

Vorsicht giftig! Musterlösung

Was soll die Musterlösung leisten?

Sie erhalten die Musterlösung bereits zum Wettbewerbsstart, damit Sie schon während der Betreuung von Schülerinnen und Schülern abschätzen können, in welcher Tiefe wir eine Beantwortung der Fragen erwarten. So können Sie Ihre Teilnehmenden ansprechen, falls sie beispielsweise die Zielrichtung einer Fragestellung missverstanden haben sollten.

Des Weiteren dient die Musterlösung als Bewertungsschlüssel für die Ausarbeitungen, die Ihre Schülerinnen und Schüler einreichen.

Jede Aufgabe beginnt mit einer neuen Seite. Die Lösungen zu den verschiedenen Aufgabenteilen sind in der Regel dreiteilig aufgebaut:

- allgemeine Bewertungshinweise zum Aufgabenteil;
- ggf. eine Auflistung von Bewertungskriterien oder Schlüsselbegriffen, die für das Vergeben einer vollen Punktzahl auf jeden Fall in der Antwort (wenn auch umschrieben) erwartet werden;
- eine Musterantwort, die beispielhaft darstellt, wie eine Lösung der Aufgabe ausformuliert werden könnte.

Die Musterlösung hat immer beispielhaften Charakter und ist nicht immer in dem Vokabular verfasst, das Wettbewerbsteilnehmende in ihren Ausarbeitungen verwenden. Sie soll vor allem inhaltliche Orientierung für die Bewertung abweichend formulierter Lösungen geben.

Es liegt in Ihrem Ermessensspielraum, inwieweit eine von der vorgeschlagenen Lösung abweichende Ausarbeitung als gleichwertig eingestuft und damit als gültig bewertet werden kann.

Wie viel Unterstützung darf ich geben?

Anders als bei Schul- oder Hausarbeiten sind die Aufgaben so konzipiert, dass Inhalte und Konzepte berührt werden, die bisher nicht im Unterricht behandelt wurden und eigenständige Recherche verlangen. Auch erwarten wir nicht, dass Teilnehmende alle Aufgaben vollständig lösen werden bzw. können.

Wir werden immer wieder von Betreuenden gefragt, wie viel Unterstützung sie in der Aufgabenrunde geben dürfen. Gerne dürfen Sie Teilnehmende auf Literatur oder andere Quellen hinweisen, die ihnen den Zugang für eine eigenständige Recherche zu bestimmten Themenbereichen oder Konzepten erleichtern, vor allem, wenn sie den Schülerinnen und Schülern aus dem Schulunterricht noch nicht bekannt sind. Allerdings sollten Sie davon Abstand nehmen, Teilnehmende gezielt darauf hinzuweisen, wenn Teile ihrer Ausarbeitungen fehlerhaft sind, oder gar davon, Lösungsansätze selbst vorzuschlagen.

Lesen Sie bitte die Teilnahmebedingungen und die Beilage mit Tipps zur Betreuung von Teilnehmenden sorgfältig durch, insbesondere wenn Sie in den Klassen 5 bis 7 unterrichten oder mit dem Klassenverband am Wettbewerb teilnehmen. Wenden Sie sich mit Fragen gerne telefonisch oder per E-Mail an uns.

Ihr IJSO-Team in Kiel

AUFGABE 1: Umweltgift

(insgesamt 32 Punkte)

- 1a) Führe Experiment 1 durch. Gib die Schrittfolge zur Herstellung deiner Salzlösungen an. Dokumentiere deine Beobachtungen anhand deiner Tabelle und aussagekräftiger Fotos von zwei Tagen.

12 Punkte

[3,0 P] Schrittfolge zur Herstellung der Salz-Lösungen

- [1,0 P] Vorgehen: erste Verdünnungsstufe (explizite Angabe der Anteile: Prozent, Brüche u./o. Volumina)
- [1,0 P] Vorgehen: zweite Verdünnungsstufe (explizite Angabe der Anteile: Prozent, Brüche u./o. Volumina)
- [1,0 P] Vorgehen: dritte Verdünnungsstufe (explizite Angabe der Anteile: Prozent, Brüche u./o. Volumina)

Variante 1 („paralleles Verdünnen“):

- 1,4 %ige Kochsalz-Lösung (Stammlösung):
7 g Salz in 500 mL Wasser
- 1,05 %ige Kochsalz-Lösung (erste Verdünnungsstufe):
Verdünnen der 1,4 %igen Kochsalz-Lösung: $\frac{3}{4}$ auf $\frac{1}{4}$ Wasser, z.B. 60 mL Stammlösung : 20 mL Wasser
- 0,7 %ige Kochsalz-Lösung (zweite Verdünnungsstufe):
Verdünnen der 1,4 %igen Kochsalz-Lösung: $\frac{1}{2}$ auf $\frac{1}{2}$ Wasser, z.B. 40 mL Stammlösung : 40 mL Wasser
- 0,35 %ige Kochsalz-Lösung (dritte Verdünnungsstufe):
Verdünnen der 1,4 %igen Kochsalz-Lösung: $\frac{1}{4}$ auf $\frac{3}{4}$ Wasser, z.B. 20 mL Stammlösung : 60 mL Wasser

Variante 2 („fortgesetztes Verdünnen“):

- 1,4 %ige Kochsalz-Lösung (Stammlösung):
7 g Salz in 500 mL Wasser
- 1,05 %ige Kochsalz-Lösung (erste Verdünnungsstufe):
Verdünnen der 1,4 %igen Kochsalz-Lösung: $\frac{3}{4}$ auf $\frac{1}{4}$ Wasser, z.B. 60 mL Stammlösung : 20 mL Wasser
- 0,7 %ige Kochsalz-Lösung (zweite Verdünnungsstufe):
Verdünnen der 1,05 %igen Kochsalz-Lsg.: $\frac{2}{3}$ auf $\frac{1}{3}$ Wasser, z.B. 60 mL 1,05%-Lösung : 30 mL Wasser
- 0,35 %ige Kochsalz-Lösung (dritte Verdünnungsstufe):
Verdünnen der 0,7 %igen Kochsalz-Lösung: $\frac{1}{2}$ auf $\frac{1}{2}$ Wasser, z.B. 40 mL 0,7%-Lösung : 40 mL Wasser

Hinweis: Verdünnungsreihen funktionieren entweder, indem die Verdünnungsstufen aus der Stammlösung hergestellt werden („paralleles Verdünnen“) oder indem die Verdünnungsstufen selbst weiter verdünnt werden („fortgesetztes Verdünnen“). Es kann auch Mischformen geben, weshalb Ihre Schülerinnen und Schüler eventuell eine alternative Verdünnungsreihe beschreiben, die auch korrekt ist.

Hinweis zu Folgefehlern: Bei der Korrektur ist der erste fachliche Fehler mit null Punkten zu bewerten. Sollten sich daraus Folgefehler ergeben, die jedoch methodisch korrekt und nachvollziehbar auf dem Erstfehler basieren, sind diese Schritte gleichwertig zur korrekten Lösung zu bewerten und entsprechend zu bepunkten.

[4,0 P] Wachstumstabelle

- [1,0 P] Erfassung der Anzahl an Keimlingen bei den verschiedenen Konzentrationen
- je [1,0 P] pro Erfassung der durchschnittlichen Wuchshöhe bei den verschiedenen Konzentrationen an drei Tagen, max. [3,0 P]

Beispielhafte Beobachtungen (individuelle Abweichungen):

	Kontrolle	0,35 %ig	0,7 %ig	1,05 %ig	1,4 %ig
Anzahl Keimlinge	22	15	6	2	0
Ø Wuchshöhe Tag 3 [cm]	2	1,2	0,2	-	-
Ø Wuchshöhe Tag 5 [cm]	3	1,8	0,6	-	-
Ø Wuchshöhe Tag 7 [cm]	3,5	2	0,7	-	-

[5,0 P] Fotos von zwei Tagen

- je [0,5 P] pro Foto (angemessene Größe und Darstellung), max. [1,0 P]
- je [0,5 P] Beschriftung der Fotos (Tag xy), max. [1,0 P]
- [1,0 P] Beschriftung der Anzuchttopfchen
- [1,0 P] korrekte Versuchsdurchführung erkennbar
- [1,0 P] Wachstumsunterschied erkennbar

Fotos von zwei beispielhaften Tagen:



1b) Erkläre deine Beobachtungen zum Kresse-Wachstum in Salzwasser auf Ebene einer Zelle.

4,0 Punkte

[4,0 P] Erklärung

- [1,0 P] Stichwort Osmose
 - [0,5 P] Salzkonzentrationsunterschied innerhalb und außerhalb der Zelle
 - [0,5 P] Konzentrationsausgleich: Diffusion von Wasser durch die Zellmembran nach außen
 - [1,0 P] je höher die äußere Salzkonzentration, desto stärkerer Effekt
 - [1,0 P] Zellprozesse ohne Wasser gestört
- Im Versuch wurde sichtbar, dass die Kresse umso schlechter keimt und wächst, je höher die Salzkonzentration des Gießwassers war.
 - Auf Ebene einer Zelle lässt sich dies durch den Prozess der Osmose erklären.
 - Aufgrund des hohen Salzkonzentrationsunterschieds zwischen dem Zellinneren (sehr niedrig) und dem Zelläußeren/der Zellumgebung (sehr hoch) kommt es zu einem Konzentrationsausgleich durch Osmose, wodurch der Zelle Wasser entzogen wird.
 - Die Zellprozesse werden gestört und die Pflanze kann nicht wachsen. Je höher die Salzkonzentration der Umgebungslösung, desto größer ist dieser toxische Effekt für die Zelle.

1c) Informiere dich über die Wasserbilanz von Böden und die Begriffe Auswaschung und Verdunstung. Nenne und beschreibe drei Wege der Anreicherung von Salz im Oberboden. Die Versalzung der Böden ist aufgrund der Salztotoxicität ein globales Problem. Nenne und beschreibe drei Maßnahmen gegen die Bodenversalzung.

6,0 Punkte

[3,0 P] 3 Wege zur Salzanreicherung im Oberboden

- je [1,0 P] pro Weg der Anreicherung, max. [3,0 P]
- Verdunstung: Wenn mehr Wasser aus dem Boden verdunstet, als durch Niederschläge hineingelangt (negative Wasserbilanz), reichern sich Salze im Oberboden an. Durch den Kapillareffekt wird das noch verstärkt, da auch Salze aus tieferen Bodenschichten in den Oberboden gelangen.
 - Eintrag salzhaltigen Wassers (Natur): Vor allem in Küstenregionen gelangen Salze durch eindringendes Meerwasser und Gischt in den Oberboden. Salzhaltiger Staub kann durch Winde transportiert und durch Niederschläge gelöst werden. Salzhaltiges Gestein kann durch Niederschläge verwittern.
 - Bewässerung mit salzhaltigem Wasser (Menschen): Wenn Böden mit salzhaltigem Wasser bewässert werden, das nicht ausreichend versickert, reichern sich die Salze im Oberboden an.
 - Düngemittel (Menschen): Durch den Einsatz salzhaltiger Düngemittel gelangen Salze in den Oberboden.

[3,0 P] 3 Maßnahmen gegen die Bodenversalzung

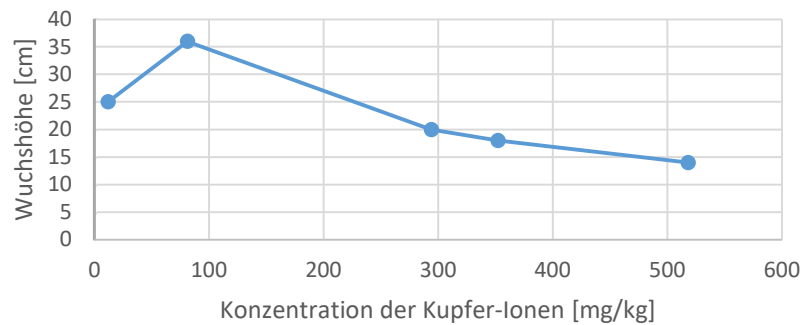
- je [1,0 P] pro Maßnahme, max. [3,0 P]
- Entsalzung durch positive Wasserbilanz: Durch erhöhte Bewässerung vergrößert sich der Effekt der Auswaschung und Salze werden beim Versickern in tiefere Bodenschichten abgeleitet.
 - Keine Staunässe: Da sich die Verdunstung bei gestautem Wasser erhöht, ist es wichtig, effizient zu bewässern. Beispiele: Tröpfchenbewässerung, Drainage
 - Bewässerung mit Regenwasser: Bewässert werden sollte mit möglichst salzarmem Wasser. Regenwasser bietet sich diesbezüglich an. Grundwasser hat demgegenüber einen höheren Salzgehalt.
 - Kein oder wenig Einsatz von salzhaltigen Düngemitteln: Umso weniger salzhaltige Düngemittel genutzt werden, desto weniger Salze gelangen künstlich in den Boden.
 - Vermeidung von Überschwemmungen durch Meerwasser: Durch Dämme, Schleusen und Wehre soll der Eintrag von Meerwasser in Küstenregionen und in Flüsse verringert bzw. verhindert werden.

1d) In Böden können auch Schwermetall-Salze ein Problem darstellen. In der Tabelle sind Ergebnisse einer Untersuchung des Pflanzenwachstums von Wasserspinaat bei verschiedenen Kupferkonzentrationen gezeigt (pH-Wert der Erde= 5-6, Zeit= 28 Tage). Stelle die Abhängigkeit der Wuchshöhe von der Kupfer-Ionen-Konzentration graphisch dar und erkläre die Wachstumsunterschiede.

7,0 Punkte

[4,0 P] Diagramm

- [1,0 P] Beschriftung der Achsen
- je [0,5 P] pro Datenpunkt, max. [2,5 P]
- [0,5 P] Datenpunkte mit Linie verbunden



[3,0 P] Erklärung

- [1,0 P] optimale Konzentration: Kupfersalze fördern das Pflanzenwachstum (Spurenelement)
 - [1,0 P] erhöhte Konzentrationen: Kupfersalze stören das Pflanzenwachstum, beeinträchtigen Zellprozesse
 - [1,0 P] Bezug zum Diagramm
- Kupfer-Ionen im Boden können positive wie auch negative Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum haben, wie die Untersuchung zum Wasserspinaat verdeutlicht.
 - Eine bestimmte Kupfer-Ionen-Konzentration fördert das Wachstum, denn Kupfer ist ein essenzielles Spurenelement für Pflanzen. Deshalb gibt es Düngemittel, die Kupfersalze enthalten.
 - Problematisch ist es nicht nur, wenn die Kupfer-Ionen-Konzentration zu niedrig ist, sondern auch wenn sie zu hoch wird. Die Kupfer-Ionen haben dann eine toxische Wirkung auf die Pflanzen. Sie hemmen und stören wichtige Zellprozesse. Im Diagramm ist gut zu erkennen, dass das Wachstum nach dem Optimum mit steigenden Kupferkonzentrationen immer weiter gehemmt wird.

1e) Bei hohen Schwermetallkonzentrationen im Boden können sogenannte Superpflanzen zum Einsatz kommen, z. B. Hallersche Schaumkresse. Erkläre den Zusammenhang zwischen dem Anbau von Hallerscher Schaumkresse und der Entgiftung von Böden. Beurteile die Toxizitätsproblematik der Entsorgung.

3,0 Punkte

[1,5 P] Erklärung

- [1,0 P] Aufnahme und Speicherung von Schwermetall-Ionen
- [0,5 P] Schwermetall-Dekontamination der Böden

Hallersche Schaumkresse gehört zu den Pflanzen, die in schwermetallhaltigen Böden wachsen und Schwermetall-Ionen (z. B. Blei und Cadmium) selbst aufnehmen sowie in den Blättern einlagern. Sie kann also gezielt angepflanzt werden, um Schwermetalle aus kontaminierten Böden zu entfernen und die Bodenqualität nachhaltig zu verbessern.

[1,5 P] Beurteilung

- [0,5 P] Entfernung kontaminierter Pflanzen aus der Natur
 - [0,5 P] Entsorgung als Sondermüll
 - [0,5 P] Rückgewinnung
- Die kontaminierten Pflanzen müssen unbedingt aus der Natur entfernt werden, da die Schwermetalle ansonsten beim Kompostieren wieder in die Umwelt zurückgelangen.
 - Es muss darauf geachtet werden, sie als Sondermüll zu entsorgen, um die hochkonzentrierten Schwermetalle speziell zu entfernen.
 - Ein nachhaltiger Ansatz besteht darin, die Schwermetalle aus der Pflanze zurückzugewinnen. So können wertvolle Ressourcen recycelt werden.

AUFGABE 2: Körpergift

(insgesamt 28 Punkte)

- 2a) Führe Experiment 2.1 durch. Notiere deine Beobachtungen und dokumentiere sie anhand eines beschrifteten Fotos.
Info: Karotten enthalten orangefarbenes Betacarotin, das sogenannte Provitamin A.

6,0 Punkte

[3,0 P] Beobachtungen

- [1,0 P] Beobachtung(en) zu Karottenraspeln in Wasser
- [1,0 P] Beobachtung(en) nach dem Auffüllen mit Öl (farblose Ölphase)
- [1,0 P] Beobachtung(en) nach dem Schütteln (gelb-orange Ölphase)

Beobachtungen:

1. Nach Schütteln des Karotten-Wasser-Gemisches: Raspeln verteilen sich im Wasser. Wasser trüb-orange. Schaumbildung an der Oberfläche (verschwindet nach kurzer Zeit wieder).
2. Nach dem Auffüllen mit Öl: Öl als obere Schicht. Farblos, aber bei genauem Hinsehen an der Grenzschicht zur Karotten-Wasser-Schicht orange (Grenz-)Färbung erkennbar.
3. Nach dem Schütteln und Setzenlassen: Das Öl hat sich wieder als obere Schicht abgesetzt, nun jedoch deutlich gelb-orange gefärbt.

[3,0 P] Foto

- [1,0 P] Foto (angemessene Größe und Darstellung)
- [1,0 P] korrekte Versuchsdurchführung erkennbar (Karottenraspeln in trüber wässriger Phase, orangefarbene Ölphase)
- [1,0 P] Beschriftung

Foto:



- 2b) Führe Experiment 2.2 durch. Notiere deine Beobachtungen und dokumentiere sie anhand eines beschrifteten Fotos.

5,0 Punkte

[2,0 P] Beobachtungen

- [1,0 P] Vitamin C in Wasser: klare Flüssigkeit
- [1,0 P] Vitamin C in Öl: Vitamin C-Pulver setzt sich ab

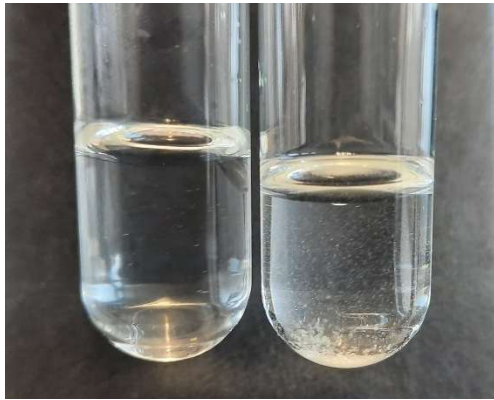
Beobachtungen:

- Nach Schütteln des Vitamin C-Wasser-Gemisches ist eine vollständig klare Flüssigkeit erkennbar.
- Nach Schütteln des Vitamin C-Öl-Gemisches ist das Vitamin C-Pulver erst feinverteilt im Öl und setzt sich nach und nach unten wieder ab.

[3,0 P] Foto

- [1,0 P] Foto (angemessene Größe und Darstellung)
- [1,0 P] korrekte Versuchsdurchführung erkennbar (Vitamin C in Wasser: Lösung, Vitamin C in Öl: Suspension)
- [1,0 P] Beschriftung

Foto:



links: Vitamin C in Wasser | rechts: Vitamin C in Öl

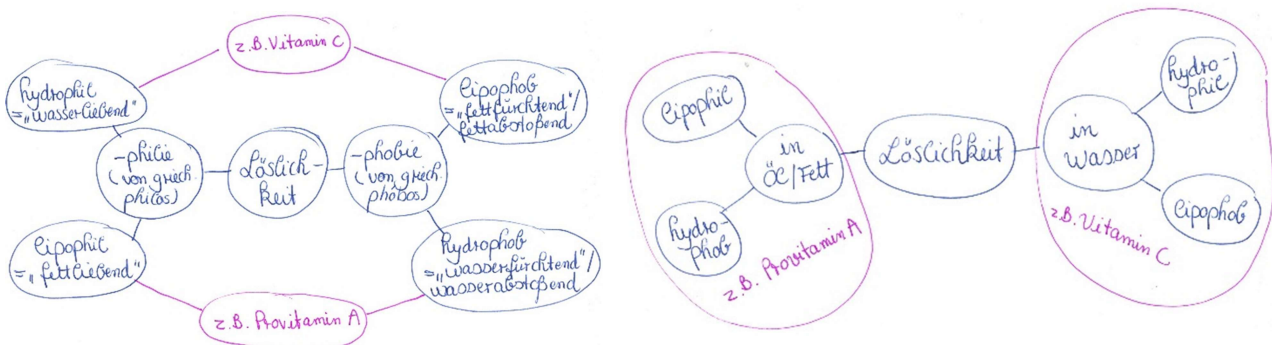
2c) Informiere dich über die Fachbegriffe hydrophil, hydrophob, lipophil sowie lipophob und stelle die Zusammenhänge zwischen diesen Begriffen schematisch dar. Ordne Provitamin A und Vitamin C sinnvoll in das Schema ein. Begründe deine Einordnung.

6,0 Punkte

[4,0 P] Schematische Darstellung

- je [0,5 P] pro übergeordneter Kategorie und sinnvoller Unterkategorien (z. B. Löslichkeit > Wasser/Öl oder -philie/-phobie), max. [1,0 P]
- je [0,5 P] pro korrekt dargestelltem Fachbegriff, max. [2,0 P]
- je [0,5 P] pro korrekt eingeordnetem Stoff (Provitamin A und Vitamin C), max. [1,0 P]

Mögliche Darstellungsvarianten:



Hinweis: Es sind verschiedene Schemata denkbar. Bezugnehmend auf die Lösungsmittel können Öl (/Fett) und Wasser einander gegenübergestellt. Oder es wird der Ansatz verfolgt, die Suffixe -philie und -phobie als sprachlich gegensätzliche Begriffskategorien darzustellen. Auch für eine alternative Darstellungsvariante, die alle Fachbegriffe und Stoffe korrekt abbildet, kann die volle Punktzahl gegeben werden.

[2,0 P] Begründung

- je [1,0 P] pro Stoff (Provitamin A und Vitamin C), max. [2,0 P]

Begründung (mit Bezug zu den Experimenten oder zu Rechercheergebnissen):

- Provitamin A ist lipophil und hydrophob, denn es löst sich im Experiment in der Ölschicht, die vorher farblos war und nach dem Schütteln gelb-orange.
- Vitamin C ist lipophob und hydrophil, denn es setzt sich im Experiment in der Ölschicht ab und löst sich vollständig in Wasser.

2d) Informiere dich über die Löslichkeit und Funktion von Vitamin D im Körper. Eine Überdosis Vitamin C ist für gesunde Menschen selten schädlich; eine Überdosis Vitamin D kann hingegen zu einer schwerwiegenden Vergiftung führen. Erkläre diesen Zusammenhang und gib zwei Quellen an (URL oder Buchtitel mit Seite).

4,0 Punkte

[4,0 P] Erklärung

- [1,0 P] Vitamin C wird über Urin ausgeschieden
 - [1,0 P] Vitamin D wird im Fettgewebe gespeichert
 - [1,0 P] Zusammenhang Vitamin D-Calcium/Hyperkalzämie
 - je [0,5 P] pro Quellenangabe, max. [1,0 P]
- Vitamin C löst sich in Wasser, nicht in Fett. Nimmt der Körper zu viel davon auf, kann es leicht über den Urin ausgeschieden werden.
 - Das ist bei Vitamin D anders. Es ist ein fettlösliches Vitamin und wird im Fettgewebe gespeichert.
 - Zu hohe Dosen an Vitamin D haben demnach einen langfristig toxischen Effekt. Vitamin D fördert die Aufnahme von Calcium und Phosphat, trägt also eigentlich zur Gesundheit der menschlichen Knochen bei. Doch wenn langfristig zu viel Vitamin D im Körper vorhanden ist, wird auch übermäßig Calcium freigesetzt. Die sogenannte „Hyperkalzämie“ kann zu diversen Beschwerden des Verdauungstraktes, Nierenschäden, Gefäßverkalkungen und Herzproblemen führen.

Beispielhafte Notation einer Quellenangabe: Interaktiv Biologie 7/8 Ausgabe N, S. 171.

2e) In Abbildung 1 ist in Rot die Menge an langlebigen, lipophilen Schadstoffen dargestellt, die im Gewebe der Lebewesen gespeichert sind. Ein Problem ist ihre Anreicherung bei zu hoher Aufnahme über einen längeren Zeitraum (vgl. Abb. 1a). Erkläre eine weitere Form der Anreicherung anhand Abb. 1b. Diskutiere die Aussage „Seefisch essen ist gesund.“ anhand von zwei Pro- und zwei Contra-Argumenten.

7,0 Punkte

[3,0 P] Erklärung

- [1,0 P] Aufnahme aus der kontaminierten Umwelt
 - [1,0 P] Anreicherung über mehrere trophische Ebenen
 - [1,0 P] steigende Konzentrationen entlang der Nahrungskette
- Kleinstlebewesen im Meer nehmen lipophile Schadstoffe aus der Umwelt auf, z. B. aus Industrieabfällen oder Pestiziden.
 - Kleine Fische fressen die Kleinstlebewesen, wodurch sich die Schadstoffe in ihrem Körper anreichern.
 - Größere Fische fressen viele kleinere Fische und die lipophilen Stoffe lagern sich wiederum in ihrem Körperfett ein.
 - Entlang der Nahrungskette erhöht sich die Schadstoffkonzentration aufgrund der steigenden Mengen an Beutetieren und angereicherten Schadstoffen über mehrere trophische Ebenen, weshalb die Spitze der Nahrungskette am stärksten belastet ist.

[4,0 P] Diskussion

- je [0,5 P] pro sinnvolles Pro-Argument, max. [1,0 P]
- je [0,5 P] pro sinnvolles Contra-Argument, max. [1,0 P]
- [2,0 P] eigene Abwägung der Argumente

Pro-Argumente:

- Seefisch ist eine hochwertige Proteinquelle.
- Seefisch enthält Omega-3-Fettsäuren, die zu einer gesunden Ernährung beitragen.
- Seefisch enthält wichtige Vitamine (z. B. D und B12) sowie Spurenelemente (z. B. Jod und Selen).

Contra-Argumente:

- Seefisch ist belastet mit Schwermetallen (z. B. Quecksilber) und Umweltgiften (z. B. Dioxine), die schwerwiegende Schäden im Körper verursachen können. Die Belastung ist umso höher, je länger die Fische leben (Abb. 1a) und je weiter oben sie in der Nahrungskette stehen (Abb. 1b).
- Seefisch ist belastet durch Mikroplastik, dessen gesundheitliche Langzeitfolgen noch nicht genau erforscht sind. Vermutlich hat Mikroplastik im menschlichen Organismus einen negativen Effekt auf den Hormonhaushalt.

(Mögliches) Fazit:

Seefisch ist eigentlich eine wertvolle Nahrungsquelle, doch ist aufgrund der Kontaminierung der Meere mit Schwermetallen, Umweltgiften und mehr und mehr Mikroplastik die Giftwirkung ebenjener über den Fisch aufgenommenen Stoffe auf den Körper nicht zu unterschätzen. Fischkonsum ist genau zu überdenken. Auch können sinnvolle Nahrungsalternativen in den Blick genommen werden.

AUFGABE 3: Giftpfeil

(insgesamt 26 Punkte)

3a) Führe Experiment 3 durch. Dokumentiere deinen Versuchsaufbau anhand eines Fotos.

3,0 Punkte

[3,0 P] Foto

- [1,0 P] Foto (angemessene Größe und Darstellung)
- [1,0 P] funktionale und akkurate Apparatur erkennbar
- [1,0 P] Zielobjekt erkennbar

Foto:

z. B.

oder



Hinweis: Beim Foto sind verschiedene Perspektiven möglich. Wichtig ist, dass ein funktionaler Katapultaufbau (u. a. justierbarer Hebel) sowie ein Zielobjekt abgebildet sind. Man sollte erkennen können, dass das Experiment korrekt durchgeführt wird.

3b) Nenne drei Parameter bei der Einstellung des selbstgebauten Katapultes, die den Flug der Kugel beeinflussen. Beschreibe deine beiden Einstellungen, mit denen du das Ziel getroffen hast. Leite aus den drei benannten Parametern beim Katapult die entsprechenden drei Parameter beim Bogenschuss ab.

6,0 Punkte

[1,5 P] 3 Parameter beim Katapult

- je [0,5 P] pro Parameter, max. [1,5 P]

- Abschusswinkel
- Länge des Wurfarms/Hebellänge
- Auslenkung des Wurfarms
- Spannung der Gummibänder

[3,0 P] 2 eigene Katapult-Einstellungen

- je [0,5 P] pro angegebenem Parameter, max. [3,0 P]

- z. B. Winkel 45°, Hebellänge 9 cm, mittlere Auslenkung
- z. B. Winkel 55°, Hebellänge 10,5 cm, volle Auslenkung

[1,5 P] Übertragung auf 3 Parameter beim Bogen

- je [0,5 P] pro Parameter, max. [1,5 P]

- Abschusswinkel $\triangleq$ Abschusswinkel
- Länge des Wurfarms/Hebellänge $\triangleq$ Größe des Bogens
- Auslenkung des Wurfarms $\triangleq$ Auslenkung der Bogensehne
- Spannung der Gummibänder $\triangleq$ Spannung der Bogensehne, Flexibilität des Bogens

- 3c) Tracke die Flugbahn, indem du in deinem Video Screenshots von mindestens zehn Positionen des Geschosses erstellst und diese grafisch übereinanderlegst. Verbinde die Punkte zu einer Flugbahn. Füge zur Flugbahn ein Koordinatensystem mit der Strecke s auf der x-Achse und der Höhe h auf der y-Achse in deine Lösungen ein.

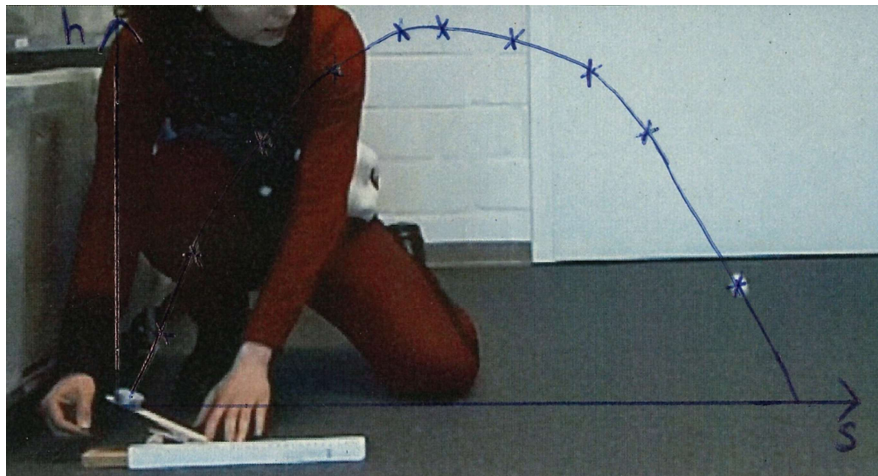
8,0 Punkte

[8,0 P] Flugbahn

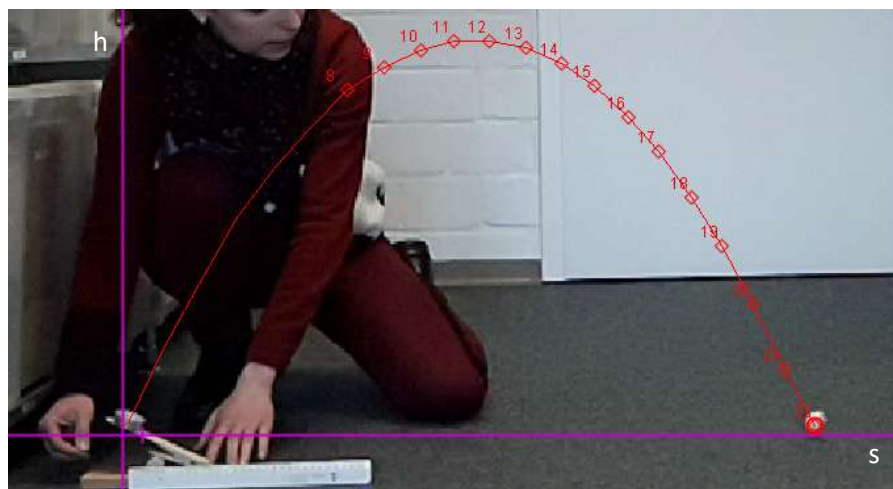
- [1,0 P] Grafik (angemessene Größe und Darstellung)
- [1,0 P] beschriftetes Koordinatensystem
- je [0,5 P] pro getracktem Punkt, max. [5,0 P]
- [1,0 P] Flugbahn

Flugbahn (Beispiele):

- Einzelne Punktaufnahmen aus Video, per Hand gezeichnete Kurve und Koordinatensystem



- Track des Kugelgeschosses mit Tracker-Software



Hinweis: Die Aufgabe gibt keine Bearbeitung mit einer bestimmten Methode vor. Aus dem aufgenommenen Video können einzelne Punkte des Kugelgeschosses als Screenshots aufgenommen, grafisch übereinandergelegt und zur Flugbahn verbunden werden. Die Punkte können auch im Koordinatensystem verortet und zusammengetragen werden. Da in der Aufgabe jedoch keine konkreten Achsen-Skalierungen vorliegen, ist diese Vorgehensweise sehr individuell. Es können digitale Tools genutzt oder von Hand gezeichnet werden, beispielsweise unter Nutzung von Pauspapier oder Kopierfolien. Die Aufgabe kann alternativ mit der Tracker-Software bearbeitet und ein Foto bzw. Screenshot in die Lösung eingefügt werden. Die Varianten werden gleich bepunktet (s. o.).

3d) Im Diagramm ist der Betrag der Gesamtgeschwindigkeit v des Kugelgeschosses gegen die Zeit t dargestellt. Beschreibe und erkläre den Kurvenverlauf.

6,0 Punkte

[3,0 P] Beschreibung

- [0,5 P] steiler Anstieg von null auf ein Maximum (qualitativ)
 - [0,5 P] Abfall und Wiederanstieg (qualitativ)
 - [0,5 P] zweites Maximum unterhalb des ersten (qualitativ)
 - [0,5 P] steiler Abfall vom zweiten Maximum auf null (qualitativ)
 - [1,0 P] Nennung von konkreten Werten (quantitativ)
- Die Kurve steigt zunächst steil von null auf ein Maximum. (Vom Zeitpunkt $t = 0$ s auf $t = 0,08$ s bei einer Maximalgeschwindigkeit von 2,9 m/s)
 - Die Kurve fällt dann ab auf ein Minimum (bei $t = 0,4$ s und $v(t) = 1,4$ m/s) und steigt wieder an auf ein zweites Maximum (bei $t = 0,65$ s und $v(t) = 2,6$ m/s).
 - Das zweite Maximum liegt unterhalb des ersten.
 - Die Kurve fällt dann steil vom zweiten Maximum auf null (bei $t = 0,7$ s).

[3,0 P] Erklärung

- [0,5 P] Abfeuern des Geschosses: steiler Anstieg und maximale Geschwindigkeit
 - [0,5 P] Erdanziehung führt zur Erniedrigung der Geschwindigkeit
 - [0,5 P] Minimum ungleich null, da nach vorne gerichteter Schuss
 - [0,5 P] Erdanziehung führt zur Erhöhung der Geschwindigkeit
 - [0,5 P] niedrigeres zweites Maximum durch Luftwiderstand
 - [0,5 P] Aufprall des Geschosses: steiler Abfall auf null
- Die Gesamtgeschwindigkeit nimmt zu Beginn rasant zu, da das Kugelgeschoss vom Katapult abgefeuert wird. Es erreicht hier seine maximale Geschwindigkeit.
 - In der Folge verringert sich die Gesamtgeschwindigkeit durch die Erdanziehung (Gravitationskraft), die auf das Kugelgeschoss wirkt.
 - Am höchsten Punkt der Flugbahn ist die Gesamtgeschwindigkeit minimal. Sie ist nicht null, denn das Kugelgeschoss wird nach vorne abgeschossen.
 - Im Sinkflug des Geschosses erhöht sich die Gesamtgeschwindigkeit wieder, weil die Erdanziehung gleichgerichtet ist. Insgesamt bremst der Luftwiderstand das Geschoss ab, insbesondere aufgrund der hohen Oberfläche der Kugelform. Die Gesamtgeschwindigkeit erreicht deshalb nicht wieder das Anfangsmaximum.
 - Mit dem Aufprall des Kugelgeschosses auf den Boden erniedrigt sich die Gesamtgeschwindigkeit abrupt und fällt auf null ab.

Hinweis: Gegebenenfalls argumentieren fortgeschrittene Schülerinnen und Schüler mit den Einzelkomponenten der Geschwindigkeit. Dies kann die geforderte Erklärung ergänzen, wird aber nicht mit Extrapunkten bewertet:

- Die Gesamtgeschwindigkeit ergibt sich aus der horizontalen und vertikalen Komponente. Die horizontale Komponente der Geschwindigkeit bleibt annähernd konstant, verringert sich aufgrund des Luftwiderstandes der Kugel geringfügig. Durch den Einfluss der Erdanziehung (Gravitationskraft) verändert sich die vertikale Komponente der Geschwindigkeit.

3e) Im 1917 erschienenen Kriminalroman „Der Fall Deruga“ von Ricarda Huch wird der Arzt Sigismondo Enea Deruga beschuldigt, seine geschiedene, todkranke Frau mit dem Gift Curare wie in Abbildung 3 abgebildet getötet zu haben. Erkläre aus naturwissenschaftlicher Sicht den Fehler in diesem Kriminalfall.

3,0 Punkte

[3,0 P] Erklärung des Fehlers im Kriminalfall

- [1,0 P] Fehler: Getränk als Art der Verabreichung
- [1,0 P] Curare muss in den Blutkreislauf gelangen, um toxisch zu wirken
- [1,0 P] orale Aufnahme von Curare: keine Aufnahme über den Verdauungstrakt

Der Fehler liegt in der Art der Verabreichung des Giftes. Der Arzt Deruga hätte durch den Zusatz von Curare zur Limonade keinen Mord begehen können. Curare ist ein Pfeilgift, das nur toxisch wirken kann, wenn es direkt in den Blutkreislauf gelangt, beispielsweise über eine Injektion. Wird Curare in Getränke gemischt und geschluckt, wird es nicht über den Verdauungstrakt aufgenommen und gelangt somit auch nicht in den Blutkreislauf (sofern die Person keine inneren Verletzungen im Verdauungstrakt hat). Das zeigt sich auch daran, dass man mit dem Pfeilgift Curare erlegte Beute ohne Gefahr verspeisen kann.

AUFGABE 4: Noch Fragen offen?

(insgesamt 4 Punkte)

- 4) Du hast jetzt alle Experimente durchgeführt. Welche Fragen sind dir beim Experimentieren „über den Weg gelaufen“ oder was würdest du gerne noch genauer wissen und untersuchen? Formuliere genau zwei Forschungsfragen zum Projekt Vorsicht giftig.

4,0 Punkte

[2,0 P] je angemessen formulierter Forschungsfrage, max. [4,0 P]

Hinweis: Es werden ausschließlich die beiden erstgenannten Forschungsfragen gewertet.

Einige Beispiele für Forschungsfragen:

Aufgabe 1:

- Wie wachsen andere Pflanzen in den gleichen Salzwasserkonzentrationen? / Welche Salzkonzentrationen beeinflussen das Wachstum anderer Pflanzen?
- Welchen Einfluss hat Salzwasser auf ausgewachsene Kresse?
- Wie wächst Kresse in verschiedenen Konzentrationen von xy (Essig, Reinigungsmittel, Spülmittel, Waschmittel, Weichspüler...)?
- Wie wächst Kresse in verschiedenen Konzentrationen von Dünger? / Welche ist die ideale Menge an Dünger? / Wie unterscheidet sich die ideale Menge an Dünger bei verschiedenen Pflanzen?

Aufgabe 2:

- Verändert die Menge an gelösten Karottenraspeln die Farbintensität?
- Kann ich so viel Vitamin C in Wasser geben, dass es sich nicht mehr vollständig löst?
- Wie lösen sich andere Vitamine in Wasser und Öl?
- Wie kann die Zubereitung bestimmter Gemüsearten in der Küche bestmöglich auf die Löslichkeit der enthaltenen Vitamine abgestimmt werden?

Aufgabe 3:

- Welche Ergebnisse erziele ich bei Experiment 3 mit anderen Flugobjekten?
- Wie unterscheiden sich die Geschwindigkeits-Zeit-Diagramme verschiedener Flugobjekte?
- Welche Ergebnisse würde ich erzielen, wenn ich Experiment 3 im Vakuum durchführen könnte?
- Wie sieht das perfekte Katapult aus?
- Wie sieht das perfekte Geschoss aus?
- Mit welcher Katapulteinstellung und welchem Geschoss kann ich am weitesten schießen?