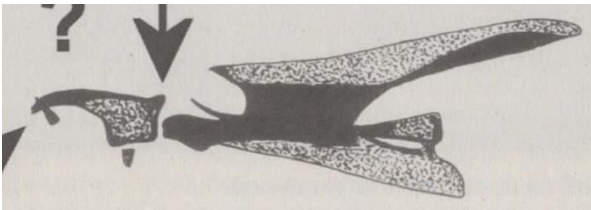


Abb. 43:

Zum Vergleich aus Literaturvorgabe

### 2. Versuch

Echte Fliege

→kein Ergebnis, da das Mundwerkzeug zerbrochen ist

### 3. Versuch

Echte Fliege; wie 2. Versuch

### 4. Versuch

Echte Fliege; wie 2. Versuch

### 5. Versuch

Echte Fliege; wie 2.-4. Versuch

→Unterschied: anstatt einer Präpariernadel wurde eine Stecknadel zum Herausnehmen des Mundwerkzeugs verwendet; auf dem Bild war aber nicht viel erkennbar, da zu viel vom Madeninhalt noch außenherum war, deshalb wurden noch zwei weitere Versuche durchgeführt.

### 6. Versuch

Echte Fliege; wie 5. Versuch

→kein Ergebnis

## 7. Versuch

Echte Fliege; wie 5.-6. Versuch



Abb. 44:

Selbst entnommenes Mundwerkzeug

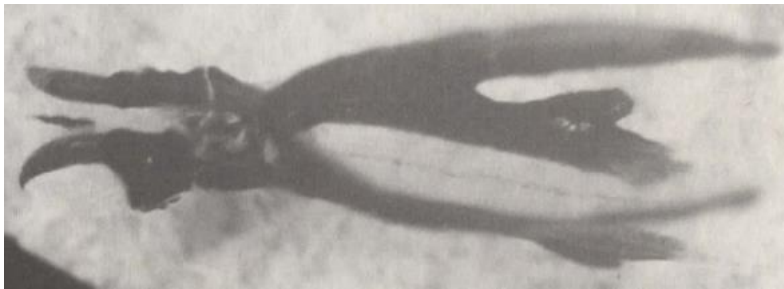


Abb. 45:

Zum Vergleich aus  
Literaturvorgabe

## 8. Versuch

Käsefliege

→kein Ergebnis, da nach der Entnahme das Mundwerkzeug in der Mitte zerbrochen ist

## 9. Versuch

Käsefliege



Abb. 46:

Selbst entnommenes Mundwerkzeug

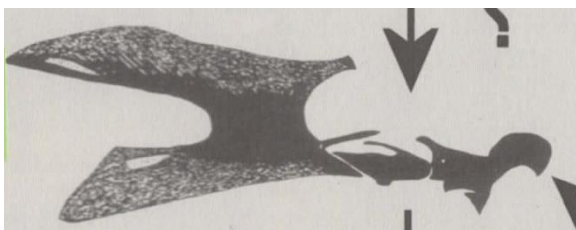


Abb. 47:

Zum Vergleich aus Literaturvorgabe

# 11 Berechnung der Leichenliegezeit

## 11.1 Die Berechnung in der Theorie

Bei der Berechnung der Leichenliegezeit müssen viele Faktoren berücksichtigt werden. Zunächst liegt eine der wichtigsten Aufgaben bereits bei der Spurensicherung\*. Da sie oft die ersten sind, die an einem Tatort eintreffen müssen sie beim Einsammeln der vorhandenen Maden sehr gewissenhaft und vorsichtig sein. Im Idealfall asserviert die Spurensicherung so viele Maden wie möglich in mit 70% Ethanol gefüllten Schnappdeckelgläschen. Dabei ist es wichtig nicht nur die Maden zu sammeln, die direkt auf der Leiche zu finden sind, sondern auch im Boden (falls es sich um eine Leiche im Freien handelt) nach Tönnchen und Puppen zu suchen, denn zur Verpuppung verkriechen sich die Maden gerne in weiches Material.

Da sie sich vor ihrer Verpuppung meistens auch bis zu einige Meter von der Leiche entfernen, muss die Spurensicherung auch dort nach Maden Ausschau halten und vorhandene Tiere einsammeln. Wenn möglich sollten manche Maden lebend eingesammelt werden, um dem zuständigen Entomologen die Möglichkeit zur Auszucht zu geben. Denn nur durch Auszüchten der Tiere kann ein Entomologe die exakte Art und so auch die relativ genaue Leichenliegezeit bestimmen. Wurden am Tatort nur Maden und Puppen eingesammelt kann meist nur die minimale Liegezeit berechnet werden.

Neben dem Einsammeln der Maden ist es essentiell wichtig die Außentemperatur am Tag des Fundes zu notieren, denn nur in Verbindung mit der Temperatur kann das Madenalter errechnet werden.<sup>38, 39</sup>

### Berechnung der minimalen Liegezeit:

1. Art und Stadium der Made bestimmen (Einfachste Methode zur Bestimmung des Larvenstadiums: Atemsystem (Tracheensystem) der Maden unter dem Binokular vergrößern und die Kerben zählen; pro Stadium ist eine Kerbe vorhanden; vgl. Abb. 48)
2. Länge der Made ausmessen
3. Artspezifisches Isomegalen-Diagramm bereitlegen
4. Mit dem Isomegalen-Diagramm das Alter der Made berechnen: dazu die Kurve suchen, die der Madenlänge entspricht, danach auf der Y-Achse bis zur Außentemperatur hoch gehen und zur Längenkurve eine Gerade ziehen. Am Schnittpunkt eine Gerade nach unten zur X-Achse ziehen und das Alter der Made ablesen<sup>40</sup> (vgl. auch „12.3 Rechenbeispiel – Unser Versuch als fiktiver Fall“, Abb. 52)
5. Zum Madenalter noch ca. einen Tag dazurechnen (=Schlupftag)
6. Aus dem Madenalter und dem Schlupftag ergibt sich die minimale Liegezeit

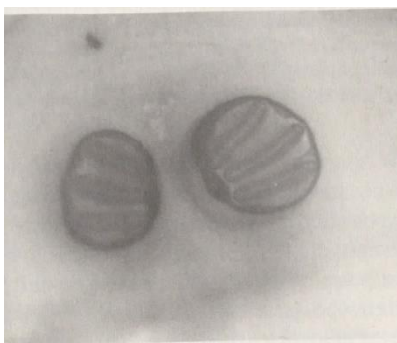


Abb. 48: Beispiel zur Bestimmung des Larvenstadiums mit Hilfe des Atemsystems (hier: 3 Kerben = 3. Larvenstadium)

Sind am Tatort neben Maden noch Puppen gefunden worden, kann auch eine genauere Liegezeit berechnet werden. Denn durch vorhandene Puppen kann man sichergehen, dass es sich bereits um mehrere Generationen handelt. Rechnet man also unter Berücksichtigung der Temperatur noch die Zeit hinzu, die eine Made braucht, um sich zu Verpuppen erhält man eine längere Leichenliegezeit.<sup>39</sup>

Temperatur und Wetter müssen bei der Berechnung immer miteinbezogen werden, denn je nach Wärme oder Kälte entwickeln sich Maden langsamer oder schneller. Sinkt die Temperatur auf weniger als 10°C ist die Eiablage bei vielen Fliegen nicht mehr möglich.<sup>41</sup>

Zudem muss man beachten, welche Insekten am Tatort gefunden werden. Findet man beispielsweise Maden von Käsefliegen an einer im freien liegenden Leiche, kann es ein Hinweis für die Ermittler sein, dass die Leiche verlegt wurde, denn Käsefliegen kommen hauptsächlich in geschlossenen Räumen vor.<sup>42</sup>

Dennoch: Selbst wenn all diese Bedingungen bei der Leichenliegezeitberechnung berücksichtigt werden kann die Liegezeit so gut wie nie auf den Tag genau eingegrenzt, sondern nur die minimale oder maximale Liegezeit bestimmt werden.<sup>39</sup>

## 11.2 Rechenbeispiel – Ein wahrer Fall<sup>43</sup>

### Sachverhalt:

Ende November 1995 wurden in Sträuchern an einem Kölner Bahndamm die skelettierten Überreste einer enthaupteten Leiche gefunden. Die Organe der Brust- und Bauchhöhle waren bereits vollständig aufgelöst, Weichteile der Leiche waren zu einem schmierigen Brei geworden und zu geringen Teilen war die Leiche lederartig vertrocknet. Haarschopf und Jeanskleidung waren noch unversehrt.

### Aufgefundene Leicheninsekten:

Unter den Haaren sind Käfer- und Fliegenpuppen gefunden worden. Auf der übrigen Leiche waren zehntausende 8mm großer, lang gestreckter, hell gefärbter springender Maden der Käsefliege *Piophilidae casei*, sowie weitere zehntausende Eier aufzufinden.

### Temperaturen:

Außentemperatur: ca. 14°C

Temperatur im Obduktionsraum: 17°C

### Leichenliegezeitberechnung:

Bei der Leichenschau betrug die erste Liegezeitschätzung 2-3 Monate. Käsefliegen entwickeln sich innerhalb von 11-19 Tagen zu erwachsenen Tieren und da es sich angesichts der großen Individuenzahl mindestens um die 2. Käsefliegen-Generation handelte, ergab die entomologische Liegezeitschätzung (unter Berücksichtigung der Außentemperaturen) eine Mindestliegezeitschätzung von 90 Tagen. Berechnet nach folgender Gleichung:

**1. Besiedlung mit Käsefliegen nach ca. 90 Tagen**

**+ ca. 22-38 Tage Entwicklungsdauer**

---

**= ca. 112-128 Tage**

Später wurde diese Berechnung bestätigt: es handelte sich bei der Leiche um eine heroinabhängige Selbstmörderin, die seit 4 Monaten als vermisst gemeldet war.



## 11.3 Rechenbeispiel – Unser Versuch als fiktiver Fall

### Sachverhalt:

Am 11. Juni 2014 wurde im Wald der Messe Friedrichshafen der teilskelettierte Kopf eines Rehbocks gefunden. Die Augen der Leiche waren bereits vollständig aufgelöst, Unterkieferknochen und Zähne waren ohne Fell und ohne Fleisch, Teile der Wirbelsäule waren freigelegt und von Leichenflüssigkeit bedeckt. Teile des Oberkiefers waren lederartig vertrocknet. Restliches Fell war weitestgehend noch unversehrt (vgl. Abb.49 und Abb. 50).



Abb. 49: Madenteppich, Waldmistkäfer



Abb. 50: teilskelettiertes Reh, aufgelöstes Auge

### Aufgefundene Leicheninsekten:

Am freigelegten Hals war ein dichter Madenteppich mit großen, hellen Maden, während auf dem Fell und in unmittelbarer Nähe des Kopfes einige aktive Maden anzutreffen waren. Zudem sind einige Waldmistkäfer und Rothalsige Silphen aufgefunden worden.

### Temperaturen/Wetter:

Außentemperatur: ca. 19°C

Temperatur des Kopfes: ca. 26°C

Wetter: Sonnenschein; Reh im Schatten; sehr hohe Luftfeuchtigkeit; feuchter, schlammiger Boden (vermutlich durch Gewitter am Abend zuvor)

## Leichenliegezeitberechnung:

Einzelne, am Tatort eingesammelte Maden konnten bei der Madenbestimmung zur Art der *Calliphora vicina* (Schmeißfliegenart) zugeordnet werden.

Schmeißfliegen schlüpfen bei hohen Temperaturen innerhalb eines Tages. Bei der zur Liegezeitberechnung verwendeten Schmeißfliege handelt es sich um eine 10mm große Made im 3. Larvenstadium. Mit Hilfe eines Isomegalen-Diagramms\* (vgl. Abb. 52) der *Calliphora vicina* (vgl. Abb. 51) und einer Außentemperatur von 19°C konnte ein Madenalter von etwa 2,2 Tagen errechnet werden.

Inklusive der Schlupfzeit handelt es sich bei der Made also um ein etwa 2 bis 3 Tage altes Tier, d.h. die Mindestliegezeit des aufgefunden Kopfes beträgt etwa 2 bis 3 Tage.

Später wurde herausgefunden, dass es sich bei dem toten Reh um ein am 31.05.2014 erlegtes Tier handelte, dessen Kopf am 04.06.2014 im Rahmen einer Projektarbeit zum Thema „Forensische Entomologie“ in den Wald gelegt wurde. Zwischen dem 31.05.2014 und 04.06.2014 war es tiefgefroren.



Abb. 51: Made von *Calliphora vicina*, ca. 10mm

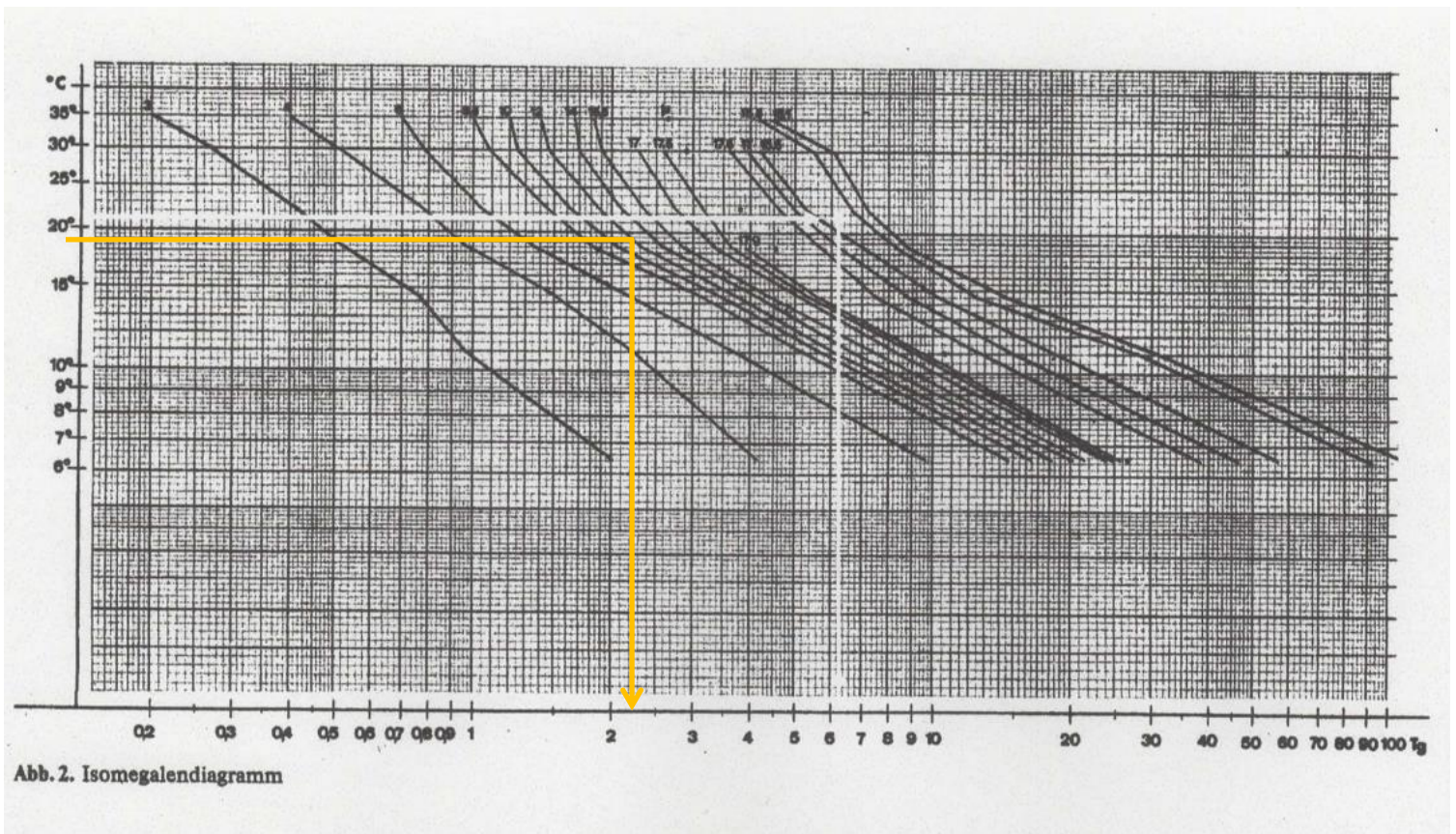


Abb. 52: Isomegalen-Diagramm der *Calliphora vicina*

→y-Achse: Temperatur in °C  
x-Achse: Zeit in Tagen (Tg)

→Gelber-Pfeil: zeigt die zur Berechnung verwendeten Daten der Made (10mm, 19°C, ergibt ein Madenalter von 2 Tagen)

## 12 Diskussion

### 12.1 Knochenreinigung

#### 12.1.1 Vorversuche mit Testknochen

##### 1. Auskochen

Durch die Lösung aus Wasser und Waschmittel konnten die Überreste sehr leicht und in relativ kurzer Zeit entfernt werden, deswegen haben wir uns dazu entschieden die Rehknochen damit auszukochen. Beim Wasser hätte es zu viel Zeit in Anspruch genommen.

##### 2. Aufhellen

Da das Aufhellen genau unseren Erwartungen entsprach, haben wir uns für ein Aufhellen der Rehknochen mit Kaisernatron entschieden.

#### 12.1.2 Reinigung der Rehknochen

Da sich an den Knochen noch lebende Maden und andere Käfer befanden, mussten wir nebenher noch sämtliche Insekten mit einer Pinzette fangen und in einem mit 70%igem Alkohol gefüllten Schnappdeckelgläschen aufbewahren.

In den gekochten Lösungen befanden sich teilweise viele Maden, die wir zur Bestandssicherung auch eingesammelt und in einem Schnappdeckelgläschen aufbewahrt haben.

### 12.2 Insektenbestimmung

Bei der Insektenbestimmung sind folgende Schwierigkeiten aufgetreten:

- es wurden mehr Insekten eingesammelt, als für die Berechnung der Leichenliegezeit erforderlich sind, wodurch Zeit für weitere Arbeiten verloren gegangen ist
- durch die große Artenvielfalt war bei manchen Insekten die Bestimmung nur durch die Unterstützung von Herrn Bretschneider möglich
- bei den Untersuchungen sind manche Tiere wegen ihrer kleinen Größe zu Schaden gekommen
- bei frisch geschlüpften Maden war eine Bestimmung durch fehlende Körpermerkmale nicht durchführbar

Neben den aufgetretenen Schwierigkeiten gab es jedoch auch viele positive Ergebnisse, denn durch Bilder in der Literaturvorgabe (vgl. Geräte & Lösungen) und ausgeprägte Körpermerkmale an den Maden konnten wir sie vergleichen und so eine exakte Bestimmung durchführen. Bei anderen Insekten, wie beispielsweise den Fliegen und Käfern war eine Artenbestimmung durch genaue Recherche im Internet und durch Vergleiche mit vielen Bildern möglich.



## 12.3 Entnahme der Mundwerkzeuge

Das Abschneiden vom Kopfende zusammen mit dem Mundwerkzeug hat vermutlich wegen einer stumpfen Rasierklinge zuerst nicht funktioniert. Mit einer neuen, schärferen Klinge konnten wir das Mundwerkzeug sauber vom Körper der Made trennen.

### 1. Versuch

→Das Mundwerkzeug der *Schmeißfliege* ist recht stabil, da es aus einem eng zusammenhängenden Stück besteht. Nur der Haken vorne ist recht dünn. Mit einer Pinzette konnte es mit einem Zug aus dem recht weichen Gewebe der Made entfernt werden. Dadurch ist auch wenig Madeninhalte am Werkzeug hängen geblieben wodurch die Umrisse sehr gut sichtbar sind, auch auf dem Foto.

### 2.-4. Versuch

→Das Mundwerkzeug der *Echten Fliege* ist sehr instabil, da es sich am hinteren Ende gabelt und auch vorne der Haken sehr dünn ist. Zudem ist die verwendete Pinzette nicht fein genug, wodurch das instabile Mundwerkzeug sehr leicht zerbrochen ist, wenn man es herausziehen wollte.

### 5. Versuch

→Da bei den Versuchen 2-4 die Mundwerkzeuge der Echten Fliege mit der Methode a) (s. „Durchführung“) immer zerbrochen sind, haben wir dann auf Stecknadeln zurückgegriffen. Ihre Spitze ist wesentlich feiner als die der Pinzette. Mit den Stecknadeln haben wir die Methode b) (s. „Durchführung“) ausprobiert und waren erfolgreich.

### 6.-7. Versuch

→Da bei Versuch 5 sehr viel Madeninhalte am Mundwerkzeug hängen geblieben ist, haben wir den Versuch noch zwei Mal wiederholt, mit dem Ziel ein saubereres Werkzeug zu erhalten. Bei beiden konnte das Werkzeug herausgenommen werden, aber es war noch mehr oder gleich viel Madeninhalte außenherum.

### 8. Versuch

→Das Mundwerkzeug der *Käsefliege* ist wie das der *Echten Fliege* auf Grund ihres Aufbaus sehr instabil. Die Herausnahme des Werkzeuges war erfolgreich, aber beim Entfernen von überschüssigem Material ist es auseinander gebrochen.

### 9. Versuch

→Da bei Versuch 8 das Mundwerkzeug der *Käsefliege* auseinander gebrochen ist haben wir den Versuch wiederholt und konnten erfolgreich das Mundwerkzeug entnehmen.

=>Wenn ein Mundwerkzeug auseinandergebrochen ist lag es entweder an unserem fehlenden Erfahrungswert bei der Entnahme und/oder am nicht vorhandenen Equipment (z.B. feine Pinzette, scharfes Skalpell, Mikroschere).

## 13 Zusammenfassung

Ziel dieser Projektarbeit war die Berechnung der Leichenliegezeit. Zudem wurde aufgezeigt, welche Insekten am Verwesungsprozess beteiligt sind.

Um das Ziel erreichen zu können, wurde in einem Wald ein Rehkopf ausgelegt und daran der Verwesungsprozess beobachtet und die Leicheninsekten bzw. Maden eingesammelt. Von den Insekten und Maden wurde anschließend die Art bestimmt. Von den Maden wurde dann anhand von s.g. Isomegalen-Diagrammen das Alter errechnet. Aus dem Madenalter und den Umgebungstemperaturen war es möglich, die „Leichenliegezeit“ zu berechnen.

Während dem Versuch wurde beobachtet, dass bei Temperaturen zwischen durchschnittlich 20°C bis 30°C der Verwesungsprozess sehr schnell abläuft und innerhalb von vier Wochen eine Verwesung bis zu den Knochen stattfinden kann, auch ohne äußere Einflüsse wie beispielsweise durch Fressfeinde.

Zudem wurde deutlich, wie sehr die Entwicklung von Maden zum erwachsenen Tier von Temperatur und Luftfeuchtigkeit abhängig ist.

Nebenbei wurden verschiedene Methoden zu Insekten- bzw. Madenbestimmung sowie zur Knochenreinigung, aufgezeigt.

## 14 Glossar (Fachbegriffe und Fremdwörter)

Die verwendeten Fachbegriffe und Fremdwörter werden mit (\*) gezeichnet.

Aas	= Unter Aas oder Kadaver (lat. <i>cadaver</i> ) versteht man den toten Körper eines Tieres, wenn er in den Zustand der Verwesung übergegangen ist und noch nicht der Natur entnommen bzw. unmittelbar gefressen worden ist.
Adult	= vom lateinischen <i>adultus</i> : „ein Erwachsener“
Arthropoda	= griech. <i>arthron</i> „Gelenk“ und <i>pous</i> , gen. <i>podos</i> „Fuß“ → Gliederfüßler
asservieren	= aufheben, verwahren
Chitin	= Polysaccharid; dient zur Strukturbildung
Coevolution	= bezeichnet im Rahmen der Evolutionstheorie einen evolutionären Prozess der wechselseitigen Anpassung zweier stark interagierender Arten aufeinander, der sich über sehr lange Zeiträume in der Stammesgeschichte beider Arten erstreckt z.B. einer Symbiose: den Bestäubern (Bienen) und den von ihnen bestäubten Pflanzen.
Dung	= Kot von Pflanzenfressern, vor allem von Huftieren
Endopterygota	= wörtlich etwa „Innenflügelige“
Entomologie	= Insektenkunde (griech. <i>éntomos</i> = eingeschnitten, gekerbt, <i>logos</i> = Kunde, Lehre)
Enzym	= Molekül bzw. Molekülkomplex, der die Umwandlung/Spaltung von Substraten beschleunigt
Exopterygota	= wörtlich etwa „Außenflügelige“
Fauna	= <i>pl. Faunen</i> ; bezeichnet die Gesamtheit aller Tierarten in einem Gebiet
Forensisch	= lat. <i>in foro</i> : vor Gericht, vor der Öffentlichkeit
Fäulnisflüssigkeit	= Flüssigkeiten, die bei der Verwesung einer Leiche entstehen
Geotrupes	= „Erdbohrer“ ( <i>geo</i> = Erde; <i>trupes</i> = bohren)
Gliedertiere	= Stammgruppe der Tiere, in der die Ringelwürmer und die Gliederfüßer zusammengefasst sind
Hemimetabole	= Hemimetabolie oder unvollkommene Verwandlung ist ein schrittweiser Entwicklung Gestaltwechsel



Holometabole	= Holometabola; altgr. holos „ganz“, „vollständig“ und metabolé Entwicklung „Veränderung“
Isomegalen-Diagramm	= artspezifisch; zeigt die Zeitspanne an, die eine Made in Abhängigkeit von definierten Umweltfaktoren bis zu einer bestimmten Entwicklungsphase benötigt (Körperlänge in mm gemessen)
Klasse	= Die Klasse ist eine hierarchische Stufe der biologischen Systematik.
Kopulation	= lat. copuläre ‚verbinden‘, ‚zusammenfügen‘; Vereinigung zweier Individuen unterschiedlichen Geschlechts zum Zwecke sexueller Fortpflanzung
Kriminalistik	= Vorwiegend auf die Lösung von Straftaten ausgerichtet Untersuchungs- und Denktechnik
Larvalstadien	= Wachstumsabschnitte einer Made
Larve	= lat. <i>larva</i> Pl. <i>larvae</i> ; bezeichnet eine Zwischenform in der Entwicklung vom Ei zum Erwachsenenstadium. Sie tritt bei Tieren auf, die eine Metamorphose durchlaufen.
Leichenliegezeit	= Zeit, wie lange eine Leiche bereits tot an einem Tatort liegt
Linnaeus	= Carl von Linné; * 23. Mai 1707 in Råshult bei Älmhult; † 10. Januar 1778 in Uppsala; schwedischer Naturforscher
Membran	= Hautschicht
Metamorphose	= griech. <i>metamórphosis</i> „Umgestaltung“
Milieu	= frz.; ‚Mitte‘, ‚Mittel‘; auch: Umgebung, Bereich
nekrophag	= Nekrophage Insekten sind Insekten, welche sich im Larvenstadium von Leichengewebe ernähren
nekrophil	= griech. <i>phileîn</i> = lieben; eine sexuelle Neigung zu toten Körpern empfindend
Oviposition	= Eiablage
post mortem	= lat. für „nach dem Tod“
Ptilinum	= pulsierende Stirnblase
Puparien	= Puparium: ist der biologische Fachausdruck für die erhärtete Haut der letzten Larve eines Insekts, vielfach wird dieser Begriff auch für die Puppenhülle gebraucht. Der Begriff kommt vom lateinischen <i>pupa</i> . Dies bedeutet auf Deutsch <i>Puppe</i> .
Rechtsmedizin	= Medizinische Fachrichtung, die sich mit der Erkennung unklarer Todesursachen, oft nach Gewalteinwirkung, sowie benachbarten Forschungsgebieten befasst.

Spurensicherung = Tätigkeit innerhalb der Forensik, kriminalistisch relevante Spuren zu sichern, sie also zu dokumentieren und gegebenenfalls sicherzustellen (Kriminaltechnik), wie auch den damit beauftragten Erkennungsdienst. Sie dient dem Sachbeweis für Tat und Täterschaft.

Thorax = Brustkorb

Trägeransatz = *Jägersprache*: Halsansatz

Unterschlundganglion = Nervenzellknoten im Nervensystem der höheren Insekten

Vergiftung = Als Vergiftung werden bei Lebewesen jene Schäden bezeichnet, die durch Aufnahme einer jeweiligen Mindestmenge von verschiedensten Substanzen (u. a. Toxine, aber auch Medikamente sowie sogenannte Gefahrstoffe) verursacht werden

## 15 Literaturverzeichnis

[Stand: 16.03.2015]

- <sup>1</sup> Koch, Heiko Joachim, (2002), Diplomarbeit, Fachbereich II – Kriminalwissenschaften, *Forensische Entomologie – Prä- und postmortale Leichenbesiedlung durch Insekten*, S. 2.
- <sup>2</sup> Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, S. 312.
- <sup>3</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Forensische\\_Entomologie](http://de.wikipedia.org/wiki/Forensische_Entomologie)
- <sup>4</sup> Schmitt, Katharina, (2010). Facharbeit, *Forensische Entomologie – Die Entwicklung nekrophager Insekten zur Bestimmung der Leichenliegezeit*, S. 6.
- <sup>5</sup> Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, S. 82.
- <sup>6</sup> Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, S. 84.
- <sup>7</sup> Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, S. 86.
- <sup>8</sup> [de.wikipedia.org/wiki/Insekten](http://de.wikipedia.org/wiki/Insekten)
- <sup>9</sup> [www.insektenbox.de/fibel/bau/index.html](http://www.insektenbox.de/fibel/bau/index.html)
- <sup>10</sup> Koch, Heiko Joachim, (2002), Diplomarbeit, Fachbereich II – Kriminalwissenschaften, *Forensische Entomologie – Prä- und postmortale Leichenbesiedlung durch Insekten*, S. 21 f.
- <sup>11</sup> Koch, Heiko Joachim, (2002), Diplomarbeit, Fachbereich II – Kriminalwissenschaften, *Forensische Entomologie – Prä- und postmortale Leichenbesiedlung durch Insekten*, S. 23.
- <sup>12</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Peptidase>
- <sup>13</sup>  
<https://www.biotechnologie.de/BIO/Navigation/DE/Foerderung/foerderbeispiele,did=152264.html>
- <sup>14</sup> Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, S. 24.
- <sup>15</sup> Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, S. 28.
- <sup>16</sup> Benecke, Mark, Prof. Dr., Besiedlung von Leichen durch Gliedertiere. In: Handbuch gerichtliche Medizin, Springer, 2003, S. 2.
- <sup>17</sup> Koch, Heiko Joachim, (2002), Diplomarbeit, Fachbereich II – Kriminalwissenschaften, *Forensische Entomologie – Prä- und postmortale Leichenbesiedlung durch Insekten*, S. 25.

<sup>18</sup> Koch, Heiko Joachim, (2002), Diplomarbeit, Fachbereich II – Kriminalwissenschaften, *Forensische Entomologie – Prä- und postmortale Leichenbesiedlung durch Insekten*, S. 26.

<sup>19</sup> Koch, Heiko Joachim, (2002), Diplomarbeit, Fachbereich II – Kriminalwissenschaften, *Forensische Entomologie – Prä- und postmortale Leichenbesiedlung durch Insekten*, S. 25.

<sup>20</sup> Koch, Heiko Joachim, (2002), Diplomarbeit, Fachbereich II – Kriminalwissenschaften, *Forensische Entomologie – Prä- und postmortale Leichenbesiedlung durch Insekten*, S. 30.

<sup>21</sup> Koch, Heiko Joachim, (2002), Diplomarbeit, Fachbereich II – Kriminalwissenschaften, *Forensische Entomologie – Prä- und postmortale Leichenbesiedlung durch Insekten*, S. 57.

<sup>22</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Mistk%C3%A4fer>

<sup>23</sup> <http://www.tierchenwelt.de/kaefer/2134-mistkaefer.html>

<sup>24</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Aask%C3%A4fer#Forensische\\_Entomologie](http://de.wikipedia.org/wiki/Aask%C3%A4fer#Forensische_Entomologie)

<sup>25</sup> Koch, Heiko Joachim, (2002), Diplomarbeit, Fachbereich II – Kriminalwissenschaften, *Forensische Entomologie – Prä- und postmortale Leichenbesiedlung durch Insekten*, S. 53.

<sup>26</sup> <http://de.wikipedia.org/wiki/Kurzfl%C3%BCgler>

<sup>27</sup> <http://www.insektenbox.de/fibel/hol/kaefer/kurzfl.htm>

<sup>28</sup> Koch, Heiko Joachim, (2002), Diplomarbeit, Fachbereich II – Kriminalwissenschaften, *Forensische Entomologie – Prä- und postmortale Leichenbesiedlung durch Insekten*, S. 31..

<sup>29</sup>

<http://www.ah.novartis.de/platform/apps/table/simple.asp?MenuID=247&ID=301&Menu=5&Item=7.2.7.1.3>

<sup>30</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Holometabole\\_Insekten](http://de.wikipedia.org/wiki/Holometabole_Insekten)

<sup>31</sup> <http://www.insektenbox.de/fibel/hol/index.html>

<sup>32</sup> [http://de.wikipedia.org/wiki/Hemimetabole\\_Insekten](http://de.wikipedia.org/wiki/Hemimetabole_Insekten)

<sup>33</sup>: <http://www.insektenbox.de/fibel/hem/index.html>

<sup>34</sup> <http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/exopterygota/23284>

<sup>35</sup> [http://wiki2.benecke.com/index.php?title=Notfall-Anleitung\\_zur\\_Asservierung\\_insektenkundlicher\\_Spuren](http://wiki2.benecke.com/index.php?title=Notfall-Anleitung_zur_Asservierung_insektenkundlicher_Spuren)

<sup>36</sup> <http://www.gutefrage.net/frage/wie-putzt-man-tierknochen>

<sup>37</sup> <http://www.survival-forum.com/archive/index.php/t-454.html>

<sup>38</sup> Benecke, Mark, Prof. Dr., Besiedlung von Leichen durch Gliedertiere. In: Handbuch gerichtliche Medizin, Springer, 2003, S. 3.

<sup>39</sup> Telefonat vom 30.01.2015 mit Dr. Jens Amendt, Forensischer Entomologe, Universität Frankfurt am Main, Tel.: 069 63017571

<sup>40</sup> Koch, Heiko Joachim, (2002), Diplomarbeit, Fachbereich II – Kriminalwissenschaften, *Forensische Entomologie – Prä- und postmortale Leichenbesiedlung durch Insekten*, S. 140.

<sup>41</sup> Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, S. 34.

<sup>42</sup> Koch, Heiko Joachim, (2002), Diplomarbeit, Fachbereich II – Kriminalwissenschaften, *Forensische Entomologie – Prä- und postmortale Leichenbesiedlung durch Insekten*, S. 25.

<sup>43</sup> Benecke, Mark, Prof. Dr., *Besiedlung von Leichen durch Gliedertiere*. In: *Handbuch gerichtliche Medizin*, Springer, 2003, S. 6.

## 16 Bild- und Tabellenverzeichnis

### Bilder Titelblatt: [Stand: 18.02.2015]

(Reihenfolge: von oben nach unten und von links nach rechts)

Abb. 1: Eigenes Foto

Abb. 2: Eigenes Foto

Abb. 3: Eigenes Foto

Abb. 4: Eigenes Foto

Abb. 5: Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, S. 107.

Abb. 6: Eigenes Foto

Abb. 7: Eigenes Foto

Abb. 8: Eigenes Foto

Abb. 9: Eigenes Foto

Abb. 10: Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, S. 53.

Abb. 11: Eigenes Foto

Abb. 12: Eigenes Foto

Abb. 13: Eigenes Foto

### Bilder Projektarbeit: [Stand: 17.02.2015]

Abb. 1: Grabplatte mit Madenleiche

[http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fdiverse.freepage.de%2Fcgi-bin%2Ffeets%2Ffreepage\\_ext%2F41030x030A%2Frewrite%2Fceeagemilton%2Fbilder%2Fgrabplatte-kl.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fdiverse.freepage.de%2Fcgi-bin%2Ffeets%2Ffreepage\\_ext%2F41030x030A%2Frewrite%2Fceeagemilton%2Fsonstiges%2Fbiologie.html&h=349&w=200&tbnid=gk8RFtz-mYHXJM%3A&zoom=1&docid=4LohNG5h6l1EsM&ei=GxnjVM\\_sHcbCPJHQgbgI&tbnid=isch&iact=rc&uact=3&dur=657&page=1&start=0&ndsp=18&ved=0CDcQrQMwBw](http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fdiverse.freepage.de%2Fcgi-bin%2Ffeets%2Ffreepage_ext%2F41030x030A%2Frewrite%2Fceeagemilton%2Fbilder%2Fgrabplatte-kl.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fdiverse.freepage.de%2Fcgi-bin%2Ffeets%2Ffreepage_ext%2F41030x030A%2Frewrite%2Fceeagemilton%2Fsonstiges%2Fbiologie.html&h=349&w=200&tbnid=gk8RFtz-mYHXJM%3A&zoom=1&docid=4LohNG5h6l1EsM&ei=GxnjVM_sHcbCPJHQgbgI&tbnid=isch&iact=rc&uact=3&dur=657&page=1&start=0&ndsp=18&ved=0CDcQrQMwBw)

Abb. 2: Unterschiedliche Besiedlungswellen von Leicheninsekten

Koch, Heiko Joachim, (2002), Diplomarbeit, Fachbereich II – Kriminalwissenschaften, *Forensische Entomologie – Prä- und postmortale Leichenbesiedlung durch Insekten*, S. 144 (abgeänderte Variante)



**Abb. 3: Körperbau von Insekten**

[http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fstaff-www.uni-marburg.de%2F~schachtj%2FBC\\_Web%2FBilder%2FGrundbauplan\\_1.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fstaff-www.uni-marburg.de%2F~schachtj%2FBC\\_Web%2FGrundbauplan.htm&h=739&w=982&tbnid=OXXw1FOuzplVIM%3A&zoom=1&docid=JTrdRNZ9ddNa0M&ei=FTXjVOqbJsi-POm5gLgP&tbm=isch&iact=rc&uact=3&dur=5&page=1&start=0&ndsp=16&ved=0CCgQrQMwAg](http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fstaff-www.uni-marburg.de%2F~schachtj%2FBC_Web%2FBilder%2FGrundbauplan_1.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fstaff-www.uni-marburg.de%2F~schachtj%2FBC_Web%2FGrundbauplan.htm&h=739&w=982&tbnid=OXXw1FOuzplVIM%3A&zoom=1&docid=JTrdRNZ9ddNa0M&ei=FTXjVOqbJsi-POm5gLgP&tbm=isch&iact=rc&uact=3&dur=5&page=1&start=0&ndsp=16&ved=0CCgQrQMwAg)

**Abb. 4: Schmeißfliege**

Schmitt, Katharina, (2010). Facharbeit, *Forensische Entomologie – Die Entwicklung nekrophager Insekten zur Bestimmung der Leichenliegezeit*, S. 11.

**Abb. 5: Maden (schematische Darstellung)**

Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, S. 107.

**Abb. 6: Echte Fliege**

[http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.naturspaziergang.de%2Fzweifluegler%2FMuscidae%2FMuscidae\\_Fotos%2FMusca\\_domestica\\_02\\_03-08-11.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.naturspaziergang.de%2Fzweifluegler%2FMuscidae%2FMusca\\_domestica.htm&h=650&w=900&tbnid=JdeChbWguHWrhM%3A&zoom=1&docid=Z2S9L-9IkUKIQM&ei=ux3jVLzFH4rgONXggMAI&tbm=isch&iact=rc&uact=3&dur=505&page=1&start=0&ndsp=17&ved=0CEQQRQMwDA](http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.naturspaziergang.de%2Fzweifluegler%2FMuscidae%2FMuscidae_Fotos%2FMusca_domestica_02_03-08-11.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.naturspaziergang.de%2Fzweifluegler%2FMuscidae%2FMusca_domestica.htm&h=650&w=900&tbnid=JdeChbWguHWrhM%3A&zoom=1&docid=Z2S9L-9IkUKIQM&ei=ux3jVLzFH4rgONXggMAI&tbm=isch&iact=rc&uact=3&dur=505&page=1&start=0&ndsp=17&ved=0CEQQRQMwDA)

**Abb. 7: Made (schematische Darstellung)**

Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, S. 107.

**Abb. 8: Käsefliege**

[http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org%2Fwikipedia%2Fcommons%2F2%2F29%2FPiophilina\\_casei\\_british\\_entymology\\_detail.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fde.wikipedia.org%2Fwiki%2FPiophilina\\_casei&h=675&w=720&tbnid=KMwD-RURHTAiLM%3A&zoom=1&docid=i6BWGcj3E6IH7M&ei=BHbkVMP9Kcq8Pfe3gRg&tbm=isch&iact=rc&uact=3&dur=292&page=1&start=0&ndsp=18&ved=0CDoQRQMwCA](http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org%2Fwikipedia%2Fcommons%2F2%2F29%2FPiophilina_casei_british_entymology_detail.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fde.wikipedia.org%2Fwiki%2FPiophilina_casei&h=675&w=720&tbnid=KMwD-RURHTAiLM%3A&zoom=1&docid=i6BWGcj3E6IH7M&ei=BHbkVMP9Kcq8Pfe3gRg&tbm=isch&iact=rc&uact=3&dur=292&page=1&start=0&ndsp=18&ved=0CDoQRQMwCA)

**Abb. 9: Made (schematische Darstellung)**

Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, S. 107.

**Abb. 10: Mistkäfer**

[http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org%2Fwikipedia%2Fcommons%2Fthumb%2F8%2F8c%2FAnoplotrupes.stercorosus.jpg%2F300px-Anoplotrupes.stercorosus.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fde.wikipedia.org%2Fwiki%2FMistk%25C3%25A4fer&h=200&w=300&tbnid=wZc8o9kQde9QyM%3A&zoom=1&docid=0TDxqngWBW9c4M&ei=Oh\\_jVM3DH4f2OsWbgPAK&tbm=isch&iact=rc&uact=3&dur=596&page=1&start=0&ndsp=11&ved=0CDcQRQMwAA](http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org%2Fwikipedia%2Fcommons%2Fthumb%2F8%2F8c%2FAnoplotrupes.stercorosus.jpg%2F300px-Anoplotrupes.stercorosus.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fde.wikipedia.org%2Fwiki%2FMistk%25C3%25A4fer&h=200&w=300&tbnid=wZc8o9kQde9QyM%3A&zoom=1&docid=0TDxqngWBW9c4M&ei=Oh_jVM3DH4f2OsWbgPAK&tbm=isch&iact=rc&uact=3&dur=596&page=1&start=0&ndsp=11&ved=0CDcQRQMwAA)

**Abb. 11: Rothalsige Silphe**

[http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.insektenbox.de%2Fkaefer%2Fnorm%2Frotsilp.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.insektenbox.de%2Fkaefer%2Frotsil.htm&h=240&w=360&tbnid=3HknU2UJxx1YPM%3A&zoom=1&docid=Q1XXV1uTYvCsYM&ei=eh\\_jVLH-](http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.insektenbox.de%2Fkaefer%2Fnorm%2Frotsilp.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.insektenbox.de%2Fkaefer%2Frotsil.htm&h=240&w=360&tbnid=3HknU2UJxx1YPM%3A&zoom=1&docid=Q1XXV1uTYvCsYM&ei=eh_jVLH-)

J4XdPYrtgJAP&tbn=isch&iact=rc&uact=3&dur=255&page=1&start=0&ndsp=18&ved=0CCAQRQMwAA

**Abb. 12: Schwarzhörniger Totengräber**

[http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org%2Fwikipedia%2Fcommons%2F8%2F80%2FNicrophorus\\_vespilloides\\_wiki.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fde.wikipedia.org%2Fwiki%2FAask%25C3%25A4fer&h=1215&w=1599&tbnid=uXy3YkPJn97TCM%3A&zoom=1&docid=w2EfxHBQVqv7XM&ei=lh\\_jVP3xN4SyPYy0gbAG&tbn=isch&iact=rc&uact=3&dur=386&page=1&start=0&ndsp=11&ved=0CD4QRQMwAw](http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org%2Fwikipedia%2Fcommons%2F8%2F80%2FNicrophorus_vespilloides_wiki.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fde.wikipedia.org%2Fwiki%2FAask%25C3%25A4fer&h=1215&w=1599&tbnid=uXy3YkPJn97TCM%3A&zoom=1&docid=w2EfxHBQVqv7XM&ei=lh_jVP3xN4SyPYy0gbAG&tbn=isch&iact=rc&uact=3&dur=386&page=1&start=0&ndsp=11&ved=0CD4QRQMwAw)

**Abb. 13: Schwarzer Moderkäfer**

[http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Ffarm9.static.flickr.com%2F8228%2F8385701421\\_e31f0a08eb.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.flickrriver.com%2Fphotos%2Ftags%2Fkurzfl%25C3%25BCgler%2Finteresting%2F&h=688&w=1024&tbnid=Bi00DcD8JI7XUM%3A&zoom=1&docid=r9iwWmERgwL8kM&ei=5x\\_jVITJGczdPa\\_GgbgG&tbn=isch&iact=rc&uact=3&dur=687&page=4&start=40&ndsp=15&ved=0CNwBEK0DMDY](http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Ffarm9.static.flickr.com%2F8228%2F8385701421_e31f0a08eb.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.flickrriver.com%2Fphotos%2Ftags%2Fkurzfl%25C3%25BCgler%2Finteresting%2F&h=688&w=1024&tbnid=Bi00DcD8JI7XUM%3A&zoom=1&docid=r9iwWmERgwL8kM&ei=5x_jVITJGczdPa_GgbgG&tbn=isch&iact=rc&uact=3&dur=687&page=4&start=40&ndsp=15&ved=0CNwBEK0DMDY)

**Abb. 14: Roter Bunträuber**

<http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.insektenbox.de%2Ffibel%2Fbilder%2Frotbunt.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.insektenbox.de%2Ffibel%2Fhol%2Fkaefer%2Fkurzfl.htm&h=240&w=360&tbnid=BMfE2IMiHrJcjM%3A&zoom=1&docid=8aq6-CXmRAorvM&ei=QSDjVPXIGoTfOMHxgbgN&tbn=isch&iact=rc&uact=3&dur=375&page=2&start=10&ndsp=15&ved=0CFwQRQMwDQ>

**Abb. 15: Larven**

[http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.fva-bw.de%2Fforschung%2Fbu%2Fbodenschluessel%2Fimg%2Fartb\\_staphilinidenlarve.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.fva-bw.de%2Fforschung%2Fbu%2Fbodenschluessel%2Fartb\\_staphilinidenlarven.html&h=317&w=420&tbnid=ReuWhTTKsqhUDM%3A&zoom=1&docid=h9-T5hB1dV1wEM&ei=bCHjVOWaJYPs8gWS54EI&tbn=isch&iact=rc&uact=3&dur=326&page=1&start=0&ndsp=16&ved=0CEwQRQMwDg](http://www.google.de/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.fva-bw.de%2Fforschung%2Fbu%2Fbodenschluessel%2Fimg%2Fartb_staphilinidenlarve.jpg&imgrefurl=http%3A%2F%2Fwww.fva-bw.de%2Fforschung%2Fbu%2Fbodenschluessel%2Fartb_staphilinidenlarven.html&h=317&w=420&tbnid=ReuWhTTKsqhUDM%3A&zoom=1&docid=h9-T5hB1dV1wEM&ei=bCHjVOWaJYPs8gWS54EI&tbn=isch&iact=rc&uact=3&dur=326&page=1&start=0&ndsp=16&ved=0CEwQRQMwDg)

**Abb. 16: Entwicklungszyklus**

<http://www.ah.novartis.de/platform/apps/table/simpletabs.asp?MenuID=244&ID=298&Menu=5&Item=7.2.7.1>

**Abb. 17: Puppen**

<https://www.fhoev.nrw.de/fileadmin/Newsletter/Entomologie.pdf>

**Abb. 18: Schlupf einer ausgewachsenen Fliege aus ihrer Puppe**

[http://www.angelplatz.at/phpBB3/angellexikon/m/maden\\_fliegenlarven.php](http://www.angelplatz.at/phpBB3/angellexikon/m/maden_fliegenlarven.php)

**Abb. 19: Holometabole Entwicklung**

[http://www.aves-ostkantone.be/Bilder/kaefer/Metamorphose\\_20\\_450.jpg](http://www.aves-ostkantone.be/Bilder/kaefer/Metamorphose_20_450.jpg)

**Abb. 20: Hemimetabole Entwicklung**

[http://www.aves-ostkantone.be/Bilder/kaefer/Metamorphose\\_20\\_450.jpg](http://www.aves-ostkantone.be/Bilder/kaefer/Metamorphose_20_450.jpg)

**Abb. 21: Weg von der Bernd-Blindow-Schule zum Auslegeort**

<https://www.google.de/maps/place/Bernd-Blindow-Schulen+GmbH/@47.670908,9.500801,3603m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x479b00be1dbfc937:0xad55b7501b8e3bd?hl=de>

Abb. 22: Wald an der neuen Messe Friedrichshafen

<https://www.google.de/maps/place/Bernd-Blindow-Schulen+GmbH/@47.670908,9.500801,3603m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x479b00be1dbfc937:0xad55b7501b8e3bd?hl=de>

Schulen+GmbH/@47.670908,9.500801,3603m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x479b00be1dbfc937:0xad55b7501b8e3bd?hl=de

Abb. 23: Ausgelegter Rehkopf; zum Schutz unter Draht, mit Schilderkennzeichnung

Eigenes Foto

Abb. 24: Schnappdeckelgläschen

[http://www.krantz-online.de/de/online-shop/\\_\\_\\_product/955/\\_\\_\\_showCat/120/\\_\\_\\_pageid/16/rollrand-schnappdeckelgl-ser.html](http://www.krantz-online.de/de/online-shop/___product/955/___showCat/120/___pageid/16/rollrand-schnappdeckelgl-ser.html)

Abb. 25: Kaisernatron

Eigenes Foto

Abb. 26: Auskochen Testknochen; links: Wasser, rechts: Wasser mit Waschmittel

Eigenes Foto

Abb. 27: Aufhellen in Kaisernatron

Eigenes Foto

Abb. 28: Arbeitsutensilien

Eigenes Foto

Abb. 29: Auskochen der Kieferknochen

Eigenes Foto

Abb. 30: Auskochen des Schädels

Eigenes Foto

Abb. 31: Aufhellen der Wirbel in Kaisernatron

Eigenes Foto

Abb. 32: Lichtmikroskop und Binokular

Eigenes Foto

Abb. 33: Testknochen vorher

Eigenes Foto

Abb. 34: Testknochen nachher

Eigenes Foto

Abb. 35: Rehknochen vorher

Eigenes Foto

Abb. 36: Rehknochen nachher

Eigenes Foto

Abb. 37: Schwarzer Totengräber, Rothalsige Silphe, Waldmistkäfer, Kurzflügler, Kurzflügler, Waldmistkäfer, 3x Vierpunktiger Aaskäfer (von links nach rechts, chronologisch geordnet)

Eigenes Foto

Abb. 38: Calliphoridae (Schmeißfliegen); chronologisch geordnet

Eigenes Foto

Abb. 39: Muscidae (Echte Fliege); chronologisch geordnet  
Eigenes Foto

Abb. 40: Piophiliden (Käsefliegen); chronologisch geordnet  
Eigenes Foto

Abb. 41: Silphidae (Aaskäfer); chronologisch geordnet  
Eigenes Foto

Abb. 42: Selbst entnommenes Mundwerkzeug  
Eigenes Foto

Abb. 43: Zum Vergleich aus Literaturvorgabe  
Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, S. 54.

Abb. 44: Selbst entnommenes Mundwerkzeug  
Eigenes Foto

Abb. 45: Zum Vergleich aus Literaturvorgabe  
Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, S. 53.

Abb. 46: Selbst entnommenes Mundwerkzeug  
Eigenes Foto

Abb. 47: Zum Vergleich aus Literaturvorgabe  
Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, S. 53.

Abb. 48: Beispiel zur Bestimmung des Larvenstadiums mit Hilfe des Atemsystems (hier: 3 Kerben = 3. Larvenstadium)  
Benecke, Mark, Prof. Dr. (2006; 8. Auflage, April 2013). *Dem Täter auf der Spur - So arbeitet die moderne Kriminalbiologie*. Köln: Bastei Lübbe GmbH & Co. KG, S. 33.

Abb. 49: Madenteppich, Waldmistkäfer  
Eigenes Foto

Abb. 50: teilskelettierter Kiefer, aufgelöstes Auge  
Eigenes Foto

Abb. 51: Made von *Calliphora vicina* (ca. 10mm)  
Eigenes Foto

Abb. 52: Isomegalen-Diagramm der *Calliphora vicina*  
Koch, Heiko Joachim, (2002), Diplomarbeit, Fachbereich II – Kriminalwissenschaften, *Forensische Entomologie – Prä- und postmortale Leichenbesiedlung durch Insekten*, S. 140.

Abb. 53: Scan der Erklärung des Jägers  
Eigener Scan

Tabellen: [Stand: 17.02.2015]

Tabelle 1: Systematik der Schmeißfliege

<http://de.wikipedia.org/wiki/Schmei%C3%9Ffliegen> (abgeänderte Variante)

Tabelle 2: Systematik der Echten Fliege

[http://de.wikipedia.org/wiki/Echte\\_Fliegen](http://de.wikipedia.org/wiki/Echte_Fliegen) (abgeänderte Variante)

Tabelle 3: Systematik der Käsefliege

[http://de.wikipedia.org/wiki/Piophila\\_casei](http://de.wikipedia.org/wiki/Piophila_casei) (abgeänderte Variante)

Tabelle 4: Systematik der Mistkäfer

<http://de.wikipedia.org/wiki/Mistk%C3%A4fer> (abgeänderte Variante)

Tabelle 5: Systematik der Aaskäfer

<http://de.wikipedia.org/wiki/Aask%C3%A4fer> (abgeänderte Variante)

Tabelle 6: Systematik der Kurzflügler

<http://de.wikipedia.org/wiki/Kurzfl%C3%BCgler> (abgeänderte Variante)

## 17 Danksagung

Wir möchten uns bei allen bedanken, die dieses Projekt möglich gemacht und uns tatkräftig unterstützt und mental immer wieder aufgebaut und ermutigt haben. Dabei gilt ein besonderer Dank unseren Betreuern Herr Bretschneider, Herr Dr. Boeckh und Frau Dr. Engels, die jederzeit für unsere Fragen ein offenes Ohr hatten und uns immer mit Rat und Tat zur Seite standen. Weiterhin wollen wir uns bei Herrn Anton Neurohr dafür bedanken, dass er uns die Grundlage für unser Projekt - den Rehkopf - unentgeltlich und zeitnah überreicht hat. Nicht zu vergessen ist auch unsere ehemalige Deutschlehrerin Frau Mayer, die die schriftliche Ausarbeitung für uns Korrektur gelesen hat.

Last but not least, geht ein großes Dankeschön an all die Lieben zu Hause, die tapfer unseren Geschichten während des Versuchsverlaufes zugehört und uns mit Material für den Versuch unterstützt haben.

**DANKE!**



## 18 Jägererklärung

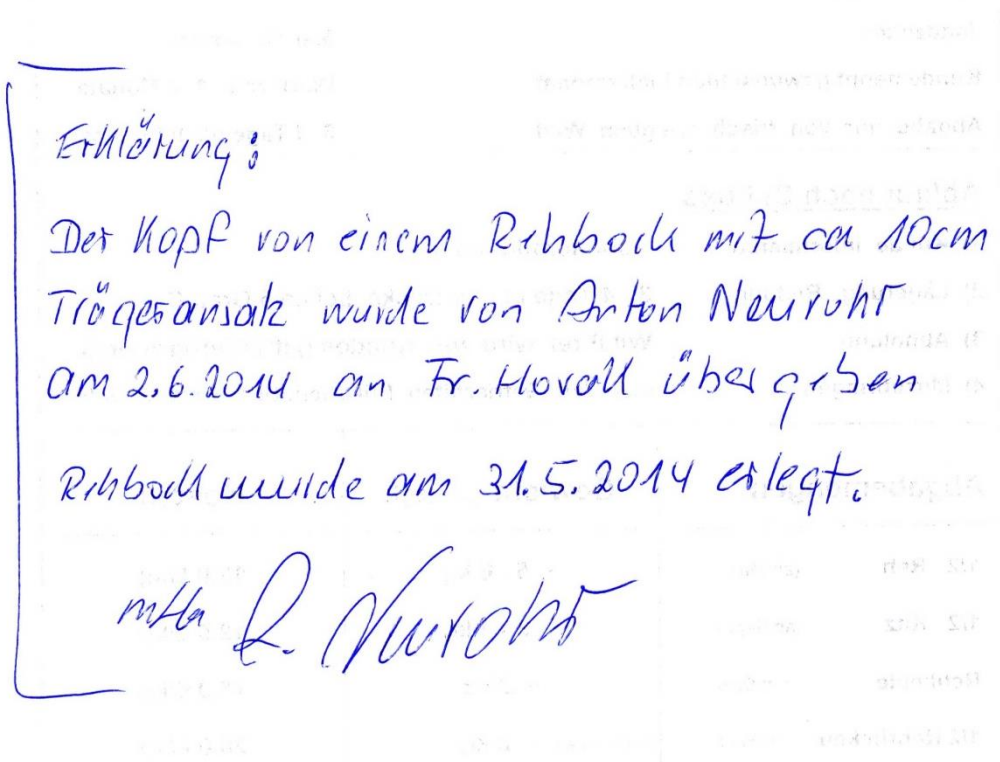


Abb. 53: Scan der Erklärung des Jägers

## 19 Selbständigkeitserklärung

Ich versichere, dass die Projektarbeit von mir selbstständig angefertigt und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt wurden.

Alle Stellen, die dem Wortlaut oder dem Sinne nach anderen Werken entnommen sind, habe ich durch Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift



**"Warum gehen Ameisen nicht in die Kirche?"**

**"Weil sie In Sekten sind!"**

