

26. APRIL 2021

UNGEWÖHNLICHE HILFSMITTEL BEI DER VERBRECHENSAUFKLÄRUNG

DER EINFLUSS SOWIE DIE BEDEUTUNG VON ABIOTISCHEN UND
BIOTISCHEN UMWELTFAKTOREN IN FORENSISCHEN UNTERSUCHUNGEN

MERLE DREISKE Q1

FACHLEHRERIN: FRAU HEINEMANN

Biologie LK (2020/2021) Gymnasium Petrinum Recklinghausen

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Forensik	4
2.1 Definition des Begriffes und Grundlagen	4
2.2 Tatortuntersuchungen	4
2.3 Identifizierung und Untersuchung von Leichen	4
3. Verwesung	5
3.1 Biologischer Hintergrund	6
3.1.1 <i>Das Immunsystem</i>	6
3.1.2 <i>Biochemische Grundlagen</i>	6
3.2 Fäulnis	7
3.3 Stadien der Verwesung	7
3.3.1 <i>Austrocknen</i>	7
3.3.2 <i>Autolyse</i>	8
3.3.3 <i>Fäulnis</i>	8
3.3.3.2 <i>Gas- und Geruchsbildung</i>	8
3.3.4 <i>Endprodukte</i>	8
3.4 Abiotischen und biotischen Umweltfaktoren	9
4. Entomologie	9
4.1 Grundlagen	9
4.3 Faktoren	9
5. Experiment	10
5.1 Leitfrage und Ziel	10
5.2 Hypothesen	10
5.3 Aufbau	10
5.4 Durchführung	11
5.5 Beobachtungen	11
5.6 Auswertung	12
5.7 Fazit	15
6. Anhang	17
6.1 Diagramme Temperaturverlauf	17
7. Literaturverzeichnis	18
8. Selbständigkeitserklärung	19

1. Einleitung

DNA- Analyse, morphologische Blutspuren, Verwesung und Tatverdacht. Begriffe, die jedem durch Kriminalfilme und Romane geläufig sind. Nur muss man vorsichtig sein; Die Darstellung von kriminalistischen Ermittlungen stimmt nicht mit der Wirklichkeit überein, Analysen liefern nicht innerhalb von Stunden die Ergebnisse und führen somit auch nicht sofort zur Überführung des Täters. Tatsächlich sind die Verfahren äußerst zeitintensiv, kompliziert und umfangreich. Genau das macht die Forensik als Berufsfeld so interessant. Die Forensik bietet eine breite Auswahl an Betätigungen und ist nicht nur Grundlage für die Verbrechensbekämpfung, sondern auch für vielseitige Forschungen.

Gerade die Naturwissenschaften sind ein wichtiger Bestandteil der Forensik. So lässt sich z.B. durch die Analyse von Blutspritzern die Art und Stärke von physikalischen Einwirkungen auf einen Körper analysieren. Ebenso ist es möglich durch den Grad der Verwesung und den Befall von fremden Organismen einen Todeszeitpunkt relativ genau zu bestimmen.

Genau an dieser Stelle knüpft das Thema dieser Facharbeit an, mit der Fragestellung: „Wie wirken sich Umweltfaktoren auf den Prozess der Verwesung aus und welche Bedeutung haben diese für forensische Untersuchungen?“

Zunächst werden in Kapitel zwei die Grundlagen von forensischen Untersuchungen und deren Einsatzbereiche erklärt. Darauf folgt im dritten Kapitel die genaue Beschreibung der Verwesung vor dem biologischen Hintergrund. Außerdem erfolgt eine Auflistung der Stadien der Verwesung. In Kapitel vier wird der Fachbereich der forensischen Entomologie ausgeführt.

Um die Fragestellung auszuarbeiten, wird ein Experiment durchgeführt. Dieses betrachtet in Kapitel fünf die Verwesung von vier Ratten. Um die Einflüsse auf die Verwesung voneinander differenzieren zu können, werden die Ratten bzw. ihre Umgebung so manipuliert, dass jeweils ein Umweltfaktor nicht gegeben ist. Der Versuch beschränkt sich auf die abiotischen Faktoren Wasser und Licht und den biotischen Faktor der Insektenbesiedlung.

2. Forensik

2.1 Definition des Begriffes und Grundlagen

Der deutsche Kriminalbiologe Mark Benecke definiert die Forensik als eine „Mischung aus Kriminalistik, Rechtsmedizin und Naturwissenschaften“ (Benecke, 2013). Aufgrund dessen bietet die Forensik ein weites Spektrum an Beschäftigungen und umfasst mittlerweile mit der IT-Forensik auch Computerwissenschaften. Eine Kombination von Untersuchungen ist am effektivsten für die Aufklärung von Kriminalfällen. So werden beispielsweise Blutspuren im Labor auf DNA untersucht und die Kriminalistik analysiert sie im Hinblick auf die Richtung, in die sie geschleudert wurden.¹

2.2 Tatortuntersuchungen²

Die Tatortuntersuchung dient der Aufklärung von Verbrechen und ist das Kernstück der Tatortarbeit. Jede Untersuchung läuft nach einem festgelegten Ablauf ab, der als ersten Schritt die Aufnahme von Objekten vorsieht. Die Tatortuntersuchung ist in drei Phasen unterteilt. In der ersten Phase werden mögliche Spuren und materielle Beweismittel gesucht. Die zweite Phase sieht die Sicherung jener Beweismittel vor. Die Untersuchung der gesicherten Spuren und die zusammenhängende Beurteilung findet in der dritten Phase statt. Aufgrund dieser Beurteilung lässt sich daraufhin die Tatortsituation rekonstruieren.

Bei der Beschreibung der Tatortsituation ist es das Ziel, ein möglichst vollständiges und fehlerfreies Bild des Tatortes zu skizzieren. Anhand dieser Gegebenheiten können Spezialisten die Planung und auch die eigentliche Tat nachvollziehen.

2.3 Identifizierung und Untersuchung von Leichen

Nicht nur mögliche Spuren und Beweismittel helfen bei der Überführung eines Täters. Die Untersuchung von Leichen gibt oftmals entscheidende Hinweise auf den Tathergang und den Täter. Gemäß §88 StPO „Identifizierung des Verstorbenen vor Leichenöffnung“, ist es in Deutschland Pflicht, jede Leiche zu identifizieren und die Todesursache festzustellen.³ Bei der Untersuchung bieten sich verschiedene Methoden an, die von der Verfassung der Leiche anhängig sind.

¹ (Benecke, 2013)

² (o.V., Tatortuntersuchung und Tatortrekonstruktion, 2019)

³ (o.V., § 88 StPO Identifizierung des Verstorbenen vor Leichenöffnung, o.A.)

Bei der Daktyloskopie werden die Fingerabdrücke der Leiche aufgenommen und mit der zentralen Fingerabdrucksammlung des Bundeskriminalamtes verglichen.⁴ Außerdem lässt sich die Identität der Leiche und die des Täters über eine DNA-Analyse ermitteln. Das „molekulargenetisch auswertbare[s] Spurenmaterial wie Blut, Speichel, Sperma, aber auch Haare oder Hautpartikel von tatbeteiligten Personen“ (o.V., DNA-Analytik, 2021) wird im Labor analysiert und mit dem Datenbestand der DNA-Analyse-Datei abgeglichen.⁵ Die Abbildung 2 im Anhang stellt eine Übersicht der Datenbanken dar. Wenn es nicht möglich ist Fingerabdrücke zu nehmen, oder die DNA-Analyse keine Treffer erzielt, kann die Leiche über die Odontostomatologie identifiziert werden. Dazu werden das Gebiss, Zähne und Zahnschmelz analysiert.⁶

Erkennungsdienstliche Datenbanken im BKA		
DNA-Profile	Fingerabdrücke	Lichtbilder
		
<ul style="list-style-type: none"> 870.000 Personen 358.000 Spuren 	<ul style="list-style-type: none"> 5,3 Mio. Personen 444.000 Spuren 	<ul style="list-style-type: none"> 5,8 Mio. Lichtbilder von 3,6 Mio. Personen

1Gegenüberstellung der Datenbanken des BKA

Bei der Obduktion wird sowohl das Innere als auch das Äußere der Leiche besichtigt. Die Todesursache wird bestimmt, indem die Organe mit der Norm verglichen werden und mögliche Abweichungen genauer betrachtet werden.⁷

3. Verwesung⁸

Das Endresultat der Verwesung ist der nahezu vollständige Abbau eines Organismus nach dem Tod. Zunächst werden organische Verbindungen in verschiedenen biochemischen Prozessen abgebaut, die im folgenden Abschnitt erläutert werden.

⁴ (o.V., Spurendaktyloskopie, 2021)

⁵ (o.V., DNA-Analytik, 2021)

⁶ (Lessing & Benthous, 2003)

⁷ (o.V., Obduktion: Die Sektion einer Leiche, o.A.)

⁸ (o.V., Verwesung, o.A.)

3.1 Biologischer Hintergrund

3.1.1 Das Immunsystem

Das Immunsystem ist ein komplexes Netzwerk, das aus verschiedenen Organen, Zelltypen und Molekülen zusammensetzt ist. Die Hauptaufgabe des Immunsystems ist es, als biologisches Abwehrsystem zu dienen, das Gewebeschädigungen durch Krankheitserreger verhindert. Krankheitserreger sind Stoffe oder Organismen, die in anderen Organismen gesundheitsschädigende Abläufe verursachen. Zu den Krankheitserregern gehören Bakterien, Pilze und Parasiten. Außerdem entfernt das Immunsystem sowohl in den Körper eingedrungene Mikroorganismen als auch fremde Substanzen und zerstört fehlerhafte Zellen.⁹

Durch den Tod eines Organismus wird die Aktivität des Immunsystems eingestellt, wodurch Krankheitserreger in den Körper gelangen. Diese Krankheitserreger zersetzen die organischen Substanzen durch mikrobiellen Abbau, bzw. Mineralisation, zu anorganischen Verbindungen. Die Mineralisation läuft immer unter Freisetzung von Kohlenstoffdioxid ab.¹⁰

3.1.2 Biochemische Grundlagen

Von besonderer Bedeutung für die Verwesung sind saprotrophe Organismen, die sich von organischen Verbindungen ernähren. Hierzu gehören unter anderem Bakterien und Pilze. Diese Organismen geben Enzyme ab, die komplexe organische Verbindungen zersetzen und diese oxidieren. Enzyme sind Proteine, die in der Lage sind, eine oder mehrere biochemische Reaktionen zu katalysieren. Sie sind an fast allen chemischen Umsetzungen beteiligt, da sie die, für die Reaktion erforderliche Aktivierungsenergie bereitstellen.

Davon zu unterscheiden ist die Autolyse. Die Autolyse beschreibt die Selbstaflösung abgestorbener Körperzellen durch supravitale Enzyme. Supravitale Enzyme sind bereits vor dem Eintritt des Todes im Gewebe des Organismus. Auch nach dem Tod des Organismus sind die körpereigenen Enzyme aktiv und katalysieren chemische Umsetzungen.

Als abgeschnürte Vesikel gehören Lysosome in den Golgi-Apparat. Lysosome verdauen zelleigenes und zellfremdes Material, wodurch die Bausteine der Zelle wieder

⁹ (o.V., Immunsystem, o.A.)

¹⁰ (Anhäuser, Arnheim, Becker-Follmann, et al o.A.)

für Synthesen genutzt werden können. „Lysosome enthalten Enzyme für den Abbau aller in der Zelle vorhandenen Makromoleküle. Wenn die Zelle stirbt, geben die Lysosom ihre Enzyme nach außen ab, sodass sich die Zelle selbst verdaut.“ (ebd. S.25)¹¹

Da die Verwesung an der Oberfläche des Organismus und nur in Anwesenheit von Sauerstoff stattfindet, ist sie aerob. Die organischen Verbindungen werden zu Wasser, Kohlenstoffdioxid, Harnstoff und Phosphat abgebaut. Insgesamt werden in dem Verwesungsprozess keine giftigen oder unangenehm riechende Stoffwechselprodukte produziert.

3.2 Fäulnis¹²

Im Gegensatz zu der Verwesung ist die Fäulnis anaerob, da die Prozesse überwiegend unter Sauerstoffabschluss ablaufen. Deshalb findet der Zerfall eines größeren Organismus innerlich durch Fäulnis statt. Dies geschieht durch Mikroorganismen, die organisches Material in Zellen unter Sauerstoffmangel zersetzen. Dieser Vorgang beginnt im Darm, da die Darmbakterien auch nach dem Tod des Organismus weiterhin aktiv sind. Die Mikroorganismen zersetzen die organischen Verbindungen innerhalb von ein bis zwei Tagen. Die Endprodukte sind Essigsäure, Buttersäure, Propionsäure und Ethanol.

3.3 Stadien der Verwesung¹³

Bei dem Prozess der Verwesung werden mehrere Stadien durchlaufen, die besonders bei Ermittlungen Aufschluss über den Todeszeitpunkt des Opfers geben können.

3.3.1 Austrocknen

Mit dem Tod eines Organismus werden sämtliche Körperfunktionen eingestellt. Aus diesem Grund werden Haut und Schleimhäute nicht mehr feucht gehalten und es führt zur Austrocknung dieser Bereiche. Außerdem verdunstet das Wasser auf der Haut und die Schweißdrüsen werden nicht mehr mit Fluid angereichert. Die Austrocknung beginnt am Kopf und den Extremitäten und breitet sich im weiteren Verlauf über den restlichen Körper aus. Bei geöffneten Augen trübt sich die Hornhaut nach ein bis zwei Stunden, wohingegen es vierundzwanzig Stunden benötigt, wenn die Augen

¹¹ (Anhäuser, Arnheim, & Becker-Follmann, o.A.)

¹² (o.V., Fäulnis, o.A.)

¹³ (o.V., Verwesung eines Körpers: Phasen der Zersetzung nach dem Tod, o.A.)

geschlossen sind. Zudem färbt sich die Bindehaut zunächst gelblich, dann bräunlich und behält zuletzt eine schwarze Färbung. Auch die Lippen trocknen in dieser Phase aus.

3.3.2 Autolyse

Wie bereits in dem Abschnitt über die biochemischen Grundlagen beschrieben wurde, zehren die körpereigenen Zellen zur Energieversorgung von sich selbst. Dabei lösen sich die Zellwände und Zellstrukturen auf. Die Folge der Autolyse ist die Verflüssigung der inneren Organe und von Teilen des Bindegewebes. Außerdem entsteht der „typische“ Leichengeruch. Dieser Prozess dauert einige Tage.

3.3.3 Fäulnis

Das nächste Stadium ist die Fäulnis, die wiederum in zwei Stadien unterteilt werden kann. Hinzuzufügen ist, dass durch die innerliche und die äußerliche Zersetzung Sauerstoff in das Innere des Organismus gelangt und somit die Fäulnis in die Verwesung übergeht. Die beiden Prozesse laufen jedoch eine gewisse Zeit lang parallel ab.

3.3.3.1 Verfärbung der Haut

Durch den Abbau von Hämoglobin zu Schwefelverbindungen kommt es zu einer grünen Färbung der Adern. Diese lässt sich zuerst in der unteren Bauchgegend feststellen. Anhand der Färbung lassen sich Rückschlüsse über den Fortschritt der Fäulnis ziehen.

3.3.3.2 Gas- und Geruchsbildung

Die Fäulnisgase Ammoniak, Kohlenstoffdioxid und Schwefelwasserstoff blähen den Körper auf. Acht bis zwölf Tage nach dem Tod schwellen die Weichteile und Schwellkörper, also Lippen, Bauch und Brüste an. Außerdem bilden sich Blasen auf der Haut und der Zunge. Der entstandene Gasdruck kann verflüssigtes Gewebe aus Mund und Nase drücken.

3.3.4 Endprodukte

Nachdem die Verwesungsprozesse abgeschlossen sind, bleiben Wasser, Kohlenstoffdioxid und Phosphat übrig. Der Leichengeruch verflüchtigt sich. Nach Haut, Muskeln, Organen und Gewebe verwesen die Haare und die Fingernägel. Schlussendlich bleiben die Knochen zurück.

3.4 Abiotischen und biotischen Umweltfaktoren¹⁴

Alle Organismen stehen in direkter Beziehung mit ihrer Umwelt. Die abiotischen Umweltfaktoren, beispielsweise Wasser, Temperatur und Licht grenzen den Lebensraum eines Lebewesens ab. Im Gegensatz dazu beschränken sich die biotischen Umweltfaktoren auf die Wechselbeziehungen zwischen Organismen, z.B. die Räuber-Beute-Beziehung. Diese wirken in dem, von den abiotischen Umweltfaktoren vorgegebenen Raum.

4. Entomologie¹⁵

4.1 Grundlagen

Nicht nur umweltgegebene Faktoren tragen zu der Verwesung bei, sondern auch andere Lebewesen bzw. höhere Organismen. Pflanzliche Überreste werden von Würmern, Asseln und auch Insektenlarven zerkleinert, wohingegen Insekten, Larven und Fadenwürmer sterbliche Überreste zersetzen. Die Bildung einer „Aasfauna“ ist von den Umweltfaktoren abhängig.

4.2 Anwendung

Die Entomologie hat sich im Laufe der Jahre als fester Bestandteil der Forensik bewiesen. In der Kriminalistik können durch die forensische Entomologie Aussagen über die Liegezeit der Leiche bzw. deren Todeszeitpunkt getroffen werden. Außerdem kann durch die Bestimmung der Insektenarten, welche die Leiche befallen haben, der Tatort oder ein früherer Aufenthaltsort der Leiche bestimmt werden.¹⁶

4.3 Faktoren

Durch (Duft-)Stoffe werden nekrophage Insekten, beispielsweise Schweißfliegen angezogen, die dann ihre Eier in den toten Organismen ablegen. Die sich daraus entwickelnden Maden zersetzen die Überreste. Auch Käfer werden von den Stoffen angezogen. Beispielsweise zieht der Totengräber die Leiche in die Erde und legt seine Eier in umgebenen Gängen ab.

Um Aussagen über die Liegezeit treffen zu können, die dann Rückschlüsse auf den Todeszeitpunkt geben, werden Alter, Anzahl und Art der Insekten miteinbezogen.

¹⁴ (Baron, Braun, & Hector, 2011)

¹⁵ (o.V., Forensische Entomologie, o.A.)

¹⁶ (o.V., Forensische Entomologie und die Bestimmung des Todeszeitpunktes, 2019)

Außerdem kann auch anhand des Entwicklungsstadiums der Larven der Todeszeitpunkt ausgerechnet werden. Das gilt sowohl für lange Zeiträume als auch für kurze, wenn es zu einer schnellen Besiedlung kommt. Die Besiedlung und die Entwicklung von Maden ist abhängig von dem Verwesungszustand und dem Feuchtigkeitsgrad der Leiche.

5. Experiment

5.1 Leitfrage und Ziel

Zur empirischen Überprüfung der im Kapitel 3 erläuterten Prozesse und im Rückbezug auf die im Titel erhobene Fragestellung wird ein Laborexperiment durchgeführt, dessen Aufbau im Folgenden dargestellt wird. Vorab wird erörtert, weshalb sich dieses Experiment anbietet.

In Bezug auf die Fragestellung, inwiefern sich Umweltfaktoren auf die Verwesung eines Organismus auswirken, soll dieses Experiment weitergehende Anhaltspunkte liefern, die sich mit dem theoretischen Teil dieser Arbeit verbinden lassen. Die Rahmenbedingungen der Facharbeit sind im Hinblick auf die Durchführbarkeit an menschlichen Organismen begrenzt, weshalb der Versuch an Ratten durchgeführt wird. Die Umweltfaktoren werden manipuliert, um an ein breitgefächertes Bild der verschiedenen Abläufe zu gelangen. Das Experiment beschränkt sich auf die abiotischen Faktoren Licht und Wasser und auf den biotischen Faktor der Insektenbesiedlung.

5.2 Hypothesen

1. Hypothese: Die Verwesung läuft bei allen Ratten nahezu gleich/ ohne besonders ausfallende Unterschiede ab, weil die biologischen Prozesse nicht von den Umweltfaktoren abhängig sind.
2. Hypothese: Es fallen viele Unterschiede auf, sowohl bei dem Ablauf als auch bei der Schnelligkeit der Zersetzung, weil die biologischen Prozesse von den Umweltfaktoren abhängig sind.
3. Hypothese: Es fallen nur mäßig Unterschiede auf, weil die biologischen Prozesse nur zum Teil von den Umweltfaktoren abhängig sind.

5.3 Aufbau

Für den Versuch werden vier Ratten im Freien platziert. Die Ratten bzw. die Umwelt wird jeweils so präpariert, dass ein biotischer oder abiotischer Umweltfaktor eingeschränkt ist. In Abb. 1 ist der Versuchsaufbau dargestellt.

Unten links befindet sich die Ratte, die nicht manipuliert wurde. Oben links ist die Ratte unter einer Box, die mit Lack schwarz gefärbt wurde, um direkte Lichteinstrahlung abzuwenden. An den Seiten wurden Löcher



Abbildung 2 Versuchsaufbau

eingefräst, damit sich zum einen die Luft innerhalb der Box nicht staut und zum anderen Insekten hineingelangen können. Oben rechts liegt die Ratte, bei der der Umweltfaktor Wasser manipuliert wird in einer durchsichtigen Box, die lediglich mit mehreren Löchern ausschließlich an den Seiten ausgestattet ist. Unten rechts befindet sich die Ratte in einen Beutel, durch den keine Insekten durchkommen.

5.4 Durchführung

Die Fortschritte werden täglich morgens um zehn Uhr und abends um achtzehn Uhr sowohl durch Photographien als auch durch Führung eines Protokolls festgehalten. Außerdem werden die jeweiligen Temperaturen festgehalten und in einem Diagramm dargestellt. (siehe Anhang)

5.5 Beobachtungen

Bei allen Ratten entwickelt sich in den ersten Tagen eine gelbliche Färbung des unteren Rücken- und Bauchbereiches. Diese Färbung intensiviert sich täglich. Außerdem schwillt bei jeder Ratte der Bauch an, in den ersten 5 Tagen nur wenig, ab dem 8 Tag sehr deutlich. Bereits am 9 Tag ist die Insektenaktivität in der näheren Umgebung der Ratten erhöht. Die Besiedlung von Insekten an den einzelnen Ratten ist erst an Tag 13 zu beobachten. Dabei ist zu vermerken, dass sich die Insekten besonders an den Körperöffnungen, sprich Ohren und Hinterleib, der Ratte unter Lichtabschluss aufhalten und vereinzelt auf der Kontrollratte und der Ratte ohne Wasser.

Bei allen Ratten beginnt der gesamte Rumpf nach 2 Wochen anzuschwellen, Rücken und Bauch werden flacher und breiten sich aus. Bei der Ratte ohne den Umweltfaktor

Licht schwillt außerdem der Kieferbereich an und an Tag 21 ist der Kopf rundlich. Die Ratte ohne biotische Faktoren weist keine weiteren Ausdehnungen der Körperteile auf, bis auf den Bauchbereich. Sowohl bei der Ratte ohne Wasser als auch bei der Ratte ohne Licht, ist nach 2 Wochen eine Öffnung am Hinterteil zu erkennen, die sich zum einen ausbreitet und zum anderen eine dunkelrote bis bräunliche Masse abgibt. Die Verwesung der Ratte ohne Wasser weicht stark ab von der, der anderen Ratten. An Tag 27 sind viele Maden bei der Ratte ohne Licht zu erkennen. Ab Tag 27 setzt bei allen Ratten, die Ratte ohne biotische Faktoren ausgeschlossen, die Zersetzung ein und an Tag 34 sind sie fast vollständig zersetzt.

Zusammenfassend sind die Beobachtungen anfangs noch deckend und lassen sich auf alle Ratten übertragen, besonders die Färbung und Aufbähen der Weichteile treten bei allen Ratten zeitgleich auf. Die Unterschiede in dem Ablauf der Verwesung treten erst nach 2 Wochen ein. Die Ratte, die in dem Beutel unter Abschluss von anderen Organismen ist, grenzt sich in besonderem Maße von den anderen Ratten ab, sie zeigt keine Anzeichen von Zerfall.

5.6 Auswertung

Zunächst werden die Beobachtungen der Ratte ausgewertet, bei der keine Umweltfaktoren manipuliert wurden, damit eine Richtlinie für die Auswertung der Beobachtungen von den anderen Ratten aufgestellt wird.

Vergleicht man die Stadien der Verwesung, die in Kapitel 3.3 erläutert werden, mit den Beobachtungen, fallen viele Parallelen auf. Die Autolyse hat durch die Auflösung der Zellstrukturen zu der Verflüssigung der inneren Organe und von Teilen des Bindegewebes geführt. Deswegen wurde die Ratte flacher und breiter. Auch die Dauer des Prozesses stimmt mit den Beobachtungen überein, die Veränderung in der Form dauerte mehrere Tage, wie es auch in Kapitel 3.3.2 beschrieben wurde.

Ein wichtiger Indikator für die Fäulnis ist die gelbliche Färbung der Haut, die durch den Abbau von Hämoglobin zu Schwefelverbindungen entsteht. Die Färbung war nach drei Tagen bei der Ratte sichtbar und verstärkte sich täglich. Das weist auf den Fortschritt der Fäulnis hin. Die Aufblähung des Bauches, die innerhalb der ersten Tage anfing und am 10 Tag stärker wurde geht auf die Entstehung von Fäulnisgasen zurück. Diese Gase, bestehend aus Ammoniak, Kohlenstoffdioxid und Schwefelwasserstoff, tragen auch zu

der Geruchsbildung bei. Ab dem elften Tag war der Fäulnisgeruch sehr deutlich wahrnehmbar.

Das Anschwellen des Bauchs lässt sich damit erklären, dass nach 8-12 Tagen die Weichteile anschwellen (vgl. Kapitel 3.3.3.2.) An dem zehnten Tag ist der Bauch deswegen erneut stärker angeschwollen.

Die Fäulnisprozesse im Inneren der Ratte haben zu dem inneren Zerfall geführt, während saprotrophe Organismen zum Ende des Versuches die organischen Verbindungen zersetzt haben. Sobald der Riss am hinteren Teil der Ratte entstanden ist, ging die Fäulnis in die Verwesung über, da die Fäulnis nur unter Sauerstoffabschluss abläuft und durch den Riss Sauerstoff in das Innere der Ratte gelangt ist. Die dickflüssige Substanz, die aus dem Riss ausgetreten ist, setzt sich aus den bereits verflüssigten Organen der Ratte zusammen.

Sobald Fäulnis und Verwesung parallel laufen, schreitet die Zersetzung schnell voran. Da das Experiment vor der vollständigen Zersetzung abgebrochen wurde, lassen sich nicht die Endprodukte bestimmen.

Hinzuzufügen ist, dass bei der Ratte zwar eine Insektenaktivität nachgewiesen ist, es aber zu keiner Besiedlung kam. Aufgrund des vielen Niederschlags war die Ratte zu feucht, um die Eier abzulegen.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Verwesung bei der Ratte ohne manipulierte Umweltfaktoren genauso abgelaufen ist, wie es die in Kapitel 3.3 erklärten Abläufe beschreiben.

In dem folgenden Abschnitt werden die Beobachtungen der anderen Ratten im Vergleich zu der Kontrollratte ausgewertet.

In den ersten 10 Tagen stimmen die Veränderungen der anderen Ratten, mit denen der Kontrollratte überein. Annähernd zeitgleich hat sich bei allen Ratten der Bauch bzw. der Rücken aufgrund der beginnenden Fäulnis gelblich gefärbt. Auch das Aufblähen des Bauches ist bei den Ratten synchron aufgetreten. Das bedeutet, dass bei allen Ratten innerhalb der ersten Tage sowohl die Fäulnisprozesse als auch die Autolyse eingesetzt hat, unabhängig von den Umweltfaktoren.

Die Insektenaktivität war gleichmäßig auf die Ratten aufgeteilt, das heißt, dass sich beispielweise Fliegen bei allen Ratten, außer bei der Ratte im Beutel aufgehalten haben. Interessant ist, dass sich nur bei der Ratte, die kein Licht bekommen hat, Maden entwickelt haben. Voraussetzung für die Entwicklung von Maden ist, dass Fliegen ihre Eier in den Organismus legen müssen. Ein Erklärungsansatz dafür ist, dass die Kontrollratte, durch regelmäßigen Niederschlag zu feucht war. Das müsste aber heißen, dass auch bei der Ratte ohne Wasser sich Maden hätten entwickeln müssen. Wird davon ausgegangen, dann lässt sich sagen, dass die Fliegen einen trockenen und einen dunklen Ablageort für ihre Eier bevorzugen. Diese Feststellung stimmt mit den Beobachtungen überein.

Es können noch weitere Aussagen über die Insektenbesiedlung der Ratte ohne Licht getroffen werden. An Tag 13 haben sich viele Fliegen an den Körperöffnungen der Ratte aufgehalten, sprich Ohren und Hinterteil. Voll entwickelte Maden könnten erst an Tag 29 festgestellt werden. Das starke Anschwellen des Kopfes der Ratte, deutet darauf hin, dass sich an diesem Ort die Eier befunden haben, die dann geschlüpft sind. In der Regel schlüpfen Maden nach 10-24 Stunden, diese Angabe ist aber abhängig von der Temperatur. Vergleich man die Temperatur in diesen Tagen fällt auf, dass ab dem 01. April die Temperatur gefallen ist. Besonders die Temperatur nahe null zwei Tage danach hindert die Maden bei der Entwicklung.

In dem letzten Drittel zeigt sich besonders im Vergleich der Kontrollratte mit der Ratte ohne Lichteinwirkung, dass die Ratte ohne Lichteinwirkung durch die Aktivität der Maden schneller zersetzt wurde. Die Stadien der Verwesung sind bei den beiden Ratten annähernd parallel verlaufen, bis die Maden bei der einen Ratte hinzugekommen sind. Diese ernähren sich von den organischen Verbindungen und zersetzen diese so, dieser Faktor fehlt bei der Kontrollratte.

Dadurch, dass die Ratte, die keinen biotischen Faktoren ausgesetzt ist, keine weiteren Stadien aufweist, lässt sich die Aussage treffen, dass sowohl Insekten als auch saprotrophe Organismen sehr bedeutsam für die Zersetzung eines Organismus sind. Ohne diese Organismen wurden keine organischen Verbindungen abgebaut und es kam nicht zum äußeren Zerfall, wie es in Kapitel 3.1.2 beschrieben ist. Die saprotrophen Organismen kommen hauptsächlich aus der Erde, dieser Kontakt wird durch den engmaschigen Beutel verhindert.

Bei der Ratte, bei welcher der Umweltfaktor Wasser manipuliert wurde, hat sich im Gegensatz zu der Kontrollratte sehr früh eine offene Stelle am Hinterleib gebildet. Deshalb ist verfrüht die Fäulnis in die Verwesung übergegangen. Aus diesem Grund verläuft die Verwesung asymptomatisch. Durch die Abtragung des Fells an dem Rücken, wurden die bereits durch die Autolyse und Fäulnis verflüssigten Organe gut sichtbar. Diese sind auch bei den anderen Ratten bei der Beendigung des Experimentes identifizierbar.

5.7Fazit

Aufgrund der Auswertung lässt sich festhalten, dass die erste Hypothese nicht zutrifft. Es waren viele Unterschiede in verschiedenen Kategorien feststellbar, die alle mit dem, im theoretischen Teil erlangten Fachwissen begründet werden konnten. Außerdem kann die dritte Hypothese widerlegt werden. Die Verwesung hängt von allen Umweltfaktoren ab, trotzdem ist die zweite Hypothese zu ergänzen.

Bei der zweiten Hypothese ist zu ergänzen, dass die Umweltfaktoren verschiedene Einflüsse auf die Verwesung haben und, dass die Gewichtung dieser Faktoren variiert. So lässt sich durch die Durchführung des Versuches die Aussage aufstellen, dass die biotischen Faktoren mehr Auswirkung auf die Verwesung haben als die abiotischen. Auch als ein abiotischer Faktor nicht gegeben war, setzte die Verwesung ein und führte zu der Zersetzung des Organismus. Waren alle abiotischen Faktoren gegeben, aber nicht die biotischen, also die Besiedlung durch Insekten und Mikroorganismen setzte die Verwesung nicht ein. Diese Beobachtung stützt die Aussage, dass die biotischen Faktoren mehr Einfluss auf die Verwesung haben.

Es lässt sich eine weitere Aussage treffen. Betrachtet man die Diagramme zu dem Temperaturverlauf (s. Anhang) fällt auf, dass die durchschnittliche Temperatur ungefähr 10°C beträgt. Vergleicht man die Fortschritte der Verwesung mit der Temperaturveränderung fällt auf, dass an den Tagen, an denen die Temperaturen im Verhältnis höher waren, mehr Reaktionen bei der Verwesung abgelaufen sind. Sobald es kälter wurde, konnten weniger Beobachtungen gemacht werden.

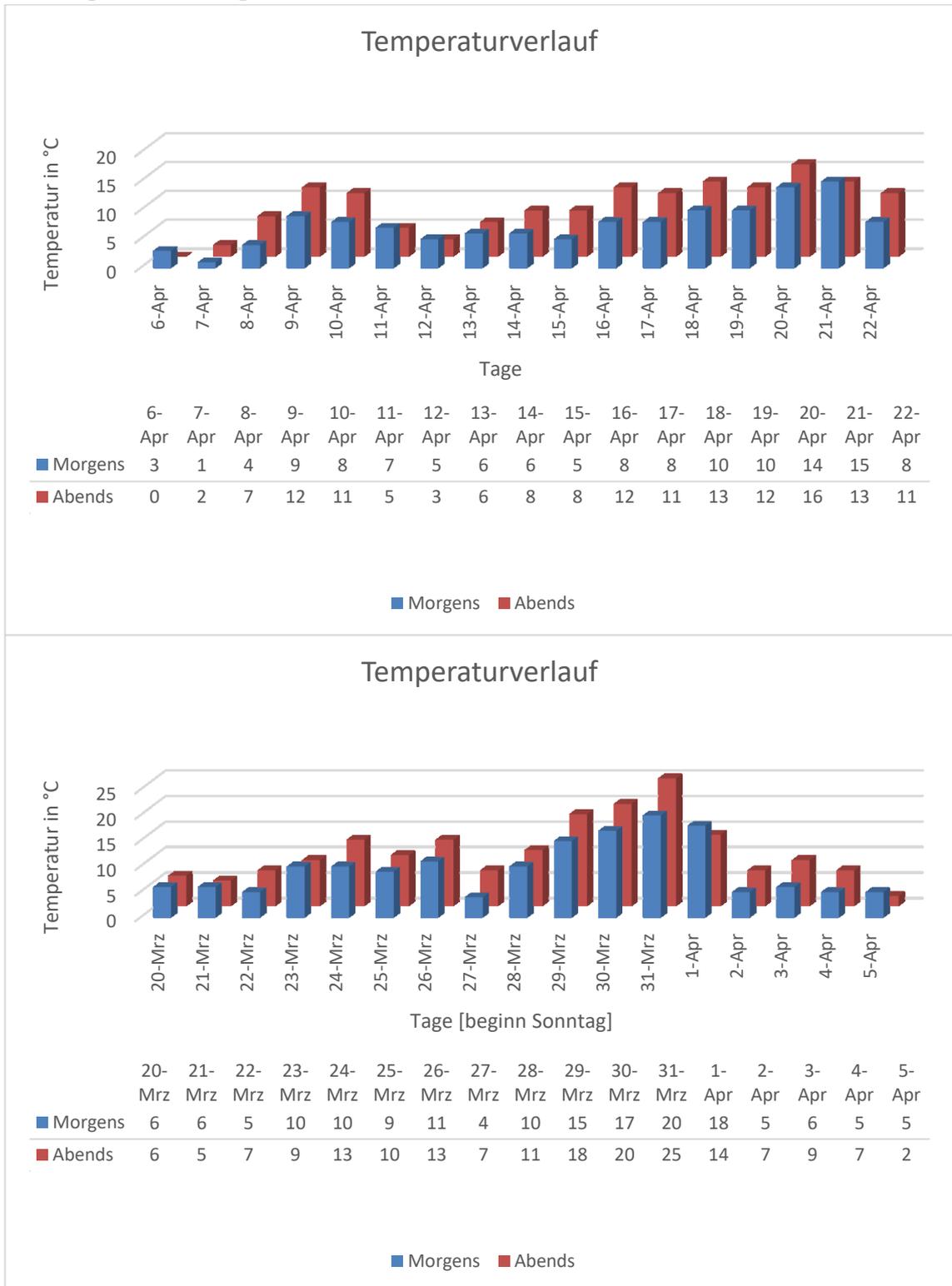
Biologisch betrachtet lässt sich diese Beobachtung mit der Reaktions-Geschwindigkeits-Regel erklären. Die Reaktionsgeschwindigkeit erhöht sich bei steigender Temperatur stark. Allgemein führt die Erhöhung der Temperatur um 10°C zu einer Verdopplung der Reaktionsgeschwindigkeit. Aufgrund dessen lässt sich die

Behauptung aufstellen, dass wenn die Temperatur im Durchschnitt um 10°C höher gewesen wäre, dann hätte die Verwesung der Ratten nur halb so lange gedauert, sprich anstatt vier Wochen hätte der Versuch zwei Wochen gedauert. Weitergeführt würde das bedeuten, dass die Temperatur der Wichtigste abiotische Umweltfaktor in Bezug auf die Verwesung ist, da sie den höchsten Einfluss auf den Ablauf der Verwesung ausübt.

Zusammenfassend, und auch in Bezug auf die Fragestellung, lässt sich sagen, dass die biotischen Faktoren und die Temperatur von höchster Bedeutung sind. Deswegen sollte in forensischen Untersuchungen besonders darauf geachtet werden, da diese Faktoren wichtige Aussagen über beispielsweise die Liegezeit einer Leiche geben können. Werden Umweltfaktoren nicht zu genüge in Berechnungen beachtet, können Fehlrteile entstehen, die sich auf die gesamten Ermittlungen auswirken. Der Versuch gibt des weiteren Aufschluss auf die Art und Weise der Arbeit bei forensischen Ermittlungen. Eine Kooperation von verschiedenen Fachgebieten ist essenziell, da nur durch eine Betrachtung aller Ergebnisse, das umfasst die Analyse der Insekten, der Verwesungsstadien und die der Umwelt ein genaues Bild der Tatortsituation entstehen kann.

6.Anhang

6.1 Diagramme Temperaturverlauf



7. Literaturverzeichnis

- Anhäuser, M., Arnheim, D. K., & Becker-Follmann, D. J. (o.A.). *Mineralisation*. Von Spektrum.de: <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/mineralisation/43146> abgerufen (letzter Zugriff 25.04.2021)
- Baron, P. D., Braun, D. J., & Hector, U. e. (2011). *Biologie Heute*. Braunschweig: Schroedel.
- Benecke, M. (25. August 2013). *Dr. Mark Benecke International Forensic Research & Consulting*. Von <https://home.benecke.com/publications/2013/8/25/kommentar-was-ist-forensik?rq=kommentar> abgerufen (letzter Zugriff 25.04.2021)
- Bierbaum, D., Brott, A., & Gnoyke, D. (2015). *Biologie Oberstufe*. Süßen: Cornelsen.
- Lessing, D., & Benthaus, S. (2003). *Forensische Odontostomatologie*. *Rechtsmedizin*. (letzter Zugriff 25.04.2021)
- o.V. (2019). *Forensische Entomologie und die Bestimmung des Todeszeitpunktes*. Jülich.
- o.V. (2019). *Tatortuntersuchung und Tatortrekonstruktion*. Jülich.
- o.V. (2021). *DNA-Analytik*. Von BKA: https://www.bka.de/DE/UnsereAufgaben/Ermittlungsunterstuetzung/Kriminaltechnik/Biometrie/DNAAnalytik/dnaAnalytik_node.html abgerufen (letzter Zugriff 25.04.2021)
- o.V. (2021). *Spurendaktyloskopie*. Von BKA: https://www.bka.de/DE/UnsereAufgaben/Ermittlungsunterstuetzung/Kriminaltechnik/Biometrie/Daktyloskopie/daktyloskopie_node.html abgerufen (letzter Zugriff 25.04.2021)
- o.V. (o.A.). *§ 88 StPO Identifizierung des Verstorbenen vor Leichenöffnung*. Von dejure.org: <https://dejure.org/gesetze/StPO/88.html> abgerufen (letzter Zugriff 25.04.2021)
- o.V. (o.A.). *Fäulnis*. Von Biologie Seite: <https://www.biologie-seite.de/Biologie/F%C3%A4ulnis> abgerufen (letzter Zugriff 25.04.2021)
- o.V. (o.A.). *Immunsystem*. Von Biologie Seite: <https://www.biologie-seite.de/Biologie/Immunsystem> abgerufen (letzter Zugriff 25.04.2021)
- o.V. (o.A.). *Obduktion: Die Sektion einer Leiche*. Von Bundesverband Deutscher Bestatter e.V.: <https://www.bestatter.de/wissen/todesfall/obduktion/> abgerufen (letzter Zugriff 25.04.2021)
- o.V. (o.A.). *Verwesung*. Von Biologie Seite: <https://www.biologie-seite.de/Biologie/Verwesung> abgerufen (letzter Zugriff 25.04.2021)

o.V. (o.A.). *Verwesung eines Körpers: Phasen der Zersetzung nach dem Tod*. Von November: <https://november.de/ratgeber/todesfall/verwesung/> abgerufen (letzter Zugriff 25.04.2021)

o.V. (o.A.). *Forensische Entomologie*. Von Biologie Seite: https://www.biologie-seite.de/Biologie/Forensische_Entomologie abgerufen (letzter Zugriff 25.04.2021)

8.Selbständigkeitserklärung

Ich versichere, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst, keine anderen Quellen und Hilfsmittel als die angegebenen benutzt und die Stellen der Arbeit, die anderen Werken dem Wortlaut oder Sinn nach entnommen sind, in jedem einzelnen Fall unter Angabe der Quelle als Entleihung kenntlich gemacht habe. Das Gleiche gilt auch für beigegebene Zeichnungen, Kartenskizzen und Darstellungen.
