

# Inhalt

<b>1.</b>	<b>Vom Biologieunterricht zum forensisch-rechtsmedizinischem Wissen</b>	<b>5</b>
1.1.	Der genetische Fingerabdruck	6
1.1.1.	Prüfung auf Abiturniveau	6
1.1.2.	DNA-Spuren richtig sichern	8
1.2.	Stoffwechsel und Leichenstarre	8
1.2.1.	Prüfung auf Abiturniveau	9
1.2.2.	Die Zeichen des Todes	10
1.3.	Saxitoxin – Muschelgift und biologischer Kampfstoff	12
1.3.1.	Prüfung auf Abiturniveau	12
1.3.2.	Vergiftungen	14
<b>2.</b>	<b>Einblick in forensische Teildisziplinen</b>	<b>15</b>
2.1.	Forensische Genetik	15
2.2.	Forensische Linguistik / Forensische Phonetik	15
2.3.	Forensische Entomologie	16
2.4.	Forensische Toxikologie	16
2.5.	Forensische Psychologie / Kriminal- und Rechtspsychologie	17
2.6.	Schusswaffen und Technik	17
2.7.	IT-Forensik	18
2.8.	Wirtschaftsforensik	18
<b>3.</b>	<b>Praktische Übungen – Forensik und Rechtsmedizin</b>	<b>19</b>
3.1.	Forensische Entomologie – Insekten als Hinweisgeber in der Forensik und Kriminalistik	19
3.2.	Scharfe Gewalt – Von der Wunde zur Waffe zum Täter	22
3.3.	Forensische Botanik	24
3.3.1.	Pollenanalyse	25
3.3.2.	Pflanzliche Makroreste	26
3.4.	Forensische Osteologie	26
<b>4.</b>	<b>Prüfungsfragen auf Studienniveau</b>	<b>28</b>
4.1.	Klassische Prüfungsfragen (Forensikstudium)	28
4.2.	Klassische Prüfungsfragen (Rechtsmedizin im Rahmen d. Medizinstudiums)	29
4.3.	Multiple-Choice-Test (Schriftlicher Teil der Ärztlichen Prüfung)	30
<b>5.</b>	<b>Lösungen zu den Aufgaben auf Abiturniveau und dem Multiple-Choice-Test</b>	<b>34</b>
5.1.	Der genetische Fingerabdruck – Lösungen	34
5.2.	Stoffwechsel und Leichenstarre – Lösungen	35
5.3.	Saxitoxin – Muschelgift und biologischer Kampfstoff – Lösungen	37
5.4.	Lösungen zum Multiple-Choice-Test	37
<b>6.</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>38</b>

# Vorwort

Liebe Lehrerinnen und Lehrer,

die vielfach beschriebene „Lücke“ zwischen Vorkenntnissen aus der Schule und Anforderungen im Studium ist ein Problem, dessen Ursachen komplex sind und dessen Lösung seit einigen Jahren verstärkt angegangen wird. Manch einem erscheinen die Bemühungen im Angesicht sinkender Studierendenzahlen gerade im MINT-Bericht jedoch zu gering.

Dabei werden unterschiedliche Ideen diskutiert. Zum einen gibt es vielerorts Vor- oder Brückenkurse für viele Studiengänge – insbesondere denen des MINT-Bereiches. Zum anderen werden für besonders begabte oder interessierte Schüler:innen sogenannte Schüler-Uni-Veranstaltungen angeboten. Ein weiterer Weg diese besonders interessierten Schüler:innen auf ein Studium vorzubereiten, ist die gezielte, fachspezifische Förderung in der gymnasialen Oberstufe. Das vorliegende Material beschreitet diesen Weg, indem es eine Brücke schlägt zwischen dem Unterrichtsfach Biologie der gymnasialen Oberstufe und den Studienfeldern Forensik und Rechtsmedizin, die sich beide vorwiegend mit kriminellen Handlungen beschäftigen.

Das Material greift dazu im ersten Teil verschiedene Themenbereiche dieser beiden Studienfelder auf und vermittelt entsprechendes Wissen in Form abiturähnlicher Probepfungen mit nachgeschalteten Hintergrundinformationen, deren Niveau anschlussfähig an das der ersten, jeweiligen Studiensemester ist. Das Studium der Forensik kann als Bachelor- und/oder Masterstudiengang absolviert werden, die Ausbildung zum Rechtsmediziner führt über ein Studium der Medizin und einer entsprechenden Facharztausbildung.

Im zweiten Teil dieses Heftes erfolgen Einblicke in Spezialbereiche der Forensik. Im dritten Teil werden exemplarisch praktische Übungen zur forensischen Entomologie, Botanik, Osteologie und Traumatologie vorgestellt. Abgerundet wird das vorliegende Material im vierten Teil durch exemplarische Klausur- und Prüfungsfragen auf Studienniveau.

## Kurzfassung/Klappentext

Die vielfach beschriebene „Lücke“ zwischen Vorkenntnissen aus der Schule und Anforderungen im Studium ist ein Problem, dessen Ursachen komplex sind, dessen Folgen aber immer deutlicher zu Tage treten. Das vorliegende Material greift dieses Problem auf und führt Lernende des Unterrichtsfaches Biologie der Sekundarstufe 2 ein in die Disziplinen Forensik und Rechtsmedizin. Es ist geeignet zum Selbststudium oder als Ergänzung des Unterrichtes.

Viel Erfolg beim Einsatz der vorliegenden Materialien wünschen Ihnen das Team des Kohl-Verlags und

## Henning Mertens

Stellv. Schulleiter  
Fachlehrkraft für Biologie und Geographie  
Nebelthau-Gymnasium Bremen  
Charlotte-Wolff-Allee 12, 28717 Bremen  
henningmertens@googlemail.com (privat)

# 1. Vom Biologieunterricht zum forensisch-rechtsmedizinischem Wissen

Im ersten Teil dieses Heftes werden Sie anhand dreier in Forensik und Rechtsmedizin relevanter Themenbereiche – DNA-Analytik, Stoffwechselprozesse und Gifte – vom Abiturprüfungsniveau zum Niveau forensischer bzw. rechtsmedizinischer Grundlagenliteratur geführt.

Alle drei Bereiche lassen sich als Bestandteil sowohl des rechtsmedizinischen als auch des forensischen Studiums finden – da verwundert es nicht, dass oftmals die Rechtsmedizin auch als Teil der Forensik betrachtet wird. Folgerichtig arbeiten Forensiker und Rechtsmediziner bei der Aufklärung krimineller Handlungen eng zusammen, um einen möglichst umfassenden Eindruck aus verschiedenen Perspektiven zu erhalten und letztlich zur Überführung des Täters beizutragen.

Bitte versuchen Sie zunächst die Aufgabenstellungen ohne Hilfsmittel zu bearbeiten. Da aber nicht in jedem Bundesland in der Oberstufe bzw. Sekundarstufe 2 die gleichen Themengebiete beziehungsweise diese nicht mit gleicher Intensität bearbeitet werden, dürfen Sie bei Bedarf entsprechende Literatur (ihr „Bio-Buch“) zu Rate ziehen. Im hinteren Teil dieses Heftes finden Sie zudem Musterlösungen zu den Aufgaben. Bedenken Sie aber – Sie lernen viel mehr, wenn Sie zunächst eine vollständige, selbst formulierte Lösung anfertigen, bevor Sie die Musterlösung zu Rate ziehen.

Im Anschluss an die zu lösenden Aufgaben werden Ihnen jeweils thematisch passende einzelne Aspekte forensisch-rechtsmedizinischer Arbeit tiefgründiger vorgestellt. Beachten Sie dabei, dass die hier zusammengestellten Informationen einem ersten Einblick in die jeweiligen Arbeitsgebiete dienen. Das Literaturverzeichnis bietet Ihnen weiterführende Hinweise, damit Sie sich bei Interesse umfassender informieren können.

## Bildquellen

H. Mertens : 1.1.1 / 1.2.1a / 1.2.1b / 1.3.1a / 1.3.1b / 1.3.1c / 3.1a / 3.2a / 3.2c / 3.3.2 / 3.4  
mit freundlicher Genehmigung von Hoffmann, J.: 3.1b / 3.1c / 3.1d / 3.1e / 3.1f  
mit freundlicher Genehmigung von Helfmeier, H.: 3.2b

# 1. Vom Biologieunterricht zum forensisch-rechtsmedizinischem Wissen

## 1.1. Der genetische Fingerabdruck

Mit dem Begriff „genetischer Fingerabdruck“ wird das DNA-Profil eines Menschen bezeichnet. Es ist hochspezifisch und damit für Fragestellungen der Rechtsmedizin und Forensik interessant, bei denen es um die eindeutige Identifikation von Personen geht. So wird ein genetischer Fingerabdruck beispielsweise erstellt, wenn bei einem Verbrechen DNA-Spuren am Tatort gefunden werden. Dieser kann dann mit dem möglicher Tatverdächtiger verglichen werden. Auch bei Verwandtschafts- oder Vaterschaftsanalysen wird ein genetischer Fingerabdruck erstellt. Für diese Erstellung ist der Einsatz einer Reihe gentechnischer bzw. molekularbiologischer Methoden notwendig.

### 1.1.1. Prüfung auf Abiturniveau

**Aufgabe 1:** Stellen Sie den Aufbau eines DNA-Abschnittes mit vier verschiedenen Basen in einer beschrifteten Schemazeichnung dar.

**Aufgabe 2:** Erläutern Sie die Schritte zur Erstellung eines genetischen Fingerabdrucks.

**Aufgabe 3:** Erklären Sie die in Material 1 getroffenen Aussagen.

**Aufgabe 4:** Überprüfen Sie das Ergebnis des Gutachtens zum in Material 2 dargestellten Vaterschaftstest.

#### Material 1

Für die eindeutige Identifizierung einer Person mit Hilfe des genetischen Fingerabdrucks werden unter anderem Short Tandem Repeats (STR) genutzt. In einem Fachbuch sind dazu folgende Aussagen zu finden:

1. Zur Erstellung eines genetischen Fingerabdrucks sind STR besonders geeignet.
2. Zur eindeutigen Personen-Identifizierung müssen mehrere STR-Regionen untersucht werden.

#### Material 2

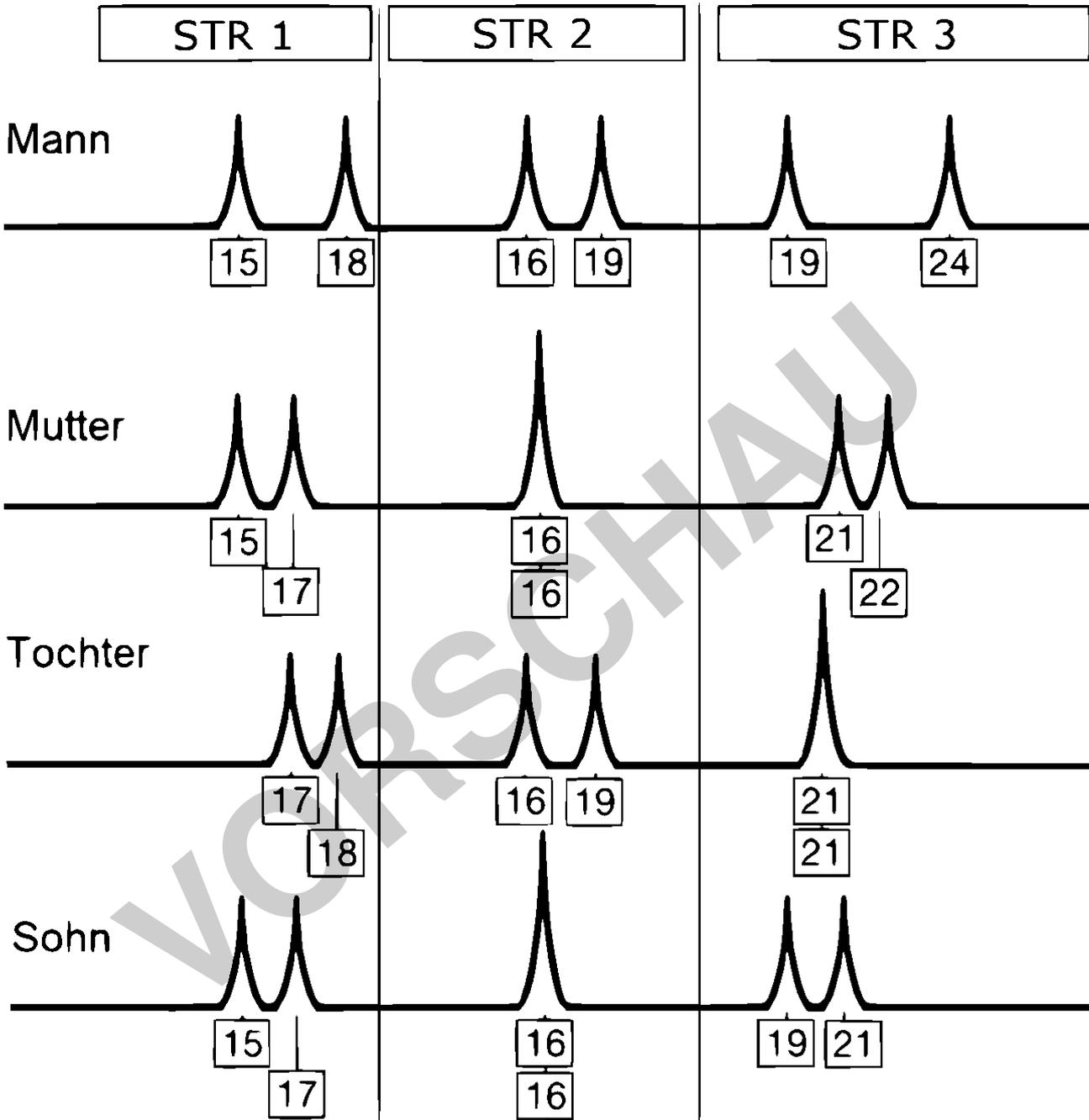
Ein Mann sollte Unterhalt bezahlen und weigerte sich, da er die Vaterschaft für die Kinder nicht anerkennt. Daraufhin wurde ein Vaterschaftstest mittels des genetischen Fingerabdrucks angefordert. Der Mutter, ihren leiblichen Kindern und dem Mann wurden DNA-Proben entnommen und darin anschließend verschiedene STR-Regionen untersucht. Ein Ausschnitt der Computerauswertung ist in der Abbildung 1.1.1 dargestellt.

Das aufgrund der Untersuchung angefertigte Gutachten kommt zu folgendem Ergebnis:

Der Mann ist der leibliche Vater beider Kinder.

# 1. Vom Biologieunterricht zum forensisch-rechtsmedizinischem Wissen

Abbildung 1.1.1 Ausschnitt aus der Computerauswertung



**17** Anzahl an Wiederholungen innerhalb des STR

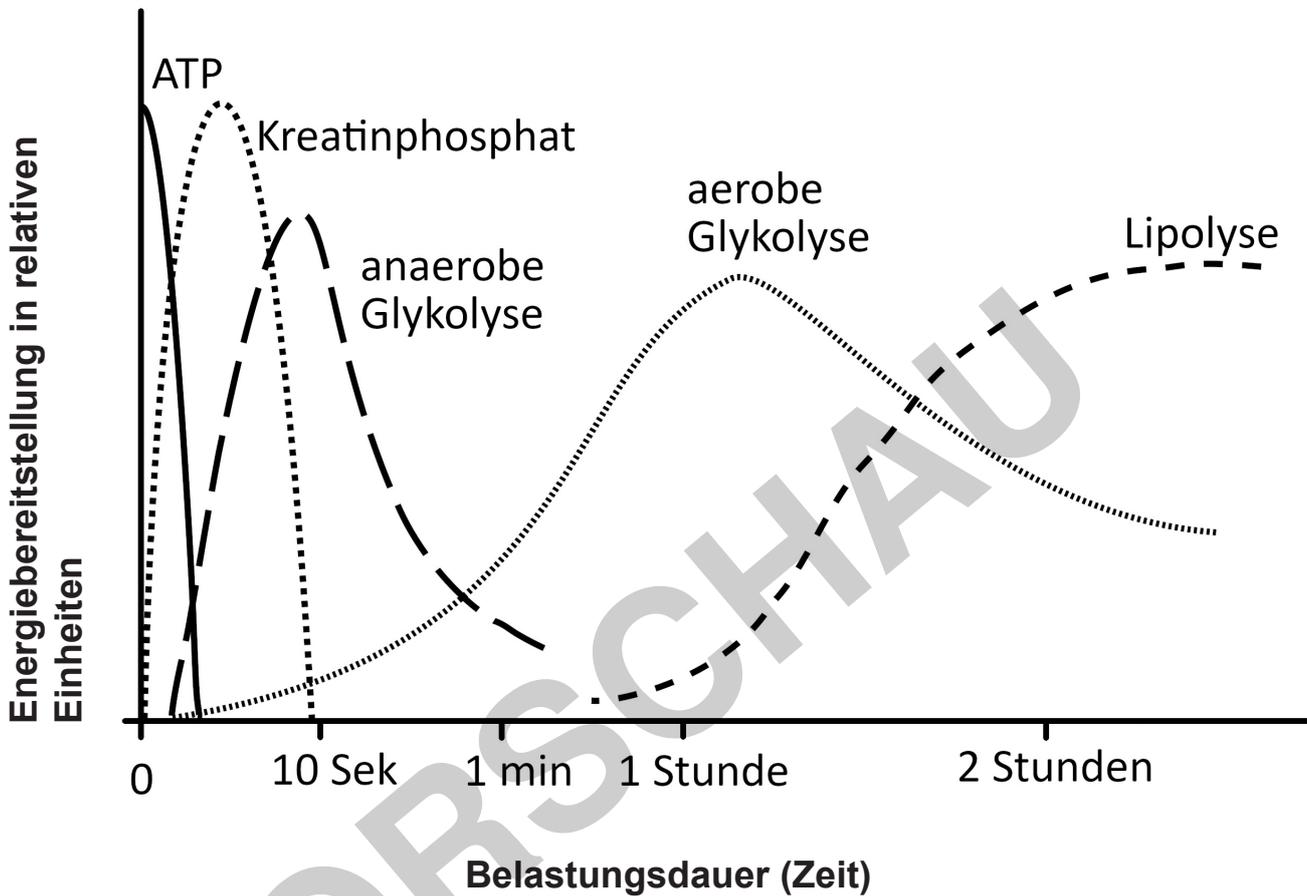
 Anzahl Allele (1 oder 2)

Hinweis: Die anderen untersuchten STR-Regionen stützen das hier gezeigte Ergebnis.

# 1. Vom Biologieunterricht zum forensisch-rechtsmedizinischem Wissen

## Material 2

Energiebereitstellung in der Muskulatur (Bild 1.2.1b)



### 1.2.2. Die Zeichen des Todes

Den Tod sicher festzustellen ist eine wichtige Aufgabe für Ärzte. In Deutschland sind die Regelungen dazu jedoch nicht einheitlich, da das Bestattungsrecht Ländersache ist. In Bremen bspw. muss seit einigen Jahren bei jedem Todesfall eine qualifizierte Leichenschau durch einen Rechtsmediziner durchgeführt werden bevor eine Person bestattet werden darf. In anderen Bundesländern kann der Notarzt den Tod bescheinigen und wieder in anderen darf nur der nächste erreichbare niedergelassene Arzt den Totenschein ausstellen.

Neben den formaljuristischen Vorgehensweisen und den Zuständigkeiten ist für einen (Rechts-) Mediziner das Wissen darüber, wann ein Mensch aus medizinischer Sicht als tot zu bezeichnen ist, unabdingbar vorzuhalten.

Zunächst grenzen wir sogenannte Vita-minima-Zustände vom tatsächlichen Tod ab. Vita-minima-Zustände sind unter Anderem geprägt von kaum wahrnehmbaren Lebenszeichen und Bewusstlosigkeit. Obgleich diese früher als Scheintod bezeichneten Zustände heutzutage mithilfe technischer Unterstützung (z.B. automatische externe Defibrillatoren – auch „Laien-defibrillatoren“ genannt) oft unmittelbar erkannt werden können, ist die Kenntnis möglicher Auslöser eines Vita minima noch heute Standard. Vereinfacht werden diese in der A-E-I-O-U-Regel zusammengefasst.

# 1. Vom Biologieunterricht zum forensisch-rechtsmedizinischem Wissen

- A: Anämie, Anoxämie, Alkohol
- E: Epilepsie, Elektrizität
- I: Injury (Schädel-Hirn-Trauma)
- O: Opium (gemeint sind mithin auch andere Betäubungsmittel und Barbiturate)
- U: Urämie, Unterzuckerung, Unterkühlung

Neben dem Vita minima gibt es Befunde, die zwar einen bereits eingetretenen Tod wahrscheinlich machen, aber noch keinesfalls als Beweis für diesen gelten. Diese unsicheren Todeszeichen können beispielsweise

- eine Erschlaffung der Muskulatur,
- blasse Haut,
- Auskühlung des Körpers,
- Atemstillstand,
- Lichtstarre Pupillen,
- Herzstillstand/Pulslosigkeit oder
- Areflexie sein.

Für den Mediziner ist es hier wichtig, dass in Fällen mit dieser Befundlage Reanimationspflicht besteht. Lichtstarre Augen beispielsweise können auch auf eine Schädigung der Nervenfasern für die Augenmuskulatur hindeuten. Der Tod darf nur bescheinigt werden wenn mindestens eines der folgenden sicheren Todeszeichen vorliegt:

- Totenflecken
- Leichenstarre
- Verwesung
- Autolyse
- Fäulnis
- Verletzungen, die unvereinbar mit dem Leben sind (z. B. abgetrennter Kopf)

Ein besonderer Fall ist der Hirntod, der insbesondere in der Transplantationsmedizin eine Rolle spielt und immer wieder Gegenstand gesellschaftlicher Diskussion ist.



## 2. Einblick in forensische Teildisziplinen

### 2.7. IT-Forensik

Moderne Informationstechnik ist sowohl Mittel als auch Ziel krimineller Aktivitäten. Beiden Bereichen nimmt sich die IT-Forensik an. Wichtige Aufgaben sind beispielsweise die Sicherung, Untersuchung und Aufbereitung von Daten. Ob eine beschlagnahmte, passwortgeschützte Festplatte zu entschlüsseln oder einen beschädigten Datenträger wieder lesbar zu machen – in der IT-Forensik muss man am digitalen Puls der Zeit bleiben, aber zeitgleich auch Wissen über veraltete Techniken bewahren. Die Verbrechen, bei denen IT-Forensik gefragt ist, finden dabei jedoch nicht nur in der digitalen Welt statt. Sie hilft auch beim Nachvollziehen von Bewegungsmustern Tatverdächtiger oder dem Aufspüren ihres Standorts.

Weitere Informationen finden Sie beispielsweise unter:

[https://www.bka.de/DE/UnsereAufgaben/Ermittlungsunterstuetzung/Technologien/IT-Forensik/it\\_forensik\\_node.html](https://www.bka.de/DE/UnsereAufgaben/Ermittlungsunterstuetzung/Technologien/IT-Forensik/it_forensik_node.html)

### 2.8. Wirtschaftsforensik

Wirtschaftsforensiker arbeiten an der Schnittstelle zwischen Wirtschaft, Recht, Kriminalistik und Informatik. Sie sind immer dann gefragt, wenn es um Straftaten geht, die von Unternehmen oder deren Mitarbeitern begangen werden. Typische Straftaten sind hier Geldwäsche, Kreditbetrug, Insolvenzverschleppung oder illegale Preisabsprachen.

Weitere Informationen finden Sie beispielsweise unter:

<https://www.hs-fresenius.de/studium/wirtschaftsforensik-master-berufsbegleitend/#dein-studium-im-detail>



### 3. Praktische Übungen – Forensik und Rechtsmedizin

Zur Aufklärung krimineller Handlungen sind oftmals viele kleine Schritte notwendig, die Erkenntnisse einer Vielzahl an (natur)wissenschaftlichen Disziplinen einbeziehen müssen. Entsprechend groß ist die Bandbreite an möglichen wissenschaftlichen Experimenten, die im Rahmen forensischer- bzw. rechtsmedizinischer Forschung möglich sind. Für einige sind aufwendige Apparaturen erforderlich, die sich typischerweise nicht in Privathaushalten finden lassen – etwa Computertomographen. Andere sind jedoch mit einfachen Hilfsmitteln durchführbar. Das bedeutet jedoch nicht, dass sie weniger gewinnbringend sind im Sinne der Erkenntnisgewinnung für das Aufklären krimineller Handlungen. Erfahren Sie nun ganz praktisch etwas darüber, wie Insekten bei der Aufklärung von Verbrechen helfen können, was Stichwunden alles verraten, wie botanische Kenntnisse Täter überführen und warum das Wissen über Knochen Forensikern und Rechtsmedizinern durchaus dienlich sein kann.

#### 3.1. Forensische Entomologie – Insekten als Hinweisgeber in der Forensik und Kriminalistik

Ein für die Aufklärung von Gewaltverbrechen wichtiger Hinweis ist der Todeszeitpunkt eines Opfers. Um diesen zu bestimmen bzw. ihn näher einzugrenzen, können forensische Entomologen Informationen durch die Begutachtung der sich auf und an der Leiche befindlichen Insekten gewinnen. Hier spielen unter anderem Fliegen eine große Rolle, legen doch einige Arten ihre Eier bevorzugt auf Aas oder eben Leichen ab. Daraufhin entwickeln sich diese in Abhängigkeit von den äußeren Bedingungen wie bspw. der Temperatur oder der Luftfeuchtigkeit (vgl. Abb. 3.1a), sodass sich zu bestimmten Zeitpunkten Maden und Puppen finden lassen. So können Rückschlüsse auf die Liegezeit und damit den Todeszeitpunkt gezogen werden.

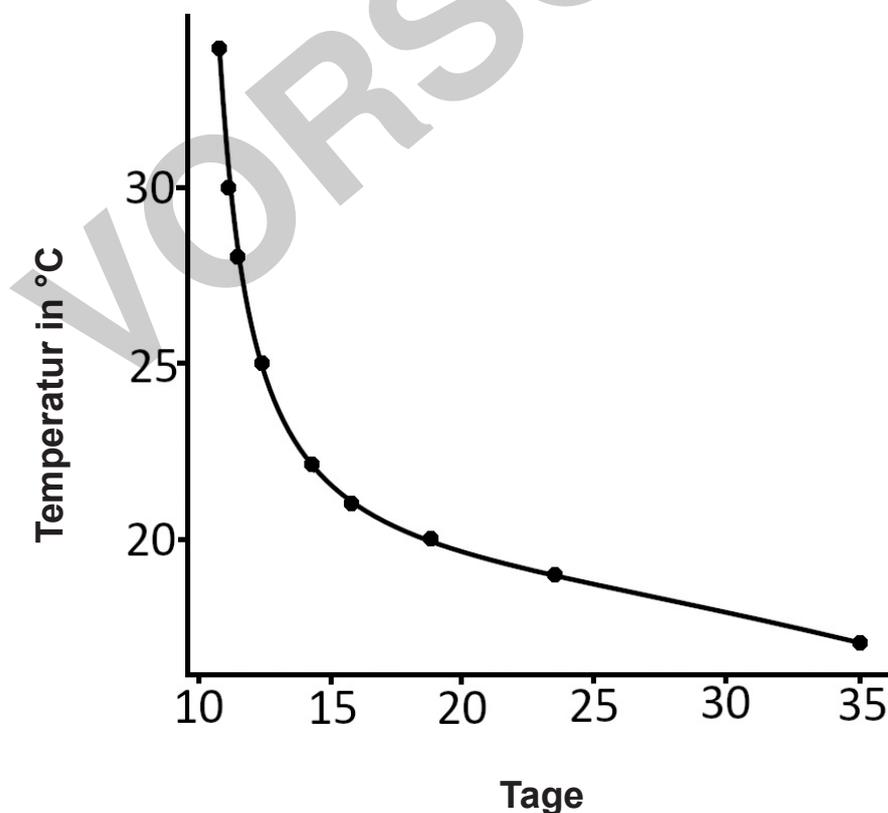


Abb. 3.1a: Gesamtentwicklungszeit der Schmeißfliegenart *Lucilia sericata* bei verschiedenen Temperaturen

### 3. Praktische Übungen Forensik und Rechtsmedizin

- Dokumentieren Sie täglich die Besiedlung ihrer Versuchsobjekte durch Insekten (Abb. 3.1d + 3.1e – vermutlich *Thanatophilus* sp.: Imago und Larvenstadien).
- Optional: Sammeln Sie Proben der Insekten (vgl. Abb. 3.1f)
  - o Ein Teil sollte lebend gefangen werden, um die Art möglichst genau zu bestimmen.
  - o Ein Teil kann in Alkohol (z. B. Ethanol 70 %) konserviert aufbewahrt werden.

#### Möglicher Erweiterungen und des Versuchs

##### Vor Versuchsbeginn

- Sie können die Schweineschwänze auch vor dem Auslegen sinnvoll vorbehandeln.

##### Beispielsweise kommen

- o Verbrennen,
- o Einfrieren oder das
- o Eintauchen in Wasser für eine bestimmte Zeit in Frage.

Dies sind Prozeduren, die ebenso bei Straftaten durch Täter vorgenommen werden, aber natürlich auch durch Unfälle (Hausbrand) geschehen können.

- Auch ein Vergraben der Schweineschwänze käme in Frage.

##### Nach Versuchsbeginn

- Sie können auch Bodenproben der direkten Umgebung nehmen, da sich einige Insekten in der oberen Bodenschicht verpuppen.
- Fangen Sie mit Hilfe des Insekten- bzw. Schmetterlingsnetzes über den Versuchsobjekten umherfliegende Insekten und konservieren Sie diese bei Bedarf.



Abb. 3.1b:  
Käfigkonstruktion



Abb. 3.1c:  
Ausgelegte Schweineschwänze



Abb. 3.1d:  
Käferbefall am Schweineschwanz



Abb. 3.1e: Massenhafte Larvenentwicklung



Abb. 3.1f:  
Präparate na