

11. Lëtzebuerger Naturwëssenschaftsolympiad

Finalrunde: Donnerstag, den 22. Februar 2018

Lycée Michel-Rodange, Luxembourg



Mörder gesucht!

Antwortbogen

Gruppe: _____

Namen: _____

Versuch I: Faser- und Haarspuren

Tabelle 1.1 (6P.)

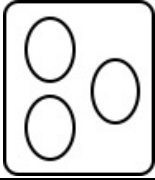
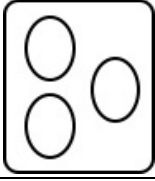
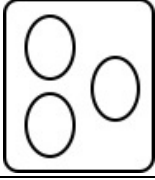
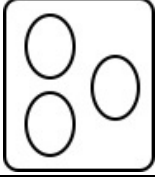
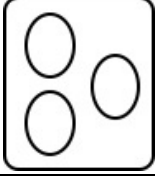

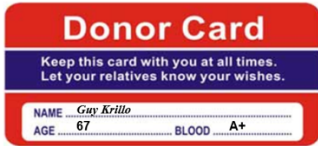

Spur	Fasertyp	Durchmesser	Farbe
Faserspur 1 (Fundort: Kleidung Sandra T.)			
Faserspur 2 (Fundort: neben der Waldhütte)			
Faserspur 3 (Fundort: in der Waldhütte)			
Faserspur 4 (Fundort: Dienstwagen von Luca R.)			
Faserspur 5 (Fundort: etwa 44 m von den Leichen)			
Referenz 1 Wischmopp (aus dem Haus)			
Referenz 2 Kleidung (Luca R.)			
Referenz 3 Teppich Wohnung (Maria S. Maurizio B. Tim W.)			
Referenz 4 Haar (Hund von Guy K.)			
Referenz 5 Kopfhaar (Tim W.)			

Tabelle 1.2 (2P.)

Verdächtiger	Faserhinweis zur Präsenz am Tatort
Anouk T.	
Guy K.	
Linda M.	
Maria S.	
Maurizio B.	
Pascal T.	
Tim W.	

Versuch II: Blutgruppenanalyse

Tabelle 2.1 (7P.)

Testergebnis	Serum-Tests: Beobachtung	Serum-Tests: Auswertung	Blutgruppe:	Verdächtige, die wir als Täter ausschließen können (ankreuzen)
Blut am Champagnerglas				
Linda M.				
Pascal T.				
Maurizio B.				
Tim W.				
Anouk T.	Blutspenderausweis: 			
Guy K.	Blutspenderausweis: 			
Maria S.	Blutspenderausweis: 			

Versuch III: Forensische Entomologie: Maden verraten den Täter

3.1. Fertigt eine wissenschaftliche Zeichnung einer Fliegenmade an und beschriftet die einzelnen identifizierten Körperteile. (5P.)

3.2. Längenbestimmung der Fliegenmaden (2P.)

Durchschnittslänge:

3.3 Präparation der Hinterstigmen einer Fliegenmade (2P.)

Bewertung Präparat durch Jurymitglied: _____

3.4 Bestimmung der Fliegenart (3P.)

Bestimmungsschlüssel:

- | | | |
|----|---|------------------------|
| 1 | Körperoberfläche Madenlarve unbehaart | 2 |
| 1* | Körperoberfläche Madenlarve behaart (lange Borsten) | <i>Chrysomya spec.</i> |
| 2 | Vorderstigmen (fingerförmige Atemöffnungen) unpaarig oder anders angeordnet | 6* |
| 2* | Vorderstigmen paarig, zu beiden Seiten des 2. Segmentes angeordnet | 3 |
| 3 | 6 Vorderstigmen-Fortsätze..... | 4* |
| 3* | 8-10 Vorderstigmen-Fortsätze | 4 |

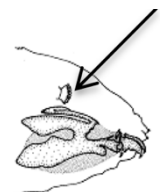
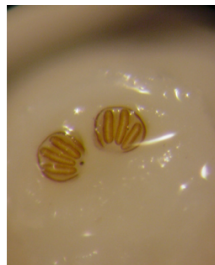


Abb.: Vorderstigmen
im Mundbereich

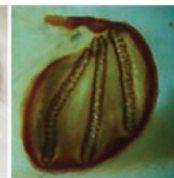
- 4 Hinterstigma des Präparates eher kreisrund5
 4* Hinterstigma des Präparates eher länglich-oval5*
- 5 Geschlossenes Peritrem der Hinterstigma6
 5* Offenes Peritrem der Hinterstigma6*



- 6 Atemschlitze der Stigma fast parallel angeordnet ***Calliphora vicina* (Blaue Schmeißfliege)**
 6* Atemschlitze der Stigma nicht parallel, sondern laufen auf zentralen Punkt zu7
- 7 2-3 Atemschlitze, Peritrem dünn ***Lucilia sericata* (Goldfliege)**
 7* > 8 Atemschlitze, oft kreisrund gebogen ***Musca domestica* (Stubenfliege)**



Calliphoridae



Sarcophagidae



Muscidae

Abb.: Hinterstigma von links nach rechts (2x parallel, zentral zulaufend, gebogen)

Reihenfolge Bestimmungsschritte: _____

Die Fliegenmaden werden sich zu _____ entwickeln.

3.5. Liegezeit der Leiche (5P.)

Da Euch nun die Fliegenart bekannt ist, nehmt nun das am Fundort der Leiche gesammelte Beweisstück (Eppendorfröhrchen C). Anhand der meteorologischen Daten (siehe Anhang) des Wetterdienstes vom Findel sowie der **Tabelle A S.7** könnt ihr nun die ungefähre Liegezeit der Leiche ermitteln!

Wetterbericht Findel Luxemburg (Tagesdurchschnittstemperaturen)

- 10. September 2017:** *Sonne, trocken, 24°C*
- 11. September 2017:** *leicht bewölkt, trocken, 22°C*
- 12. September 2017:** *stark bewölkt, trocken, 25°C*
- 13. September 2017:** *Quellwolken, diesig, 24°C*
- 14. September 2017:** *schwül bedeckt, einzelne Gewitter, 26°C*
- 15. September 2017:** *sehr schwül, wechselnd bewölkt, 26°C*
- 16. September 2017:** *starke Gewitter, Abkühlung, 18°C*
- 17. September 2017:** *feucht, leichter Wind, 19°C*
- 18. September 2017:** *Nieselregen, bewölkt, 18°C*
- 19. September 2017:** *trocken, abschnittsweise sonnige Aufklärungen, 19,5°C*
- 20. September 2017:** *wechselhaft bewölkt, windig, 20°C*
- 21. September 2017:** *windig, wechselnd bewölkt, 19°C*

Liegezeit der Leiche: _____ Stunden

Demzufolge muss der Tod von Sandra T. bereits am _____ eingetreten sein.

Laut Alibi können folgende Täter ausgeschlossen werden:

Tragt dieses Ergebnis in die Tabelle am Schluss des Antwortbogens ein!

Tipp: Fleischfliegen (*Sarcophagidae*) fliegen auch bei Regen.

Tabelle A: Bestimmung der Wachstumsgeschwindigkeit von verschiedenen Fliegenarten aufgrund der vorherrschenden Außentemperatur:

Durchschnittliche Dauer bis zum Erreichen eines Entwicklungsstadiums
bei verschiedenen Fliegenarten

Temperatur → Art / Stadium ↓	16 °C	17 °C	18 °C	19 °C	20 °C	22 °C	25 °C	28 °C	30 °C
Schmeißfliege									
1. Larvenstadium	16 Std.	15 Std.	14 Std.	12 Std.	10 Std.	9,5 Std.	8,5 Std.	7 Std.	6,5 Std.
2. Larvenstadium	47 Std.	42 Std.	36 Std.	33 Std.	30 Std.	27 Std.	22 Std.	20 Std.	19 Std.
3. Larvenstadium	72 Std.	54 Std.	51 Std.	48 Std.	56 Std.	47 Std.	43 Std.	41 Std.	38 Std.
Verpuppung	130 Std.	118 Std.	106 Std.	98 Std.	96 Std.	88 Std.	82 Std.	75 Std.	70 Std.
Fliege	400 Std.	380 Std.	363 Std.	315 Std.	310 Std.	260 Std.	240 Std.	210 Std.	196 Std.
Goldfliege									
1. Larvenstadium	31 Std.	29 Std.	27 Std.	25 Std.	23 Std.	18 Std.	15 Std.	12 Std.	11 Std.
2. Larvenstadium	53 Std.	40 Std.	34 Std.	28 Std.	25 Std.	20 Std.	17 Std.	12 Std.	11 Std.
3. Larvenstadium	70 Std.	55 Std.	48 Std.	43 Std.	36 Std.	27 Std.	20 Std.	17 Std.	16 Std.
Verpuppung	330 Std.	200 Std.	160 Std.	120 Std.	110 Std.	96 Std.	88 Std.	88 Std.	88 Std.
Fliege	950 Std.	842 Std.	620 Std.	440 Std.	400 Std.	336 Std.	297 Std.	275 Std.	260 Std.
Stubenfliege									
1. Larvenstadium	21 Std.	18 Std.	16 Std.	14,5 Std.	12 Std.	10,5 Std.	9,5 Std.	8 Std.	8 Std.
2. Larvenstadium	51 Std.	47 Std.	43 Std.	39 Std.	36 Std.	34 Std.	32 Std.	31 Std.	30 Std.
3. Larvenstadium	71 Std.	68 Std.	65 Std.	62 Std.	61 Std.	59 Std.	58 Std.	55 Std.	54 Std.
Verpuppung	400 Std.	386 Std.	302 Std.	287 Std.	201 Std.	170 Std.	150 Std.	123 Std.	100 Std.
Fliege	720 Std.	628 Std.	500 Std.	360 Std.	302 Std.	296 Std.	258 Std.	240 Std.	170 Std.

Versuch IV: Titration des Blutserums

Tabelle 4.1: Messungen (2P.)

	Startvolumen V_0	Endvolumen V_f	Verbrauch $\Delta V = V_f - V_0$
Messung 1			
Messung 2			
Messung 3			

4.2 Berechnungen (alle Rechnungen, Formeln und Einheiten mit angeben!)

a. Durchschnittlicher Verbrauch an ZnSO_4 -Titrierlösung: (1P.)

☺ Joker (-3P.)

Falls ihr die Formel zur Berechnung der Stoffmenge oder der Konzentration benötigt, könnt ihr diese bei einem Jurymitglied fragen. Das kostet euch aber 3 Strafpunkte.

b. Stoffmenge (n in mol) an zugesetztem Zn^{2+} (entspricht der Stoffmenge an ZnSO_4) ($c(\text{ZnSO}_4) = 0,02 \text{ mol/L}$): (2P.)

c. Stoffmenge an EDTA, das mit Zn^{2+} reagiert hat: (1P.)

d. Gesamte Stoffmenge an zugesetztem EDTA ($c(\text{EDTA}) = 0,1 \text{ mol/L}$): (2P.)

e. Stoffmenge an EDTA, das mit Pb^{2+} reagiert hat: (1P.)

f. Stoffmenge an Pb^{2+} in einer 10 mL-Probe von „Serum Opfer“: (1P.)

g. Gesamte Stoffmenge an Pb^{2+} im Leichnam des Opfers (wir können hier von insgesamt 5 L Originalserum ausgehen): (3P.)

h. Gesamte Masse (m in g) an Blei im Leichnam des Opfers: (3P.)

4.3 Ist das Opfer an einer Bleivergiftung gestorben?

Folgende Tabelle gibt die tödliche Dosis für einige toxische Substanzen an.

Bem.: LD50 bedeutet genau, dass bei dieser Dosis die Sterblichkeitswahrscheinlichkeit 50% beträgt. Dies kann man vereinfacht als „tödliche Dosis“ nennen.

Giftstoff	LD50 (mg/ kg Körpergewicht)
Ammonium	7338
Cadmiumsulfid	7080
Natriumchlorid	3000
Schwefel	3000
Cadmium	890
Blei	450
Quecksilber(II)-chlorid	210
Quecksilber	100
Natriumfluorid	52
Titansulfat	16
Arsen	15
Natriumcyanid	6,4

© https://processdesign.mccormick.northwestern.edu/index.php/Environmental_concerns

Toxicity Rating	Commonly used term	LD ₅₀ (rat, oral) mg/kg
1	Extremely Toxic	<=1
2	Highly Toxic	1 - 50
3	Moderately Toxic	50 - 500
4	Slightly Toxic	500 - 5000
5	Practically Non-toxic	5000 - 15000
6	Relatively Harmless	>15000

© <https://www.envchemgroup.com/health-concerns-of-metals-and-metalloids.html>

Antwort (mit Begründung): (3P.)

Versuch V: Chromatografie der Tinte
--

5.1 DC-Platte vor dem Versuch (2P.)

Unterschrift Jurymitglied:

5.2 Berechnet den Retentionsfaktor von der blauen Farbe der gelösten Farbprobe. (2P.)

5.3 DC-Platte nach dem Versuch (2P.)

5.4 Mit welchem Stift wurde der Zettel geschrieben? Beschreibt eure Überlegungen. (2P.)

5.5 Welche Tatverdächtigen können durch diesen Versuch ausgeschlossen werden, wenn man davon ausgeht, dass von allen Tatverdächtigen alle schwarzen Stifte gefunden und untersucht wurden? (2P.)

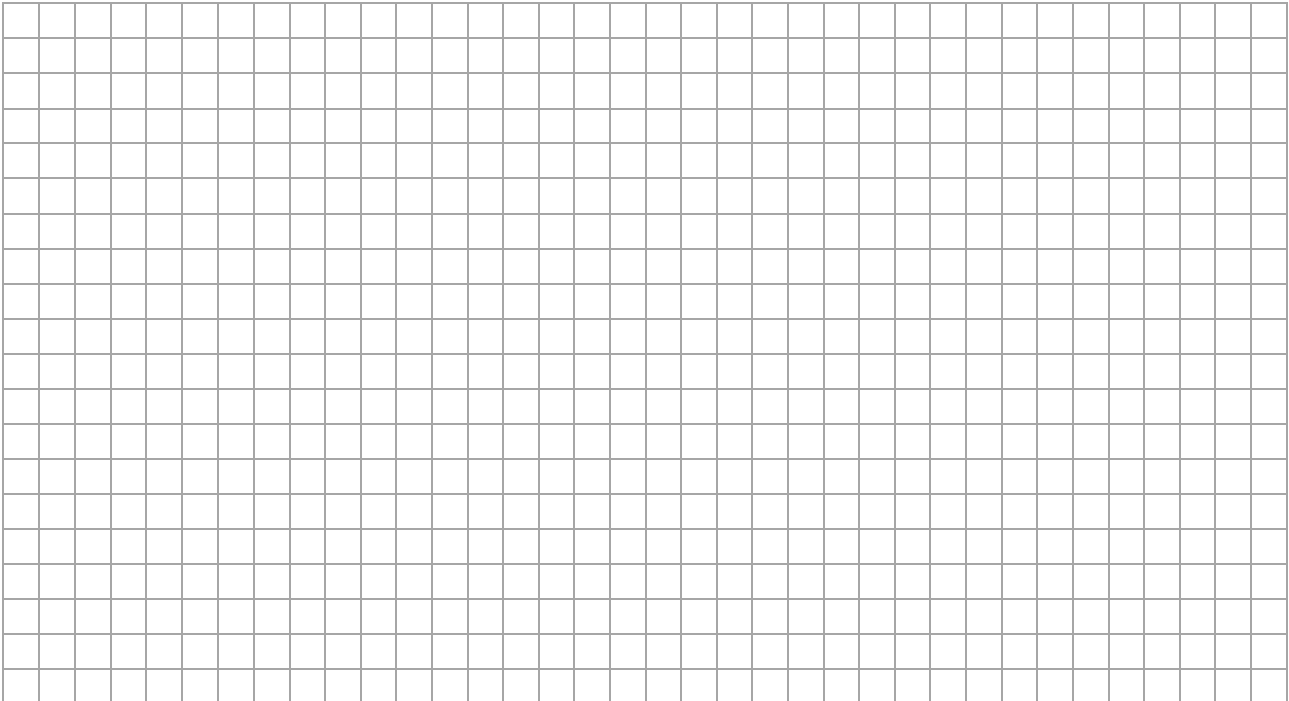
Tatverdächtiger	besitzt folgende schwarze Stifte
Anouk T.	Faber-Castell Broadpen 1554 Stabilo point 88 fine 0,4 Edding 3000 permanent marker
Guy K.	Stabilo point 88 erasable Edding 3000 permanent marker Stabilo point 88 fine 0,4
Linda M.	Edding 3000 permanent marker Staedtler non-permanent Lumocolor M Faber-Castell Broadpen 1554
Maria S.	Stabilo point 88 erasable Faber-Castell Broadpen 1554 Edding 3000 permanent marker
Maurizio B.	Stabilo point 88 fine 0,4 Stabilo point 88 erasable Staedtler non-permanent Lumocolor M
Pascal T.	Staedtler non-permanent Lumocolor M Edding 3000 permanent marker Stabilo point 88 erasable
Tim W.	Staedtler non-permanent Lumocolor M Stabilo point 88 fine 0,4 Faber-Castell Broadpen 1554

Versuch VI: Bestimmung des Todeszeitpunktes anhand der Körpertemperatur der Leiche

6.1 Messwerttabelle: (1P.)

T (°C)	
t (min)	

6.2 T = f(t) Diagramm: (2P.)



6.3 Bestimmung des Todeszeitpunktes: (2P.)

6.4 Laut Alibi können dadurch folgende Täter ausgeschlossen werden: (1P.)

Versuch VII: Ermittlung der Schusswaffe

Versuch 1:

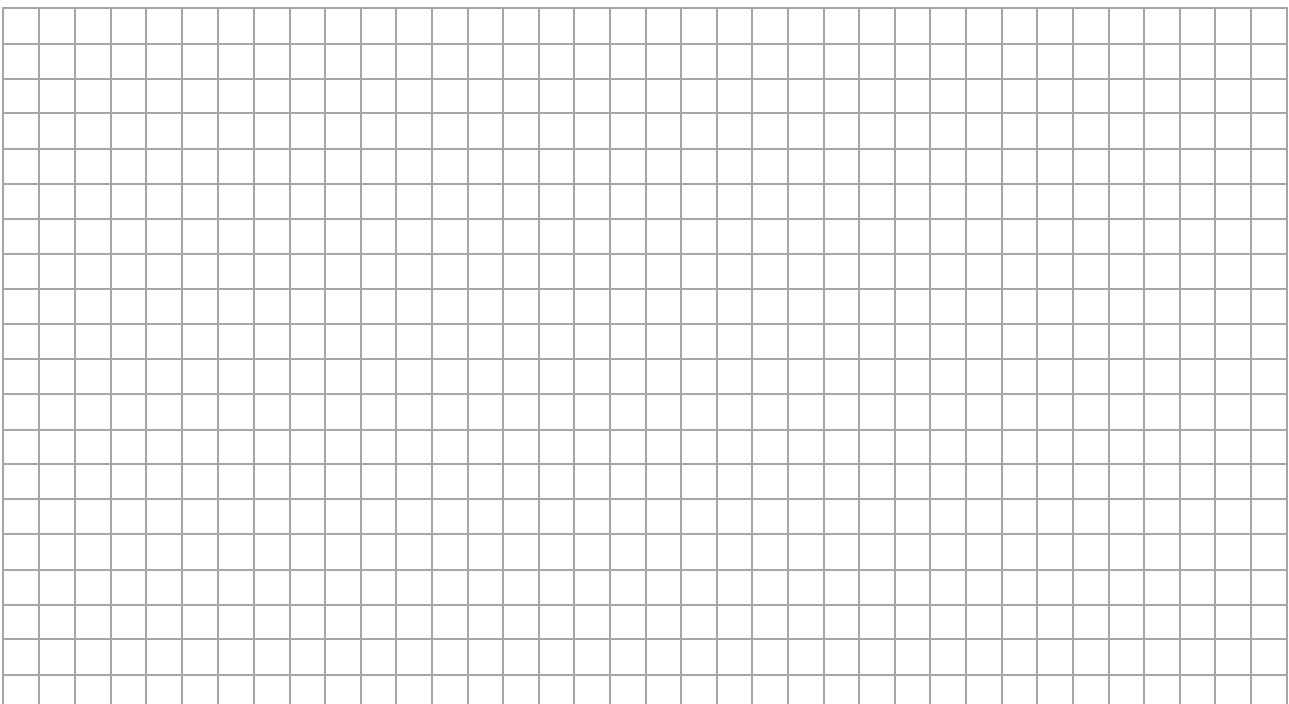
Experimentelle Untersuchung der Schussweite in Abhängigkeit von der Mündungsgeschwindigkeit der Kugel.

7.1 Herleitung der Formel: $v_1 = f(h)$ (1P.)

7.2 Messwerttabelle: (2P.)

h (m)								
x (m)								
$v_1 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$								

7.3 $x = f(v_1)$ Diagramm: (2P.)



7.4 Welchen Zusammenhang gibt es demnach zwischen der Mündungsgeschwindigkeit v_1 der Waffe und der Schussweite x ? Begründet eure Antwort! (1P.)

7.5 Stellt eine Formel auf, welche erlaubt die Mündungsgeschwindigkeit v_1 in Abhängigkeit der Schussweite x in unserem Fall zu berechnen. (2P.)

7.6 Berechnet die theoretische Mündungsgeschwindigkeit v_1 der vom Täter verwendeten Waffe! (1P.)

Aber!?!?!? Hat die Masse m der Kugel keinen Einfluss auf die Schussweite?

7.7 Beschreibt einen Versuch (welchen ihr mit dem euch zur Verfügung stehenden Material durchführen könnt) mit welchem ihr den Einfluss der Masse der Kugel auf die Schussweite untersuchen könnt. (1P.)

7.8 Führt diesen Versuch durch! Gebt die Messwerte an und schlussfolgert bezüglich des Zusammenhangs zwischen x und m ! (3P.)

Versuch 2:

Experimentelle Bestimmung der Mündungsgeschwindigkeit der möglicherweise benutzten Waffen.

7.9 Messwerttabelle: (2P.)

	α_1 (°)	α_2 (°)	α_3 (°)	$\bar{\alpha}$ (°)	h (m)	$v' \left(\frac{m}{s}\right)$	$v_{Kugel} \left(\frac{m}{s}\right)$
Waffe 1							
Waffe 2							
Waffe 3							

7.10 Berechnet die jeweiligen Ausschlaghöhen h der verschiedenen Waffen und tragt sie in die Tabelle ein. (1P.)

7.11 Berechnet anhand des Energieerhaltungsgesetzes die Geschwindigkeit v' welche das Pendel durch den Aufprall der Kugel erhält. Formel umstellen und angeben. Tragt eure Werte in die Tabelle ein! (2P.)

7.12 Berechnet anhand des Impulserhaltungsgesetzes die Aufprallgeschwindigkeit v_{Kugel} der Kugel. Formel umstellen und angeben. Tragt eure Werte in die Tabelle ein! (2P.)

7.13 Welche der untersuchten Waffen ist die Tatwaffe? Begründet! (1P.)

7.14 Können hier Tatverdächtige ausgeschlossen werden? Begründet eure Antwort. (1P.)

VIII: SCHLUSSFOLGERUNG-Ermittlung des Mörders

Wir gehen davon aus, dass es nur einen einzigen Täter gibt und dieser sich unter den 7 Tatverdächtigen befindet. Der Todeszeitpunkt stimmt bei beiden Opfern ungefähr mit dem Tötungszeitpunkt überein.

Notiert in der folgenden Tabelle, welche Tatverdächtigen bei welchem Versuch ausgeschlossen werden konnten, bzw. sich bei welchem Versuch besonders verdächtig gemacht haben.

(„✓“: verdächtig und „x“: kann ausgeschlossen werden)

(5P.)

Verdächtige	I. Faser- und Haarspuren	II. Blutspuren	III. und VI. Alibi (2 Todeszeitpunkte)	V. Stifte	VII. Tatwaffe
1. Anouk T.					
2. Guy K.					
3. Linda M.					
4. Maria S.					
5. Maurizio B.					
6. Pascal T.					
7. Tim W.					

Der Mörder ist:

(3P.)