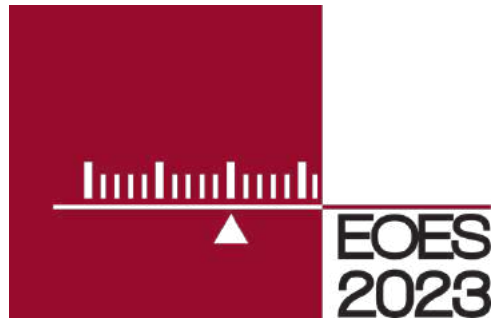


European Olympiad of Experimental Science



Jahresbericht 2022/23

Dr. Christina Morgenstern

RECC Fachdidaktikzentrum für Naturwissenschaften der Pädagogischen Hochschule Kärnten

Vom

 **Bundesministerium**
Bildung, Wissenschaft
und Forschung

gefördert

Klagenfurt, 09. Mai 2023



European Olympiad of Experimental Science (EOES)

Die EOES ist ein naturwissenschaftlicher Teamwettbewerb der Europäischen Union für Biologie, Chemie und Physik. Österreich war 2023 zum schon vierzehnten Mal mit zwei Teams bei der EOES, die heuer in Riga, Lettland, stattfand, vertreten.

Das Credo der EOES

- Begabten Schüler:innen die Möglichkeit geben, ihre Talente zu entfalten.
- Das Interesse an Wissenschaft und des forschenden Lernens zu wecken bzw. zu fördern.
- Durch die Eindrücke und Erfahrungen der EOES auf eine mögliche Teilnahme an weiteren Internationalen Olympiaden vorzubereiten.

Ziele des Wettbewerbs

- Das öffentliche Interesse auf die naturwissenschaftliche Ausbildung lenken.
- Die Ermittlung der besten Schüler:innen der Europäischen Union im naturwissenschaftlichen Bereich.
- Wertschätzung der Wissenschaft in der Allgemeinheit.
- Intensivierung der Zusammenarbeit zwischen europäischen Bildungssystemen.
- Individuelle Ideen und Konzepte innerhalb der gesamten Europäischen Union zu verbreiten.
- Die Vorbereitung europäischer Schüler:innen auf die Internationalen Facholympiaden

Mehr dazu unter: www.eoes.science und www.eoes.at

Inhalt

1.	Vorbereitungswoche an der BIKO mach MINT.....	4
2.	Trainingstage an der BIKO mach MINT in Klagenfurt.....	5
3.	EOES 2023 in Lettland	5
4.	Team AUSTRIA 2023	5
5.	Einmal Silber, einmal Bronze in Riga!	7
6.	Unterstützung durch.....	9
7.	Anhang – Aufgabenstellungen 2023	10

1. Vorbereitungswoche an der BIKO mach MINT

36 Schüler:innen aus sechs Bundesländern, wurden, organisiert vom Regionalen Netzwerk Kärnten, vom 30.01. bis 03.02.2023 an der Bildungskoooperation BIKO mach MINT am Educational Lab des Lakeside Parks Klagenfurt auf den Teamwettbewerb in Lettland vorbereitet.

Insgesamt beteiligte Schüler:innen im Auswahlverfahren

Abermann	Mia	BG/BRG Gmunden
Bachinger	Carla	Sir Karl Popper Schule
Delliehausen	Severjan	BG/BRG St. Martin
Feitl	Constantin	GRG 13
Gallob	Niklas	BG/BRG St. Martin
Gasteiner	Maximilian	G/RG Sachsenbrunn
Giulini	Donata	Sir Karl Popper Schule
Heisenberg	Filipa	Sir Karl Popper Schule
Jahn	Karoline	Sir Karl Popper Schule
Kazazic	Kei	Sir Karl Popper Schule
Kelemen	Raphael	Ingeborg Bachmann Gymnasium
Koschier	Elias	ERG-Donaustadt
Köttl	Clara	Wiedner Gymnasium
Ladurner	Anne	Peraugymnasium Villach
Lazian	Manuel	BG/BRG Leibnitz
Lechner	Philipp	Sir Karl Popper Schule
Löw	Valentin	Modellschule Graz
Maksimovic	Katarina	Sir Karl Popper Schule
Michenthaler	Samuel	BG/BRG St. Martin
Müller	Katrin	Bischöfliches Gymnasium Graz
Novak	Leon	BRG 18 Schopenhauerstraße
Novak	Silvio	BRG 18 Schopenhauerstraße
Orluc	Victor	Sir Karl Popper Schule
Ortner	Paul	Peraugymnasium Villach
Pesendorfer	Timon	Peraugymnasium Villach
Petsche	Benedikt	Sir Karl Popper Schule
Prettenthaler	Johannes	Bischöfliches Gymnasium Graz
Rath	Péter	BG/BRG Leibnitz
Ruisinger	Jonas	ERG-Donaustadt
Shi	William	Sir Karl Popper Schule
Stubinger	Livia	Peraugymnasium Villach
Szinovatz	Elias	Sir Karl Popper Schule
Tonner	Benjamin	Gymnasium Zell am See
Walia	Ishita	BG/BRG St. Martin
Weber	Hannah	Peraugymnasium Villach
Zahariev	Mihail	Sir Karl Popper Schule

2. Trainingstage an der BIKO mach MINT in Klagenfurt

Sechs Jugendliche schafften es in die Qualifikation und somit zum Intensivtraining, das heuer wieder in Kooperation mit dem deutschen EOES-Nationalteam (unter der Leitung von Dr. Burkhard Schröter vom IPN Kiel) ebenfalls am Lakeside Park in Klagenfurt stattfand (27. – 31. März 2023). Diese Trainingstage mit den deutschen EOES Kandidat:innen sind inzwischen zur Tradition geworden und werden von der Teamleitung beider Länder als äußerst produktiv gewertet.

Insgesamt beteiligte Trainer:innen in Klagenfurt

Trainer:in	Stamminstitution
Mag. Brachtl Karl	RN Kärnten
Mag. Holub Peter	RN Kärnten
Dr. Morgenstern Christina	PH Kärnten, Bundeslehrerin
Mag. Winkler Dieter	Bischöfliches Gymnasium Graz, Bundeslehrer
Hohl Elias	Student an der ETH Zürich und ehem. Teilnehmer
Lassnig Christina	Studentin an der LMU München und ehem. Teilnehmerin
Klaus Elisabeth	Studentin an der Medizinischen Universität Graz und ehem. Teilnehmerin

3. EOES 2023 in Lettland

Die Organisation in Lettland war im Großen und Ganzen gut vorbereitet. Das Freizeitprogramm war mit Exkursionen in den umliegenden Nationalpark und die Stadt Riga spannend, die Aufgabenstellungen fordernd, Fächer-übergreifend und gut vorbereitet.

4. Team AUSTRIA 2023

Delegationsleitung: Dr. Christina Morgenstern

Mentorin Biologie: Christina Lassnig

Mentor Chemie: Elisabeth Klaus

Mentor Physik: Elias Hohl

Team A: Philipp Lechner, Timon Pesendorfer, Clara Köttl: *Silbermedaille*

Team B: Mia Abermann, Donata Giuliani, Anne Ladurner: *Bronzemedaille*



Österreich Team A,

von links nach rechts: Clara Köttl – Wiedner Gymnasium, Philipp Lechner – Sir Karl Popper Schule,
Timon Pesendorfer – Peraugymnasium (Fotokennung: RSU)



Österreich Team B

von links nach rechts: Anne Ladurner – Peraugymnasium, Donata Giuliani – Sir Karl Popper Schule,
Mia Abermann – BG/BRG Gmunden

5. Einmal Silber, einmal Bronze in Riga!

Anlässlich der diesjährigen Europäischen Science Olympiade in Lettland kann sich Österreich sehr gut präsentieren. Team A verpasste eine Goldmedaille mit zwei Punkten nur knapp.

Gold und Silber Medaillenränge EOES 2023

	ID	T1	T2	FINAL MARKS	MEDAL
1	Germany_A	113.5	166	279.5	GOLD
2	Hungary_A	111.5	154.5	266	GOLD
3	Luxembourg_A	117.5	146.5	264	GOLD
4	Germany_B	113	141	254	GOLD
5	Czech Republic_	116.5	134.5	251	GOLD
6	Estonia_A	102	148.5	250.5	GOLD
7	Estonia_B	105	144.5	249.5	SILVER
8	Slovenia_A	104.5	145	249.5	SILVER
9	Hungary_B	95.5	153.5	249	SILVER
10	Austria_A	107.5	141	248.5	SILVER
11	Czech Republic_	97.5	148	245.5	SILVER
12	Croatia_A	108	133	241	SILVER
13	Belgium_A	98	139	237	SILVER
14	The Netherlands_	110	124	234	SILVER
15	Belgium_B	113	117	230	SILVER
16	Lithuania_A	101.5	128.5	230	SILVER
17	Slovenia_B	100	129.5	229.5	SILVER
18	Bulgaria_B	103	124.5	227.5	SILVER
19	Latvia_B	110	116.5	226.5	SILVER
20	Lithuania_B	100	123	223	SILVER
21	The Netherlands_	105	117	222	SILVER

Die österreichische Delegation in Riga 2023



Von links nach rechts: Dr. Christina Morgenstern - RECC für Naturwissenschaften der Pädagogischen Hochschule Kärnten, Elisabeth Klaus - Mentorin Chemie, Elias Hohl – Mentor Physik, Christina Lassnig – Mentorin Biologie, Mia Abermann – BG/BRG Gmunden, Anne Ladurner – Peraugymnasium, Donata Giuliani – Sir Karl Popper Schule, Timon Pesendorfer – Peraugymnasium, Philipp Lechner – Sir Karl Popper Schule, Clara Köttl – Wiedner Gymnasium

Sowohl die Trainingswoche im Jänner/Februar als auch die Trainingstage mit den deutschen Nationalteams im März wurden vom Regionalen Netzwerk für Naturwissenschaften und Mathematik Kärnten koordiniert und fanden in den Experimentierräumen der Bildungskoooperation BIKO mach MINT am Educational Lab, Lakeside Park Klagenfurt statt. Zwei der sechs Goldmedaillen entsprangen dieser Trainingsgemeinschaft, in der als Trainer:innen auch Christina Lassnig, Elisabeth Klaus und Elias Hohl ehemalige EOES-TeilnehmerInnen und Studierende, einen wesentlichen Teil zum Erfolg geleistet haben.

6. Unterstützung durch

Land Kärnten



Klagenfurt am Wörthersee



Industriellenvereinigung Kärnten



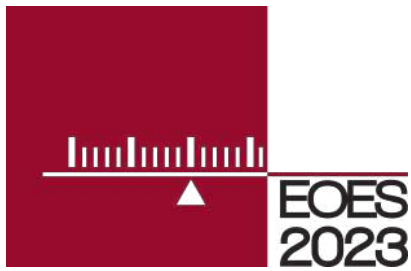
Regionales Netzwerk für
Naturwissenschaften und Mathematik Kärnten



IMST- Innovationen machen Schulen Top



7. Anhang – Aufgabenstellungen 2023



Aufgabe 1

Aufgabenblätter

Gesang und Tanz mit den Augen der Wissenschaft

EOES2023, 01.05.2023



Einführung in die Aufgabe:

Das lettische Gesangs- und Tanzfestival ist eine der größten Amateur-Chor- und Tanzveranstaltungen der Welt und ein wichtiges lettisches Kultur- und Gesellschaftsevent. Das "All-Latvian Song Festival" findet seit 1873 in der Regel alle fünf Jahre statt und wurde 1948 um das "Latvian Dance Festival" erweitert. Insgesamt nehmen etwa 40.000 Künstler an der Veranstaltung teil. Als eines der baltischen "Liederfestivals" steht es seit 2008 auch auf der UNESCO-Liste der Meisterwerke des mündlichen und immateriellen Erbes der Menschheit. Seit 1960 wird im Fünfjahresrhythmus ein eigenes lettisches Jugendgesangs- und -tanzfestival in entsprechendem Umfang veranstaltet.

Im Juli 2023 wird das 27. lettische Lieder- und Tanzfestival stattfinden.

In dieser Aufgabe werdet ihr untersuchen, wie der menschliche Körper tanzen und singen kann. Für einige Experimente müsst ihr Ressourcen teilen - entweder Proben oder Personen.

Hier sind die ungefähren Zeiten, die ihr für jedes Problem benötigt.

Aufgabe 1 - Biochemische Eigenschaften des Muskels - 1,5 Stunden

Aufgabe 2 - Quantifizierung von Myoglobin - 1,5 Stunden

Problem 3 - Verbrennung der Kalorien - 1,5 Stunden

Aufgabe 4 - Phonetik - 30 Minuten

Aufgabe 5 - Vokal Simulation - 3 Stunden

Chemie des Tanzens

Problem 1 - Biochemische Eigenschaften der Muskeln

Materialien und Ausrüstung

- Drei Proben mit Muskelgewebe (in Petrischalen auf Eis), beschriftet mit "A", "B" und "C". Wird auf eure Anfrage hin zur Verfügung gestellt.
- Tropfflasche mit H_2O_2
- Mörser und Pistil
- 6 leere Eppis (Zentrifugenröhrchen), 2 ml
- Marker zum Beschriften der Röhrchen (auch für Aufgabe 2)
- 20 ml Aufschlusspuffer ("Grinding Buffer") im Eisbehälter in einem 50-ml-Zentrifugenröhrchen mit der Aufschrift "GRINDING BUFFER" (schwarze Markierung)
- Plastikspatel (aus einer Pipette) zum Transferieren des zerstoßenen Muskels
- NAD^+ -Lösung im Eisbehälter mit der Aufschrift "NAD" (rote Markierung)
- 6 Reagenzgläser im Gestell
- 3 farblich abgestufte Plastikpipetten für NAD, Aufschlusspuffer und Reaktionspuffer mit entsprechenden Farben
- 3 Mikropipetten (P10, P100, P1000), auch für Aufgabe 2
- Spitzen für Mikropipetten (auch für Aufgabe 2)
- Destilliertes Wasser in einer Spritzflasche
- Abfallbehälter
- Papiertaschentücher
- Enzym-Reaktionspuffer, in einem 50 ml-Zentrifugengefäß mit der Aufschrift "REACTION BUFFER" (gelbe Markierung). Er wird euch vom Laborassistenten zusammen mit den Proben A1, B1 und C1 ausgehändigt, bevor ihr mit 1.4.3 fortfahrt.

Die Röhrchen A1, B1 und C1 werden auch in Aufgabe 2 verwendet!

Einführung

Für die Bewegung der verschiedenen Körperteile brauchen wir Muskeln. Dieses Problem befasst sich mit dem Energiehaushalt und der Biochemie der Muskeln.

Die menschlichen Muskeln werden in quergestreifte Skelettmuskeln, glatte Muskeln und Herzmuskeln unterteilt. Die quergestreiften Skelettmuskeln können nach Faserotypen in zwei Arten unterteilt werden - rote Muskeln und weiße Muskeln. Wie der Name schon sagt, ist die Farbe der Muskelfasern unterschiedlich. Das liegt an den Unterschieden im Muskelstoffwechsel: Rote Muskeln sind durch das sauerstoffbindende Protein Myoglobin gefärbt, diese Muskeln produzieren Energie hauptsächlich aerob (unter Verwendung von Sauerstoff). Rote Muskeln werden über das Blut mit Nährstoffen versorgt und können lange arbeiten. Weiße Muskeln hingegen produzieren Energie vor allem anaerob (ohne Sauerstoff), können also schneller Energie erzeugen, die Endprodukte des Stoffwechsels reichern sich

aber im Muskel an und tragen zur schnelleren Muskelermüdung bei. Weiße Muskeln verwenden normalerweise Reservestoffe aus dem Muskel selbst zur Energiegewinnung. Viele Muskeln haben gemischte Fasern - mit roten und weißen Muskeleigenschaften.

Hier werden wir rote und weiße Muskeln mit Proben von Hühnermuskeln simulieren. Die Proben stammen aus Hühnerbrust, Schenkel und Muskelmagen.

Aufgabe 1.1 . Beschreibung der Proben

1.1. Betrachtet die vorliegenden Proben und ordnet die richtigen Begriffe anhand der Kleinbuchstaben den entsprechenden Kästchen auf dem Antwortbogen zu, so dass der folgende Satz richtig ist. (2 p)

Obwohl es sich bei [1] nicht um einen quergestreiften Muskel handelt, ist er metabolisch den [2]-Muskelfasern sehr ähnlich, was sich auch aus seinem hohen Myoglobingehalt ableiten lässt.

Auswahlmöglichkeiten für [1]

- a) Brust
- b) Oberschenkel
- c) Muskelmagen

Auswahlmöglichkeiten für [2]

- a) roten
- b) weißen

Aufgabe 1.2. Stoffwechsel des Muskels

Schaut euch die vereinfachten Schemata des Stoffwechsels für rote und weiße Muskelfasern an:

1.2.1. Schreibt auf dem ANTWORTBLATT "W" für das Schema, das dem Stoffwechsel der weißen Muskelfasern entspricht und "R" für die roten. (2p)

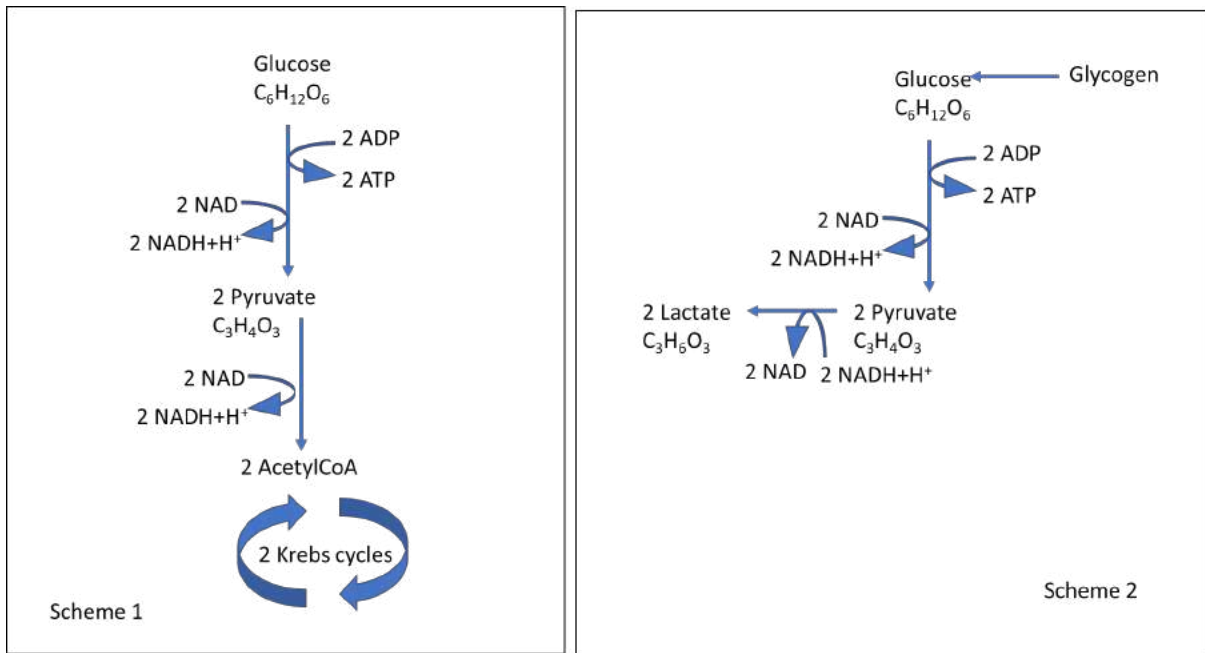


Abbildung 1.2.1. Vereinfachte Schemata des *Muskelstoffwechsels*

Der menschliche Energiestoffwechsel ist auf die Erzeugung von Energie - ATP - ausgerichtet. ATP kann auf zwei Arten erzeugt werden - direkt, indem bei biochemischen Reaktionen eine Phosphatgruppe auf ADP übertragen wird, oder indirekt. Bei der indirekten Energieerzeugung werden zunächst reduzierte Cofaktoren - NADH+H⁺ und FADH₂ - hergestellt. Die Energie dieser Cofaktoren wird später in den Mitochondrien in ATP umgewandelt, und zwar in der Elektronentransportkette, in der die Elektronen mehrere Proteinkomplexe durchlaufen und von Sauerstoff aufgenommen werden. Während der Reise durch diese Proteinkomplexe werden die Protonen durch die Mitochondrienmembran transportiert. Der Protonengradient sorgt für Energie zur ATP-Bildung. Jeder Cofaktor (NADH⁺ + H⁺ + FADH₂) gibt zwei Elektronen ab. Siehe das Schema unten.

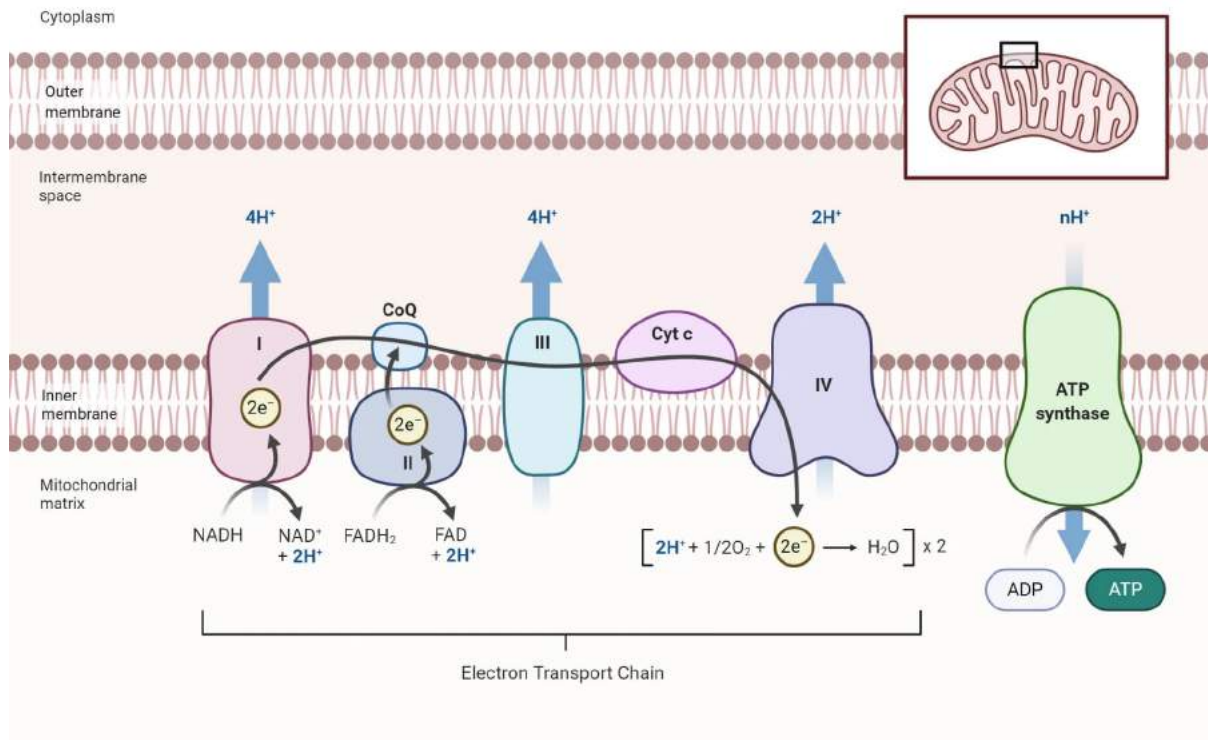


Abbildung 1.2.2. Elektronentransportschema in den Mitochondrien

1.2.2. Berechnet anhand der Angaben in der Aufgabe, wie viele ATP-Moleküle aus einem Glucosemolekül in jedem Muskelfasertyp hergestellt werden können und wie viele Sauerstoffmoleküle dabei verbraucht werden. Schreibt die Zahlen in den Antwortbogen. (4 p)

Verwendet bei euren Berechnungen die folgenden Daten: 1 Krebszyklus ergibt 1 ATP, 3 NADH+H⁺ und 1 FADH₂. In Gegenwart von Sauerstoff werden NADH+H⁺ und FADH₂ in der Elektronentransportkette in ATP-Energie umgewandelt, 1 NADH+H⁺ entspricht 2,5 ATP und 1 FADH₂ 1,5 ATP.

Gebt jeweils die richtige Anzahl an.

Stoffwechselreaktionen aus Schema 1 produzieren _____ ATP-Moleküle aus 1 Glucosemolekül.

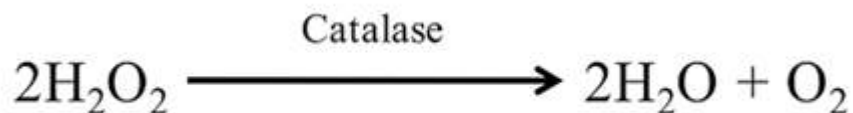
Stoffwechselreaktionen aus Schema 2 produzieren _____ ATP-Moleküle aus 1 Glucosemolekül.

Anzahl der Sauerstoffmoleküle, die benötigt werden, um die in Schema 1 errechnete ATP-Menge zu produzieren _____

Anzahl der Sauerstoffmoleküle, die benötigt werden, um die in Schema 2 errechnete ATP-Menge zu produzieren _____

Aufgabe 1.3. Katalase-Reaktion

Sauerstoff ist zwar ein nützliches Molekül als Elektronenakzeptor in den Mitochondrien, aber manchmal kommt es zu Fehlern beim Elektronentransport innerhalb von Proteinkomplexen, und es bilden sich hochreaktive Sauerstoffspezies wie O_2^- und H_2O_2 . Um diese Moleküle zu beseitigen, verfügen unsere Zellen über antioxidative Enzyme. Eines dieser Enzyme ist die Katalase. Katalase ist eines der aktivsten Enzyme im menschlichen Körper. Ein Molekül Katalase kann den Abbau von etwa 4×10^7 Molekülen H_2O_2 pro Sekunde katalysieren!



Nehmt die drei Muskelproben, die ihr auf eurem Tisch habt, und gebt einen Tropfen H_2O_2 auf jede Probe.

Beobachtet die Proben.

1.3.1. In einigen Proben sollten sich Blasen bilden. Wählt die richtige Ursache für die Blasenbildung (1p)

- a) Eine sehr aktive Reaktion erwärmt den Muskel, während welcher die Luft, die in den Muskelfasern eingeschlossen ist, entweicht.
- b) Unter Zufuhr von O_2 beginnen die Mitochondrien, zusätzliches CO_2 zu produzieren.
- c) Der durch die Wirkung der Katalase erzeugte Sauerstoff verlässt die Reaktion in Form von Gas.
- d) Wasserstoffperoxid ist instabil gegenüber Licht.

1.3.2. Ordnet eure Proben nach ihrer Katalaseaktivität, beginnend mit der aktivsten. (3 p)

1.3.3. Welche der Aussagen erklärt die beobachteten Unterschiede in der Katalaseaktivität? (1 p)

- a) Je mehr Sauerstoff vom Muskel verbraucht wird, desto mehr H_2O_2 wird produziert.
- b) Je mehr Sauerstoff vom Muskel verbraucht wird, desto weniger H_2O_2 wird produziert.
- c) Muskeln, die näher an der Lunge liegen, haben eine höhere Katalaseaktivität.
- d) Je größer der Muskel, desto höher die Katalaseaktivität.
- e) Myoglobin ist die Quelle von H_2O_2 .

Aufgabe 1.4. Lactatdehydrogenase-Aktivität

Lactatdehydrogenase ist ein Enzym, das die Umwandlung von Pyruvat in Lactat oder *umgekehrt* katalysiert. Die Richtung der Reaktion hängt von der verfügbaren Konzentration von Molekülen ab.

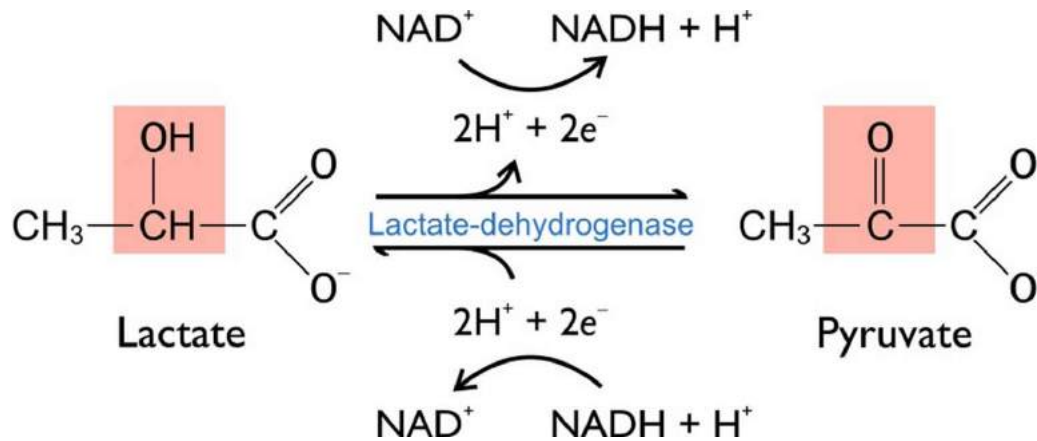


Abbildung 1.4.1. Vom Enzym Lactatdehydrogenase durchgeführte Reaktion

Um die Aktivität des Enzyms in dieser Laborarbeit sichtbar zu machen, werden wir einen Farbstoff verwenden, der seine Farbe von gelb nach lila ändert, wenn er reduziert wird.

1.4.1. Vervollständigt das Reaktionsschema, indem ihr die richtigen Reaktanten in den Antwortbogen eintragt. (2p)

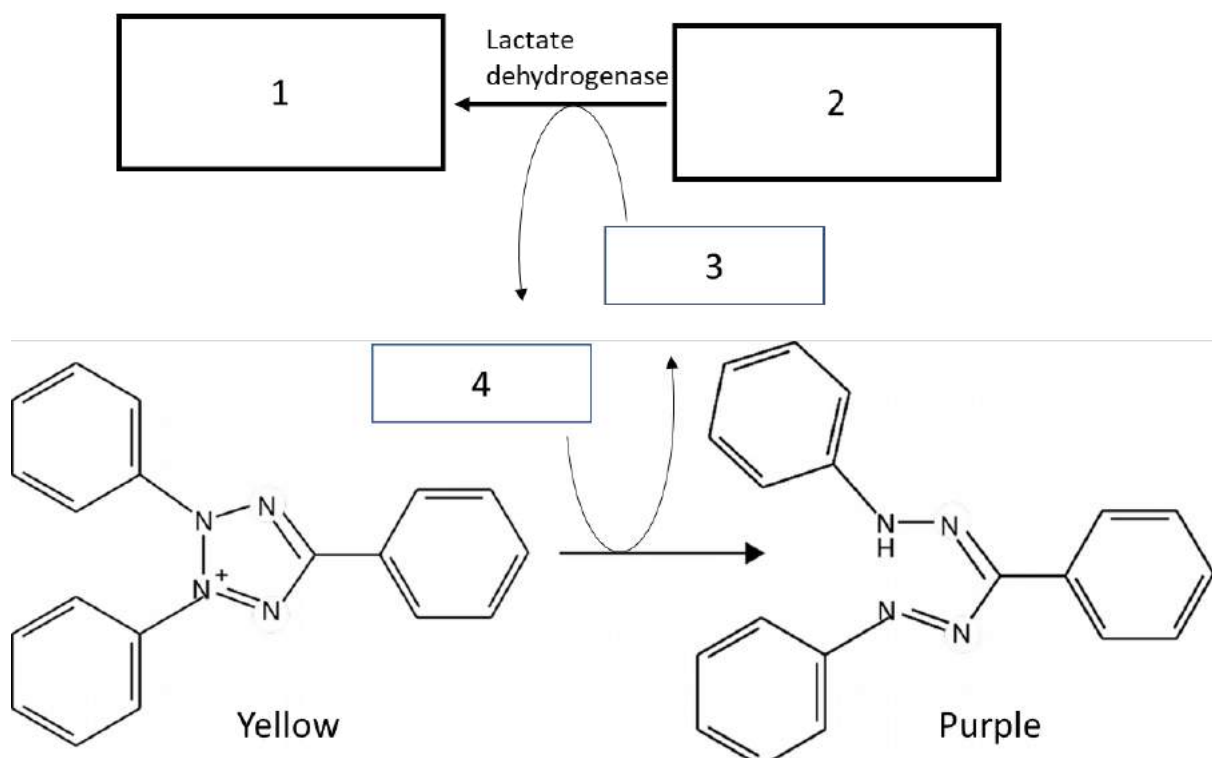


Abbildung 1.4.2. Vom Enzym Laktatdehydrogenase durchgeführte Reaktion

Bewertung der Laktatdehydrogenase-Aktivität

1. Um das Enzym zu gewinnen, zerkleinert ihr die Muskelprobe A in einem Mörser. Es ist in Ordnung, die gleiche Probe zu verwenden, die ihr für die Bestimmung der Katalysatoraktivität verwendet habt. Verwendet den dafür vorgesehenen Plastikspatel und gebt 4 ml kalten Aufschlusspuffer in den Mörser, um eine einheitliche breiige Masse zu erhalten.

1.4.2. Wenn ihr das Gewebe gleichmäßig zerkleinert habt, *gebt dem Laborassistenten Bescheid, damit dieser das Ergebnis eurer Arbeit zusammen mit eurem Teilnehmercode notiert.* Dies müsst ihr bei allen drei Proben tun. (3p)

2. Gebt einen Teil der gewonnenen Paste mit einem Spatel in das Zentrifugenröhrchen (das Röhrchen sollte bis zur 1,5-ml-Marke gefüllt sein). Beschriftet es mit dem Probenbuchstaben und der Abkürzung eures Landes .
3. Entfernt Gewebereste von Mörser und Stößel mit einem Papiertuch. Legt das Röhrchen auf Eis.
4. Wiederholt den Vorgang mit den Proben B und C.
5. Gebt alle drei gefüllten und beschrifteten Zentrifugenröhrchen dem Laborassistenten, der die Röhrchen in die Zentrifuge bringt und sie euch anschließend zurückgibt. Das Enzym befindet sich im Überstand.
6. Überführt mit der Mikropipette so viel Überstand wie möglich in ein sauberes Zentrifugenröhrchen, ohne das Sediment aufzuschlämmen. Beschriftet die neuen Röhrchen mit den gleichen Buchstaben A, B, C. Beachtet, dass diese Proben auch in Problem 2 verwendet werden

Ihr bekommt außerdem 3 Eppis (Mikrozentrifugenröhrchen) A1, B1 und C1, die von den Organisatoren aus denselben Geweben wie A, B und C entnommen wurden und eine bekannte enzymatische Aktivität aufweisen. Alle Proben wurden durch vollständige Homogenisierung der gleichen Muskelmenge hergestellt. Um die Aktivität des Enzyms zu testen, müsst ihr die Farbe des Röhrcheninhalts alle 30 Sekunden nach Beginn der Reaktion für 2,5 Minuten (150 Sekunden) nach Beginn der Reaktion aufzeichnen. Der Timer wird an die Wand projiziert.

Verwendet den folgenden Code, um die Farbe zu notieren:

<i>Gelb</i>	<i>Orange</i>	<i>Rot</i>	<i>Braun</i>	<i>Lila</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>

7. In das Glasröhrchen für jede Probe werden die Reagenzien in der folgenden Reihenfolge hinzugefügt:

2 ml Reaktionspuffer
10 Mikroliter [μ l] Muskelextrakt
1 Tropfen NAD.

TIPP: Die Zugabe von NAD setzt die Reaktion in Gang. Überlegt daher, wie ihr eure Pipetten richtig anordnet.

Für die Zugabe von Enzymen sind Mikropipetten zu verwenden, während für Reaktionspuffer und NAD Kunststoffpipetten verwendet werden sollten.

1.4.3. Füllt die Tabelle mit euren Ergebnissen auf dem Antwortbogen aus. (6 p)

Ruft nach der Erfassung der Ergebnisse sofort den Laborassistenten, um eure Ergebnisse zu überprüfen. Für 1.4.3. werden nur Punkte vergeben, wenn die Unterschrift der Laborantin vorliegt!

1.4.4 . Ordnet die Proben A1 - C1 nach ihrer Lactatdehydrogenase-Aktivität, beginnend mit der aktivsten, in abnehmender Reihenfolge.(3 p)

1.4.5 . Vergleicht die Proteinkonzentration in den Proben A und A1 auf der Grundlage ihrer Enzymaktivität. (1p)

Problem 2 - Quantifizierung von Myoglobin in der Probe (32,5 p)

Hinweis! Ihr werdet einige Lösungen verwenden müssen, die ihr bei Aufgabe 1 vorbereitet habt.

Materialien und Ausrüstung

- Spritzflasche mit destilliertem Wasser (auch für Aufgabe 1)
- 1-ml-Küvetten (15 Stück) in einer Petrischale
- 3 Mikropipetten (P10, P100, P1000), auch für Aufgabe 1
- Spitzen für Mikropipetten (auch für Aufgabe 1)
- Spektralphotometer auf einem separaten Tisch, der von den Teams gemeinsam genutzt wird
- Hühnermuskelextrakte A, B, C (hergestellt in Aufgabe 1)
- Proben A1, B1, C1 (aus Aufgabe 1)
- 15 mL Hämoglobin-Standardlösung mit einer Konzentration von 1,000 g/L
- 10 leere 15 mL-Zentrifugenröhrchen mit Verschlüssen in einem Gestell
- Becherglas für Wasser
- Permanentmarker (auch für Aufgabe 1)
- 10 mL-Messpipette
- 5 mL-Messpipette
- Pipettierhilfe
- Millimeterpapier
- Lineal
- Papiertaschentücher

Einführung

Absorption von Licht durch Stoffe

Licht ist eine Form von Energie. Alle Stoffe absorbieren mehr oder weniger stark Licht. Durch die Lichtenergie können Atome oder Moleküle angeregt und auch chemische Bindungen aufgebrochen werden. Für verdünnte Lösungen (in einem bestimmten Bereich) ist die Lichtabsorption direkt proportional zur Konzentration der Substanz - je mehr Substanz vorhanden ist (je höher ihre Konzentration), desto mehr Licht absorbiert sie, was zu einer höheren Absorption A führt. Diese Beziehung wird für analytische Zwecke verwendet, am häufigsten für die Bestimmung der Konzentration einer Substanz.

Spektralphotometrie

In einem Spektralphotometer werden eine Lichtquelle und ein Detektor für Messungen verwendet. Die Probe wird in eine Küvette gegeben und zwischen die beiden platziert. Das

Licht der Lichtquelle durchdringt die Probe und tritt in den Detektor ein. Das Gerät vergleicht dann die Intensität I_0 des Lichts vor dem Durchgang durch die Probe und die Intensität I des Lichts auf dem Detektor. Wenn man diese beiden Werte kennt, kann man die relative Lichtabsorption bestimmen.

Verschiedene Substanzen absorbieren Licht in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen (λ) intensiver. Daher wird für jeden Analyten Licht bei einer Wellenlänge eingeleitet, die möglichst nahe am Absorptionsmaximum der jeweiligen Substanz liegt.

Kalibrierungskurve

Die Bestimmung der Konzentration einer Substanz durch Spektralphotometrie wird für Substanzen mit bekannten Absorptionspeaks verwendet. Zunächst werden mehrere Lösungen aus einer Substanz mit bekannter Konzentration hergestellt. Die Lösungen werden mit denselben Lösungsmitteln hergestellt, die in der Lösung mit unbekannter Konzentration verwendet werden. Anschließend wird die Extinktion der hergestellten Lösungen gemessen. Die Beziehung zwischen der Konzentration der Substanz und der Lichtextinktion ist innerhalb der Messgrenzen des Geräts linear.

Die erhaltenen Daten werden grafisch als Punkte aufgetragen, wobei die Konzentration der Substanz auf der x-Achse und die Absorption von Licht auf der y-Achse liegt. Sobald alle Punkte aufgetragen sind, wird vom Punkt 0 (keine Substanz bedeutet keine Absorption) so nah wie möglich an alle experimentell ermittelten Punkte eine Gerade (Näherungslinie, Trendlinie) gezeichnet, da die Konzentration einer Substanz und die Absorption von Licht in einem linearen Verhältnis stehen.

Wenn ein experimentell ermittelter Punkt offensichtlich nicht der allgemeinen Beziehung entspricht (zu weit von der Näherungslinie entfernt ist), sollte er als grober Fehler zum Zeitpunkt der Ermittlung der Linie außer Acht gelassen und verworfen werden.

Die sich daraus ergebende Linie wird als Kalibrierungslinie (Kurve) bezeichnet. Mit ihrer Hilfe kann die Konzentration der gleichen Substanz bestimmt werden, wenn die Absorption der Lösung bekannt ist. Um die Konzentration einer Probensubstanz mit unbekannter Konzentration zu bestimmen, misst man ihre Absorption und liest die Konzentrationen aus dem Diagramm durch den Wert der Kalibrierungslinie ab.

Probenküvetten für Lichtabsorptionsmessungen

Alle Küvetten haben zwei unterschiedliche Seiten - ein Paar gegenüberliegender Seiten ist glatt und transparent, die andere matt und/oder gerippt. Der transparente Teil der Küvette ist so gestaltet, dass er Licht durchlässt. Daher sollte darauf geachtet werden, dass sich auf den transparenten Seiten keine Fingerabdrücke, Lösungstropfen oder Kratzer befinden.

Um Fehler bei der Handhabung der Küvetten zu vermeiden, solltet ihr nur die matten/gerippten Seiten berühren. Flüssigkeitstropfen, die auf dem transparenten Teil der Küvette zurückbleiben, sollten vorsichtig mit einem Stück Papier abgetupft werden.

Füllen der Küvette

Das Befüllen der Küvette mit der Probenlösung erfolgt mit einer Pipette oder Mikropipette, damit sich keine Luftblasen in der Küvette bilden.

Einsetzen der Küvette in das Spektralphotometer

Die Probe befindet sich immer zwischen der Lichtquelle und dem Detektor, so dass der Lichtstrahl durch die transparenten Seiten der Küvette von der Lichtquelle zum Detektor gelangt. Auf allen Küvetten befindet sich ein kleiner Pfeil an der Oberseite einer der transparenten Seiten. Daher müssen die Küvetten immer so in das Gerät gestellt werden, dass der Pfeil in Richtung des Lichts (Detektors) zeigt.

Einstellung des Nullpunkts

Einer der Vorteile des Spektralphotometers für quantitative Messungen ist die Möglichkeit, einen Punkt unabhängig einzustellen, bei dem die Lichtextinktion $A = 0$ (Konzentration der nachzuweisenden Substanz in Lösung $\gamma = 0 \text{ g/L}$). So können nicht nur Wasser, sondern auch andere Verbindungen, einschließlich solcher, die von vornherein eine Farbe haben, als Lösungsmittel für die Herstellung von Lösungen der nachzuweisenden Substanz verwendet werden.

Verwendung des Spektralphotometers in diesem Labor

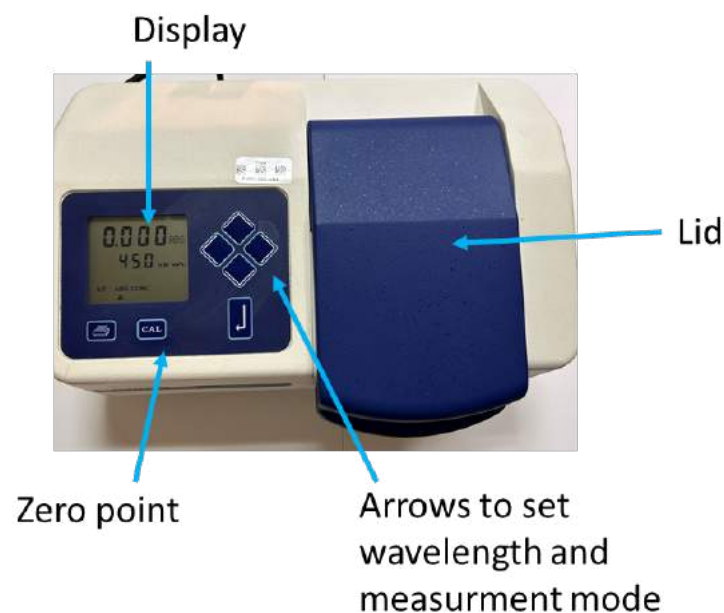


Abbildung 2.1. Spektralphotometer, das ihr verwenden werdet

1. Schaltet das Spektralphotometer ein und wartet, bis es den Startvorgang durchlaufen hat.

2. Prüft, ob die Absorption gemessen wurde, was durch "ABS" auf dem Display angezeigt wird. Wenn nicht, verwendet die Pfeiltasten. Klickt nach links und rechts, um zum Absorptionsmodus zu wechseln.
3. Stellt die Wellenlänge mit den Pfeilen nach oben und unten ein.
4. Setzt die Küvette ein, die zur Kalibrierung mit Lösungsmittel gefüllt ist. Seid vorsichtig und achtet auf den Schlitz, durch den das Licht einfällt, um die Ausrichtung der Küvette zu bestimmen. Schließt den Deckel.
5. Drückt CAL zum Kalibrieren und wartet, bis das Display 0.00(0) anzeigt. Die letzte Ziffer kann sich ändern.
6. Nehmt die erste Küvette heraus und setzt die Küvette mit der Probe ein.
7. Schließt den Deckel und notiert den Messwert.

Wenn ihr mit allen Messungen fertig seid, stellt die Wellenlänge fürs nächste Team auf 600 nm ein.

Beschreibung von Myoglobin

Myoglobin ist ein eisenhaltiges, sauerstoffbindendes Protein, das im Herz- und Skelettmuskelgewebe von Wirbeltieren vorkommt. Myoglobin ist entfernt verwandt mit dem Hämoglobin im Blut, das ebenfalls ein sauerstoffbindendes Protein ist. Beide Moleküle enthalten eine Häm-Gruppe, die auch für die ähnliche Funktion verantwortlich ist. Die Häm-Gruppe ist auch der Grund dafür, dass die beiden Moleküle nahezu identische Absorptionsmaxima aufweisen.

Myoglobin kann mit dem Sauerstoff, den es transportiert, das Muskelgewebe versorgen und es funktionsfähig halten. Je mehr Myoglobin im Muskelgewebe vorhanden ist, desto länger kann der Körper der aeroben Belastung standhalten. Die Muskeln von Tauchern haben zum Beispiel eine besonders hohe Konzentration an Myoglobin.

Myoglobin ist in der Lage, Sauerstoff anzuziehen und zu speichern, weil es wie Hämoglobin eine Häm-Gruppe enthält. Das Myoglobinmolekül enthält genau eine solche eisenhaltige Häm-Gruppe, die in der Lage ist, Sauerstoff zu binden.

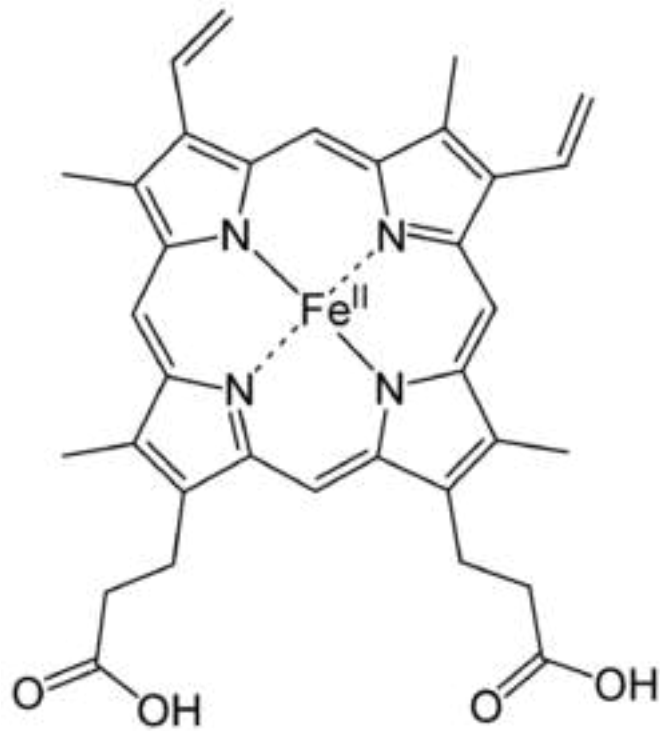


Abbildung 2.2. Häm-Gruppe

Unten (Abbildung 2.3) seht ihr das UV-Vis-Spektrum für Hämoglobin (zur Erinnerung: es ist praktisch identisch mit Myoglobin).

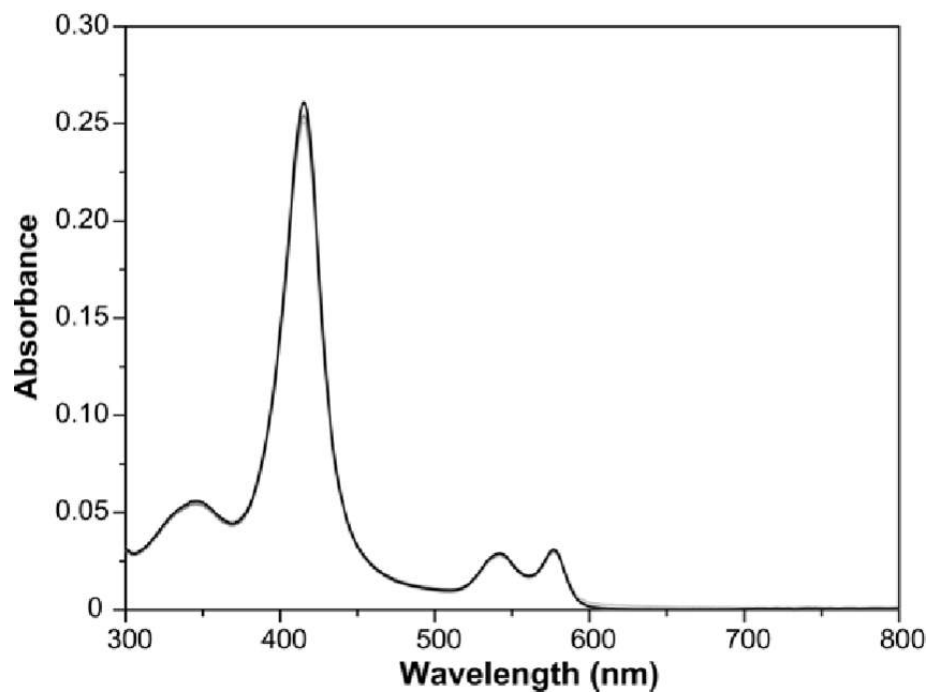


Abbildung 2.3. Absorptionsspektrum von Hämoglobin

2.1. Kalibrierungskurve

2.1.1. Betrachtet das Diagramm 2.3 und wählt die beste Wellenlänge für die Messung der Hämoglobinkonzentration. Notiert den Buchstaben für die richtige Antwort auf dem Antwortbogen. (1 p)

- A: 350 nm
- B: 420 nm
- C: 520 nm
- D: 380 nm

Um eine Kalibrierungskurve zur Messung der Myoglobinkonzentration zu erstellen, müsst ihr sechs Proben mit bekannter Hämoglobinkonzentration vorbereiten. Dazu solltet ihr die so genannte serielle Verdünnungstechnik anwenden.

Vorbereitung von Verdünnungsreihen

1. Bereitet sechs 15-ml-Röhrchen vor. Nummeriert sie von 1 bis 6.
2. 5,0 ml Wasser in jedes Röhrchen geben
3. 5,0 ml Hämoglobin-Standardlösung in Röhrchen 1 geben und gründlich mischen. Vergesst nicht, den Deckel zu schließen.
4. 5,0 ml Lösung aus Röhrchen 1 in Röhrchen 2 geben und gründlich mischen.
5. 5,0 ml Lösung aus Röhrchen 2 in Röhrchen 3 geben und gründlich mischen.
6. Geht der Reihe nach alle Röhrchen durch.

2.1.2 . Berechnet die Konzentrationen der von euch hergestellten Hämoglobinlösungen - unter Berücksichtigung der Konzentration des Hämoglobinstandards $c = 1,000 \text{ g/L}$ - und tragt sie in den Antwortbogen ein. Zeigt die Berechnung für Röhrchen 1. (3 p)

Nachdem die Lösungen hergestellt sind, müsst ihr euch für die Wellenlänge entscheiden, bei der ihr messen wollt.

Vorbereiten der Kalibrierungskurve

1. Stellt auf dem Spektralphotometer die Wellenlänge ein, die ihr in 2.1.1 gewählt habt.
2. Füllt mit der Mikropipette 1 ml Wasser in die Küvette und verwendet diese Küvette, um den Nullpunkt im Spektralphotometer einzustellen.
3. Nehmt eine leere Küvette und füllt sie mit 1 ml einer eurer vorbereiteten Lösungen, setzt sie in das Spektralphotometer ein und lest die Messung ab.
4. Wiederholt den Vorgang mit all euren Hämoglobinlösungen, einschließlich der Standardlösung, die für euch vorbereitet wurde.

2.1.3. Notiert auf dem Antwortbogen die von euch erhaltenen Absorptionsmessungen (4,5 p)

2.1.4. Zeichnet auf dem beiliegenden Millimeterpapier die Daten ein, die ihr für die Kalibrierkurve verwenden werdet, und nennt sie "Kalibrierkurve". Vergesst nicht, die Kalibrierkurve einzuzeichnen. (6 p)

Beachtet, dass nicht nur die Genauigkeit, sondern auch die Sauberkeit des Diagramms und der Beschriftung bewertet wird.

Messung eurer Proben

Aus Problem 1 solltet ihr 6 Zentrifugenröhrchen mit den Lösungen A, B, C und A1, B1, C1 haben.

Da nur eine geringe Menge zur Verfügung steht, werden die Proben in der Küvette verdünnt.

Bereitet zunächst für jede Probe eine Küvette vor, in die ihr 200 Mikroliter der Probe gebt. Anschließend wird sie auf 1 ml mit Wasser aufgefüllt.

Ihr sollt auch den Verdünnungsfaktor k berechnen, der gegeben ist als

$$k = c_{\text{vorherige}} / c_{\text{neu}}$$

2.1.5 Schreibt auf den Antwortbogen, wie viel Wasser ihr hinzufügen müsst und wie hoch der Verdünnungsfaktor in dieser Küvette sein wird. (2 p)

Messt alle Proben mit dieser Verdünnung.

2.1.6. Notiert auf dem Antwortbogen die von euch ermittelten Messwerte. (3 p)

Wenn eine eurer Messungen außerhalb der Grenzen eurer Kalibrierungskurve liegt oder das Spektralphotometer "1" anzeigt, ist die Absorption zu hoch. Ihr könnt eure Messungen anpassen, indem ihr mehr oder weniger verdünnte Proben vorbereitet.

2.1.7. Schreibt in den Antwortbogen, ob zusätzliche Messungen erforderlich sind und warum. (3 p)

Ermittelt die erforderlichen Mengen an Probe und Wasser für die Probe/n, die eine zusätzliche Verdünnung benötigen, und tragt sie zusammen mit dem Verdünnungsfaktor k in den Antwortbogen ein. Für Proben, die außerhalb der Messgrenzen des Spektralphotometers liegen, empfehlen wir $k=20$.

2.1.8. Füllt die Tabelle im Antwortbogen für die Proben aus, die zusätzlich verdünnt werden mussten. (2 p) Bereitet diese Verdünnungen vor und notiert die Messungen in derselben Tabelle.

Berechnet anhand eurer Kalibrierungskurve, der gemessenen Absorption der verdünnten Proben und des berechneten k die Anfangskonzentration von Myoglobin in jeder Probe.

2.1.9. Schreibt die Berechnungen und Antworten in den Antwortbogen. (7 p)

2.1.10. Gebt auf dem Antwortbogen an, welcher Muskel (A1, B1, C1) die größten Sauerstoffreserven hat. (1 p)

Problem 3 Verbrennung der Kalorien

Materialien und Ausrüstung

- Kartoffelchips in einem mit "T3-1" gekennzeichneten Ziplock-Beutel
- Reiswaffel in einem mit "T3-2" gekennzeichneten Ziplock-Beutel
- Maisflips in einem mit "T3-3" gekennzeichneten Ziplock-Beutel
- Stativ mit Halterung für Kalorimeter
- Aluminiumdose mit abnehmbarem Deckel
- LabQuest 2 Datenlogger-Gerät
- LabQuest-Temperatursensor
- Laborständer mit einer Klemme
- Aluminiumfolie, 50 cm Stück
- Waage
- Pinzette
- Metallischer Löffel
- 50-mL-Messzylinder
- Streichhölzer
- Container für Abfälle
- Textilhandschuhe
- Schutzbrille

Beachtet, dass ihr bei diesem Experiment mit einer **offenen Flamme** in einem geschlossenen Versuchsaufbau arbeitet. Achtet darauf, dass keine anderen Gegenstände als die benötigten Proben in die Flamme gelangen.

Bindet eure langen Haare zusammen.

Einige Teile des Kalorimeters können scharfe Kanten haben. Auch die Öffnung der Aluminiumdose kann scharf sein. Seid während des gesamten Experiments vorsichtig. Verwendet bei Bedarf die mitgelieferten dickeren Textilhandschuhe.

Einführung

In Aufgabe 1 habt ihr analysiert, wie der Energiestoffwechsel der Muskeln funktioniert. Ihr habt gesehen, wie Glucose als Energieträger verwendet wird. Normalerweise verwenden unsere Zellen für den Energiebedarf Kohlenhydrate und Fette.

In dieser Aufgabe werdet ihr den Energiewert von drei gängigen Snacks untersuchen. Auf den Verpackungen der drei Lebensmittel findet ihr folgende Informationen

Pro 100 g	Kartoffelchips	Reiswaffel	Maisflips
Brennwert (kJ/kcal)	2070 kJ oder 497 kcal	1619 kJ oder 378 kcal	1480 kJ oder 355 kcal
Fett (g)	27,0	2.8	0.9
Kohlenhydrate (g)	59,0	79.5	80.9
Protein (g)	2,7	8.2	6.0
Salz (g)	1,7	0.1	0.0

Um den Brennwert zu bestimmen, müsst ihr einen vereinfachten Aufbau eines Kalorimeters verwenden. **Alle Arbeiten müssen im oder unter dem Abzug durchgeführt werden.** Denkt auch an die Sicherheitsmaßnahmen - tragt eine Schutzbrille.

Aufbau des Kalorimeters

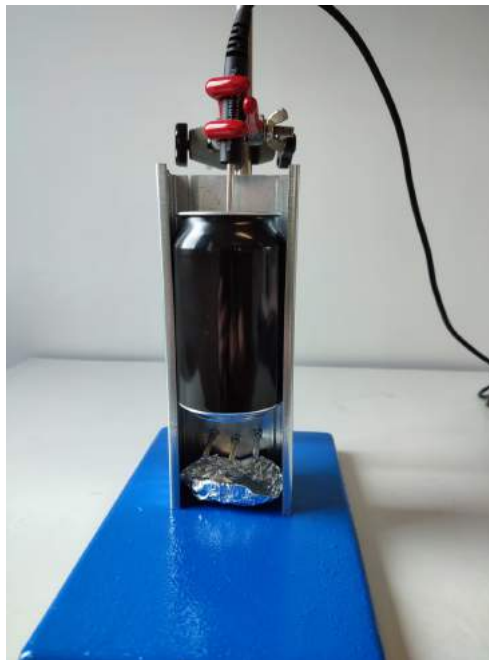


Abbildung 3.1. Zusammengebautes Kalorimeter

Für ein valides Ergebnis sollen mindestens 4 Messungen mit jeder Essensprobe durchgeführt werden!!

Verwendung eines Kalorimeters

1. Fertigt aus Alufolie ein Wägeschiffchen für die Probe an. Es sollte etwa 1 cm hoch sein und im Durchmesser ungefähr die gleiche Größe haben wie der Bodenvorsprung der Aluminiumdose. Das Schiffchen sollte leicht unter die Schrauben am Boden des Geräteaufbaus passen.
2. Legt das gewählte Lebensmittel in das Boot und wiegt es. Notiert die Messung auf dem Antwortbogen.
3. Messt 50,0 mL destilliertes Wasser ab und gießt es in die Aluminiumdose. Stellt die Dose in den Aufbau.

4. Legt die Lebensmittelprobe auf die Schraubenstangen unter der Dose. Legt das Aluminiumboot unter die Schrauben, so dass alles, was vom Objekt herunterfällt oder tropft, in das Boot gelangt und aufgefangen wird.
5. Befestigt den Temperatursensor in einer Stativklemme. Legt den Sensor so in die Dose, dass er in das Wasser eintaucht. Achtet darauf, dass der Sensor weder den Boden der Dose noch eine der Wände berührt. Markiert die Höhe der Stativklemme auf der Stativstange, für spätere Referenz.
6. Schließt den Sensor an das LabQuest 2-Datenloggergerät an. Sobald das Gerät angeschlossen ist, sollte es Live-Temperaturmesswerte anzeigen.
7. Wartet, bis sich die Temperaturmesswerte stabilisiert haben. Notiert die Anfangstemperatur auf dem Antwortbogen.
8. Sobald sich die Temperatur nicht mehr ändert, drückt die Wiedergabetaste ► am Gerät. Es beginnt mit der Aufzeichnung der Temperaturmessungen für 180 Sekunden.
9. Zündet das Lebensmittel mit Streichhölzern an. Es wird empfohlen, das Streichholz direkt unter das Lebensmittel zu legen, damit die Dose nicht durch das Streichholz selbst erhitzt wird.
10. Beachtet die Temperaturveränderungen im Gerät. Wenn das Lebensmittel vollständig verbrannt ist oder nicht mehr brennt, beobachtet die höchste erreichte Temperatur. Zur doppelten Sicherheit könnt ihr die höchste erreichte Temperatur auch in euren Notizen notieren.
11. Sobald das Gerät aufhört zu messen, kann man auf **"Analyze"** -> **"Statistics"** -> **"Temperature"** drücken. Das Gerät zeigt die maximale und minimale Temperatur an.
12. Notiert die höchste erreichte Temperatur auf dem Antwortbogen.
13. Legt die verbrannte Probe mit einer Pinzette und/oder dem metallischen Mikrolöffel in das Aluminiumboot. Wiegt die verbrannte Probe und notiert die Messung auf dem Antwortbogen.
14. Wiederholt das Experiment so oft, wie ihr es für ein gültiges Ergebnis für notwendig haltet, aber ihr solltet es mindestens 4 Mal mit jedem der Lebensmittelproben durchführen.
15. Denkt daran, das Wasser in der Dose nach jedem Versuch zu wechseln, da die Abkühlung des Wassers aus früheren Versuchen eure Ergebnisse beeinträchtigen könnte.

Wiederholt das gleiche Experiment mit den beiden anderen Lebensmitteln.

3.1. Tragt eure Daten des Experiments in die Tabelle auf dem Antwortbogen ein (8 p)

Wenn wir über den Brennwert von Lebensmitteln sprechen, verwenden wir in der Regel den Begriff Kalorien, eine inzwischen veraltete, nicht SI-konforme Energieeinheit, die etwa 4,2 Joule entspricht. Diese Einheit war in der Chemie und Physik weit verbreitet, da sie die Energiemenge angibt, die benötigt wird, um die Temperatur von 1 Gramm Wasser um 1 °C zu erhöhen.

3.2. Berechnet den Brennwert aller drei Lebensmittel aus deinen Daten in kcal/100g und schreibt eure Antworten in den Antwortbogen. Zeigt eure Berechnung für Kartoffelchips.

In Aufgabe 1 habt ihr untersucht, wie Glukose von den Muskeln in ATP umgewandelt wird. Hier verbrennt ihr die Nahrung, die auch Glukose enthält.

3.3. *Markiert in welche Energieform der größte Teil der in der Glukose enthaltenen chemischen Energie jeweils umgewandelt wird. Schreibt den entsprechenden Buchstaben in den Antwortbogen*

- A: Chemische Energie
- B: Kinetische Energie
- C: Thermische Energie

Welcher Stoffwechselprozess der Umwandlung von Glukose in Energie, aerob oder anaerob, ist enger mit der Verbrennung verbunden, wenn man den Grad der Zersetzung der chemischen Struktur der Glucose misst?

3.4. *Markiert auf dem Antwortbogen, ob der aerobe (A) oder der anaerobe (N) Stoffwechsel der Verbrennung näher kommt (1 p)*

Bei der Schätzung des Energiewerts von Lebensmitteln werden häufig der kalorische Brennwert und der physiologische Brennwert genannt. Der physiologische Brennwert ist die Wärmeenergie, die freigesetzt wird, wenn ein Gramm eines Lebensmittels im Körper oxidiert wird. Der kalorische Brennwert wird im Kalorimeter direkt aus der Nahrung ermittelt.

3.5. *Bewertet die folgenden Sätze und findet heraus, welcher der richtige ist. Schreibt den Buchstaben des richtigen Satzes in den Antwortbogen (1 p)*

- a) Der physiologische Brennwert ist in der Regel niedriger als der kalorische Brennwert, da ein Teil der Energie für die Erhaltung des Körpers verwendet wird.
- b) Der physiologische Brennwert ist in der Regel niedriger als der kalorische Brennwert, da ein Teil der Wärme vom menschlichen Körper verloren geht.
- c) In eurem Setup schätzt ihr den physiologischen Brennwert.
- d) Der physiologische Brennwert ist in der Regel höher als der kalorische Brennwert, da wir die Nährstoffe effektiver nutzen.

Seht euch die Informationen über die Zusammensetzung von Kartoffelchips, Maisflips und Reiswaffel auf der zuvor ausgeteilten Verpackung an.

3.6. *Beurteilt, welches Lebensmittel den höchsten Kalorienwert pro Masse hat. Schreibt den entsprechenden Buchstaben in den Antwortbogen. (1 p)*

A: Fette, B: Kohlenhydrate, C: Proteine, D: Salz

Schaut euch eure Daten an, wahrscheinlich habt ihr eine geringere Energiemenge erhalten, als auf der Verpackung angegeben ist.

3.7. *Schreibt in den Antwortbogen die Buchstaben, die den Prozessen entsprechen, warum eure Daten euch weniger Kalorien liefern als auf der Verpackung angeführt (2 p)*

- a) Wärmeverlust durch Konvektion
- b) Wärmeverlust durch Konduktion
- c) Wärmeverlust durch Wärmestrahlung
- d) Wärmeverlust durch Verdunstungskühlung
- e) Endothermische chemische Reaktionen zwischen dem Thermometer und den im Wasser gelösten Nahrungspartikeln
- f) Wärme ging für die Wartung des Systems verloren

Die Physik des Gesangs

Die Menschen sind seit langem von physikalischen Phänomenen fasziniert, die wir direkt mit unseren eigenen Sinnen wahrnehmen können. Daher gibt es umfangreiche Forschungsarbeiten in den Bereichen der Optik und Akustik (auch wenn die Optik in den Bereich der Analyse aller elektromagnetischer Wellen fällt und die Akustik auch mit mechanischen Wellen zu tun hat, die das menschliche Ohr nicht wahrnehmen kann, wie z. B. seismische Wellen).

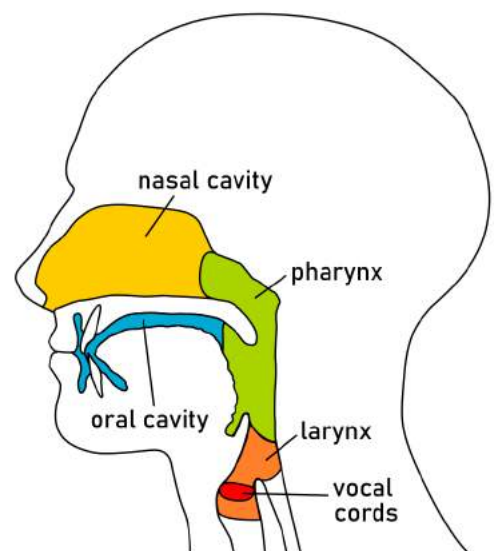
Am vertrautesten sind wir mit einfachen, harmonischen Schallwellen, die beschrieben werden durch:

- ihre Tonhöhe (bestimmt durch die Frequenz der Welle)
- ihre Lautstärke (bestimmt durch die Amplitude der Welle)

Bei komplexeren Klängen (z. B. von Musikinstrumenten) wird manchmal die Klangfarbe eines Tons beschrieben (bezogen auf die Obertöne, also zusätzlich produzierte Schallwellen, die einem Vielfachen der ursprünglichen Tonhöhe entsprechen).

Beim Sprechen erzeugen Menschen oft Laute in gleichen Tonhöhen und Lautstärken, die jedoch als unterschiedliche Vokale erkennbar sind.

Sprechen und Singen erfordern ein Stimmsystem, das sich seinerseits aus drei Teilsystemen zusammensetzt. Jedes dieser Teilsystem besteht aus verschiedenen Körperteilen und hat spezifische Aufgaben bei der Stimmerzeugung (siehe Tabelle unten).



Teilsystem	Stimmorgane	Rolle bei der Tonproduktion
Luftdrucksystem	Zwerchfell, Brustmuskeln, Bauchmuskeln, Lunge	Erzeugung und Regulation eines Luftdrucks, um die Stimmbänder zum Vibrieren zu bringen
Vibrationssystem	Kehlkopf und Stimmbänder	Die Stimmbänder vibrieren, wandeln so den Luftdruck in Schallwellen um und erzeugen einen "stimmhaften Klang" (der als "Summton" beschrieben wird). Hier wird auch die Tonhöhe des Klangs variiert.

Resonanzsystem	Pharynx, Mundhöhle, Nasengänge	Verwandlung des "Summtons" in erkennbare Sprachmuster
----------------	--------------------------------	---

Hinweis: In den Aufgaben werden wir Lautdarstellungen aus der Phonetik verwenden, die in eckigen Klammern stehen.

[f] bezeichnet zum Beispiel den Laut, für den der Buchstabe f beim Aussprechen des Wortes "Faust" steht. Weitere Beispielwörter:

[v] wie in Vase

[a] wie in Apfel

usw.

Aufgabe 4 - Phonetik (8 p)

Materialien und Ausrüstung

- Du

Die Phonetik ist ein Teilgebiet der Linguistik, das sich damit beschäftigt, wie Menschen Laute erzeugen und wahrnehmen. Um einen Ton zu erzeugen, muss Luft bewegt werden. Um Töne zu erzeugen, die von Menschen als gesprochene Worte interpretiert werden können, muss die Luft durch die Stimmbänder, durch den Rachen und durch die Mund- oder die Nasenhöhle strömen, um dann den Körper zu verlassen.

Die Stimmbänder befinden sich oberhalb der Luftröhre im Kehlkopf (Larynx). Die Stimmbänder können offen oder geschlossen sein. (Siehe die Abbildung unten - A offene Stimmbänder, B geschlossene Stimmbänder). Die Vibration der Stimmbänder erzeugt den Ton.

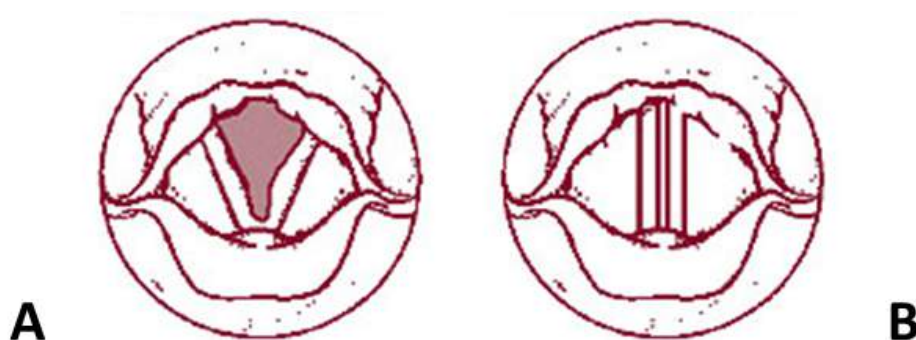


Abbildung 4.1. Anordnung der Stimmbänder

4.1. Bestimmt, ob die Stimmbänder beim Atmen geöffnet (A) oder geschlossen (B) sein müssen (1p)

Die Größe des Kehlkopfes ändert sich beim Wachstum und wird auch von den Geschlechtshormonen beeinflusst.

4.2. Betrachtet das Schema einiger verschiedener Muskeln im Kehlkopf, die an der Bewegung der Stimmbänder beteiligt sind. *Bestimmt, welche Muskeln bei Kontraktion die Stimmbänder öffnen und schließen. Welcher Muskel verändert die Länge der Stimmbänder? Tragt eure Antworten in den Antwortbogen ein. (3p)*

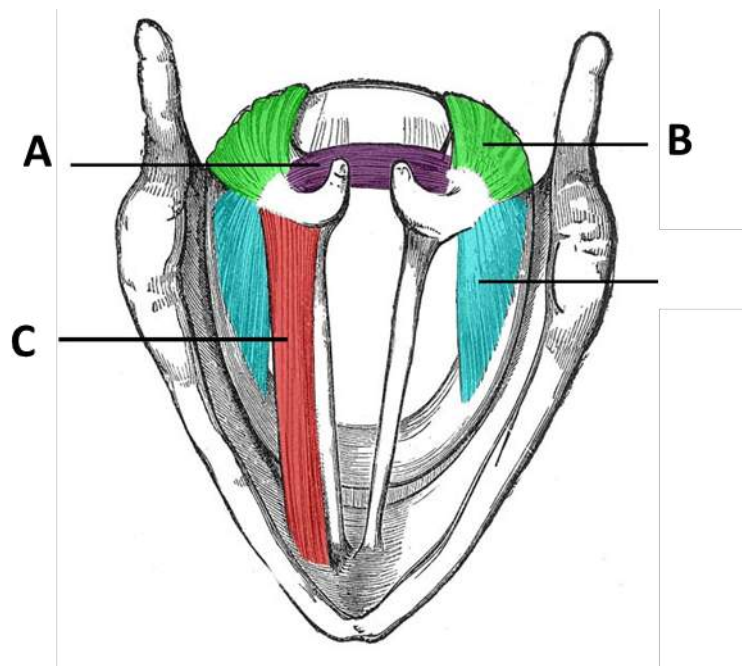


Abbildung 4.2. Muskeln des Kehlkopfes von oben

Die Einteilung der Sprachlaute beruht auf den Merkmalen ihrer Erzeugung im Stimmapparat. Die Laute werden in Konsonanten und Vokale unterteilt. Konsonanten werden erzeugt, wenn der Luftstrom auf seinem Weg durch den Resonanzapparat in irgendeiner Weise verändert wird. Bei Vokalen wird der Luftstrom dort nicht behindert, sondern nur geformt, was zu Unterschieden in der Klangqualität führt.

Konsonanten werden in stimmhafte und stimmlose Konsonanten eingeteilt. Um den Unterschied zwischen ihnen zu erkennen, berührt euren Hals mit den Fingern und sprecht einen kontinuierlichen [f]-Laut aus. Sprecht nun einen kontinuierlichen [v]-Laut aus.

4.3. *Notiert eure Beobachtungen auf dem Antwortbogen. (4 p)*

Aufgabe 5 Vokal-Simulationen

Materialien und Ausrüstung

- Ein PC mit der Software VA64.exe oder VA32.exe für Audioaufnahmen, der sich außerhalb des Labors befindet
- Teile für Entenlockpfeife (Kanal, Stöpsel, Rohr, Rohrblatt)
- Teile des Resonators: Schaumstoffrohr, 50 cm und Kunststoffrohr, 18 cm
- Schere
- Lineal

Aufgabe 5.1 - Kennenlernen von Frequenzspektren

Grundfrequenz und Oberschwingungen

Die Grundfrequenz, auch als erste Harmonische bezeichnet, ist definiert als die niedrigste Frequenz einer periodischen Wellenform. Die Oberschwingungen sind Vielfache der Grundfrequenz. Wenn also die Grundfrequenz 100 Hz beträgt, sind die höheren Oberschwingungen 200 Hz, 300 Hz, 400 Hz, 500 Hz und so weiter. Wäre die Grundfrequenz 220 Hz, so wären die Oberwellen 440 Hz, 660 Hz, 880 Hz usw.

Unten seht ihr ein Frequenzspektrum einer Gitarre, wobei nur eine einzige Saite schwingt.

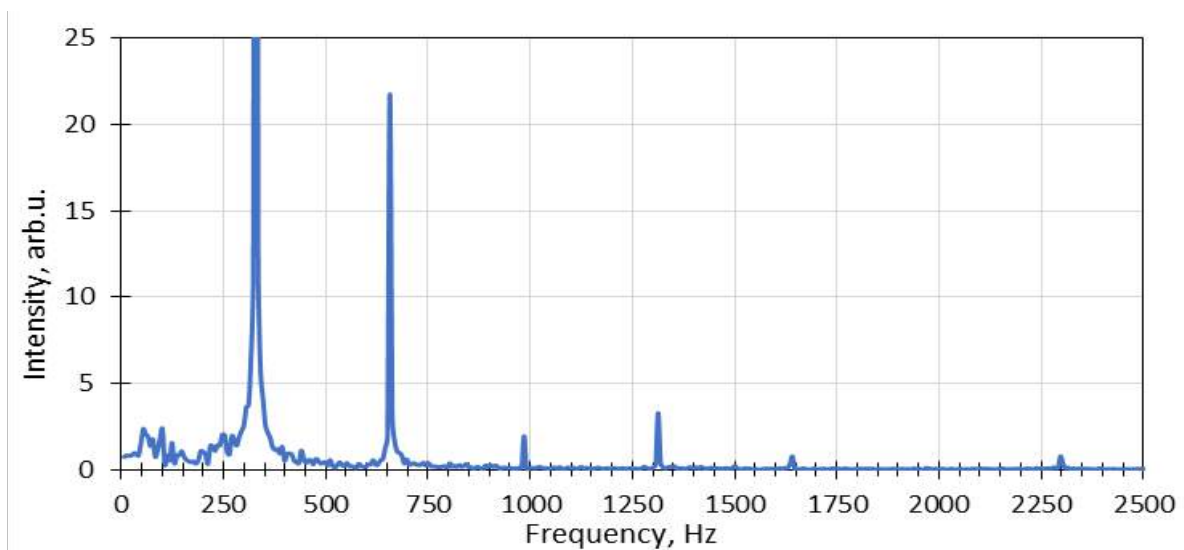


Abbildung 5.1.1

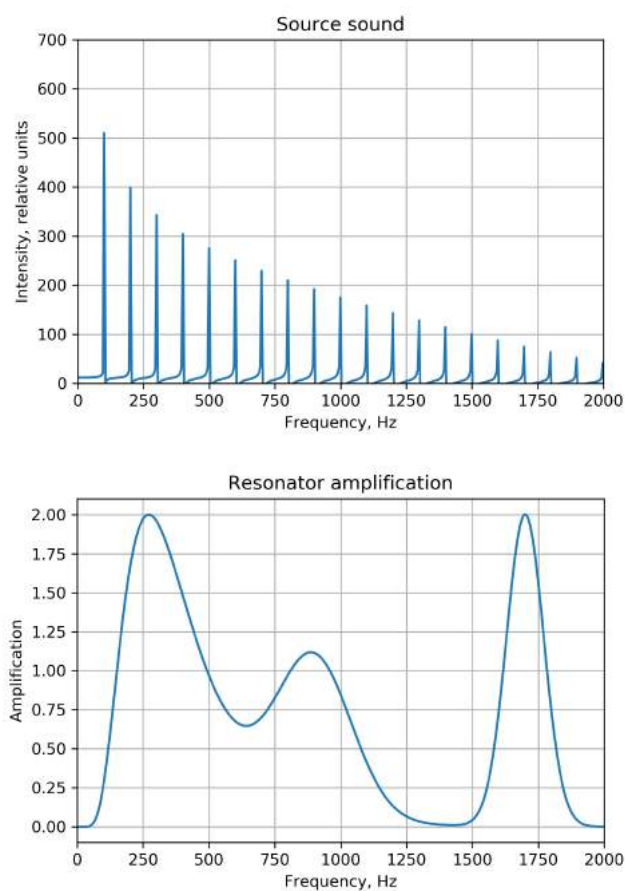
5.1.1. Schreibt die Grundfrequenz (die erste Harmonische) dieser Gitarrensaiten in den Antwortbogen. (1 p)

5.1.2 Schreibt in den Antwortbogen, wie Harmonische (einschließlich der Grundschiwingung) ihr in den Spektren erkennen könnt und wie hoch ihre Frequenzen sind. (3.5 p)

5.1.3. Schreibt in den Antwortbogen, ob alle möglichen Oberschwingungen im Frequenzbereich 0-2500 Hz vorhanden sind. Wenn nicht, skizziert im Diagramm, wo die fehlenden Oberschwingungen sein würden (1.5 p)

Die Wirkung eines Resonators

Ihr habt vielleicht bemerkt, dass die Intensität einiger Obertöne viel geringer ist als die anderer. Die relative Intensität wird durch die Form des Gitarrenkörpers bestimmt, der bestimmte Frequenzen verstärkt und andere abschwächt. Das resultierende Signal hängt von der Schallquelle und der Wirkung des Resonanzkörpers ab. Der Einfluss des Resonators auf die Schallquelle wird im Folgenden anhand synthetischer Daten veranschaulicht (Abbildung 5.1.2.). Mathematisch gesehen wird die Intensität der Quelle mit der Verstärkung des Resonators multipliziert, um das resultierende Schall-Spektrum zu erhalten.



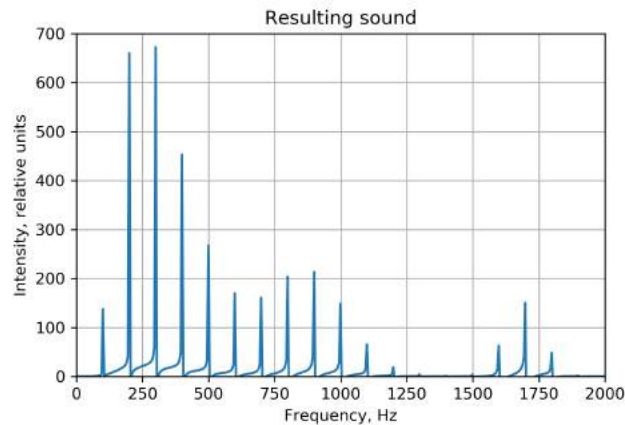
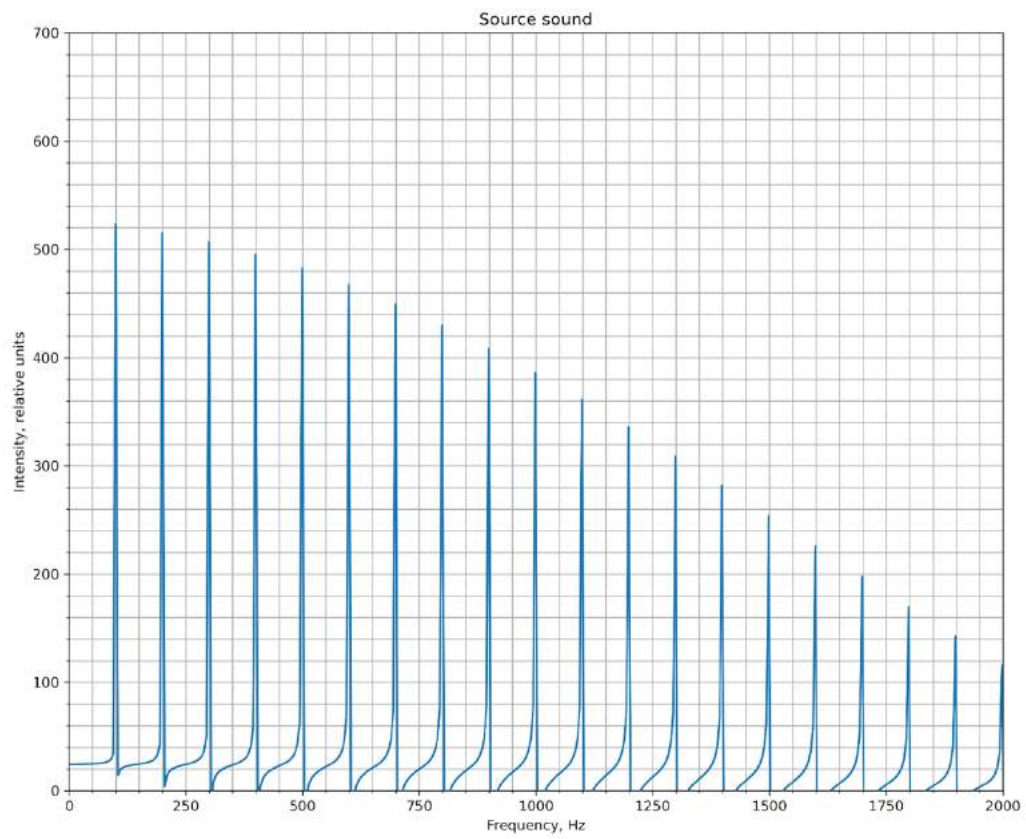
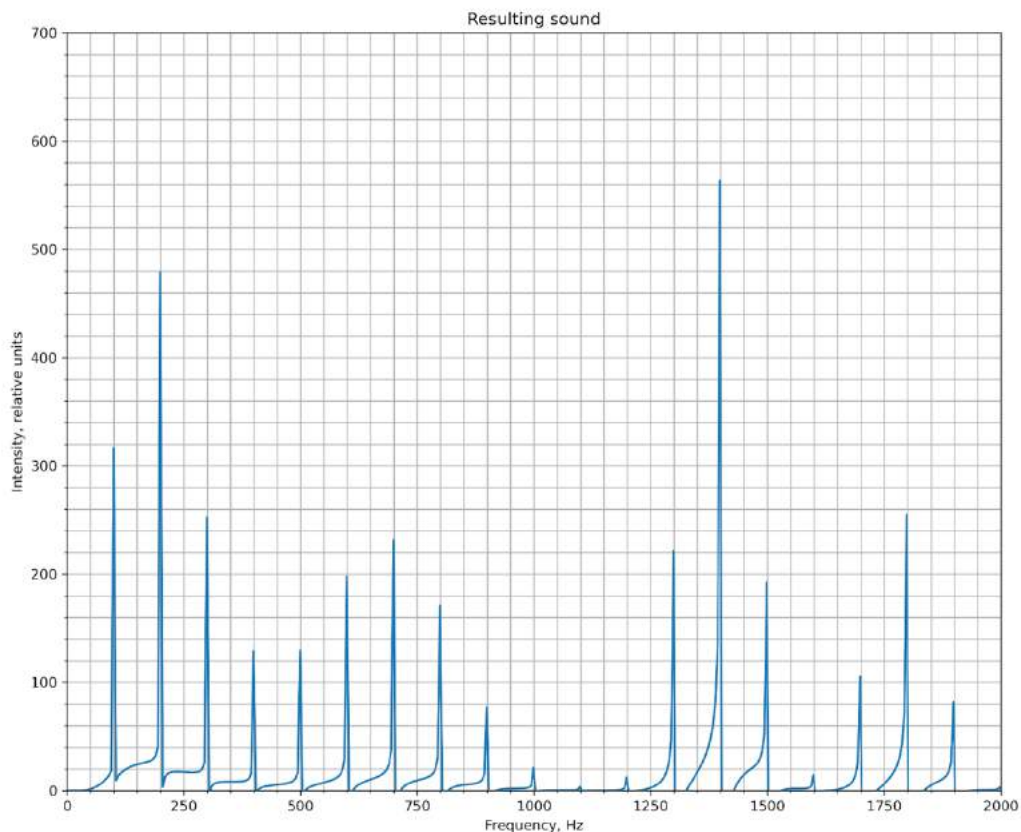


Abbildung 5.1.2 . Das resultierende Spektrum (unten) nach der Verstärkung der Schallquelle (oben) durch den Resonator (Mitte).

In diesem Fall hat die Resonatorverstärkung drei Maxima. **Diese Maxima werden "Formanten" genannt (und durch ihre Frequenz charakterisiert).** Formanten beschreiben, wie der Resonator Energie in bestimmten Frequenzen konzentriert, während er Energie aus anderen entfernt. Bei diesem Filter ist der erste Formant $f_1 = 270$ Hz, der zweite Formant ist $f_2 = 900$ Hz und der dritte Formant ist $f_3 = 1700$ Hz. Beachten Sie, dass im Gegensatz zu den Obertönen des eingehenden Spektrums die höheren Formantfrequenzen nicht unbedingt Vielfache der ersten sind. Dies ist wichtig, weil Menschen verschiedene Vokallaute auf der Grundlage der Formantfrequenzen unterscheiden, die von ihrem resonierenden Subsystem (der Mund- und Zungenform) erzeugt werden.

5.1.4. Bestimmt und zeichnet die Resonatorverstärkung als Funktion der Frequenz für die unten gegebene Schallquelle und das resultierende Schallspektrum. (4 p)





5.1.5. Was sind die Frequenzen der ersten beiden Formanten dieses Resonators? (1 p)

Nachdem ihr nun mit den Grundlagen des Lesens und Interpretierens von Frequenzspektren vertraut seid, ist es an der Zeit, ein Modell des menschlichen Stimmsystems zu erstellen.

Aufgabe 5.2 - Zusammenbau und Kalibrierung der **Schallquelle**

Eure erste praktische Aufgabe besteht darin, ein Analogon zum Kehlkopf - der Schallquelle der menschlichen Stimme - zu bauen. Dazu werden wir eine Entenlockpfeife verwenden (eine Pfeife, die bei der Jagd zum Anlocken von Enten verwendet wurde). Sie besteht aus vier Teilen: dem Kanal, dem Stöpsel, dem Rohr und dem Rohrblatt (siehe Abbildung 5.2.1.).

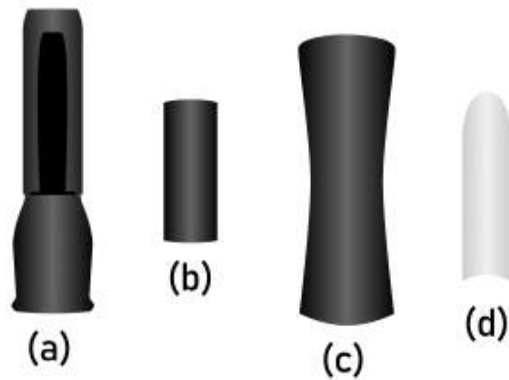


Abbildung 5.2.1 Die Teile der Entenlockpfeife: a) der Kanal, b) der Stöpsel, c) das Rohr, d) das Rohrblatt.

Montageprozess (siehe Abbildung 5.2. 2):

1. Nehmt den Kanal und legt das Rohrblatt darauf, so dass sich das Rohrblatt vom Kanal wegbiegt. Ihr könnt das Rohrblatt gegen die "Wand" (siehe Bild unten) stellen oder zurückschieben - dadurch ändert sich die Tonhöhe der Entenlockpfeife.
2. Bedeckt das Rohrblatt von der anderen Seite mit dem Stöpsel.
3. Zum Schluss setzt die zusammengebaute Struktur in das Rohr ein. Sie sollte ziemlich tief, aber nicht ganz durchgehen. Möglicherweise ist etwas Kraft erforderlich, aber übertreibt es nicht, damit ihr die Entenlockpfeife später wieder zerlegen könnt.
4. Probiert die Entenlockpfeife aus - blast von der Rohrseite aus etwas Luft hinein.



Abbildung 5.2.2. Entenruf Montage Schritte 1.-3.

Um die Schall-Spektren zu erhalten, müsst ihr einen Computer mit einem speziellen Programm benutzen. Um andere Personen, die Daten erfassen, nicht zu stören, bitte den Laborassistenten, dich zu dem nächsten Computer außerhalb des Labors zu führen. Wenn du fertig bist, kannst du ins Labor zurückkehren.

Konfiguration des Audioaufnahmeprogramms:

Das Programm wird von einem Laborassistenten geöffnet. Wenn ihr das Programm versehentlich schließt, bittet den Laborassistenten, es erneut zu öffnen.

Messverfahren:

1. Startet die Audioaufnahme, indem ihr auf die Schaltfläche "Ein" oben links im Fenster klickt.
2. Mache einen rechten Mausklick auf das untere Diagramm und führe den Mauszeiger über "Take spectrum screen shot". Blase in die Entenlockpfeife, um einen Ton zu erzeugen. Das Spektrum wird im unteren Diagramm des Programms angezeigt. Das Audiosignal wird über die letzten 5 Sekunden gemittelt. Daher müsst ihr den Ton, den ihr messen möchtet, mindestens so lange halten. Achte darauf, dass du mit konstanter Kraft bläst, da sich sonst die Tonhöhe ändern kann und das Spektrum "unscharf" aussieht.
3. Wenn ihr mit dem Spektrum zufrieden seid, klickt auf "Take Spectrum screen shot". Dadurch wird eine Bilddatei im Ordner Desktop/EOES/ScreenShot/ erstellt. Ihr könnt das Bild in diesem Ordner später umbenennen.

5.2.1. *Wenn man die Länge des Rohrblatts, das aus dem Stöpsel herausragt, vergrößert, erhöht sich die Frequenz der Entenlockpfeife, verringert sie sich oder bleibt sie gleich? . (1 p)*

5.2.2 *Stellt die Rohrblatt-Position so ein, dass die Entenlockpfeife einen Ton mit einer Grundfrequenz von 150 Hz erzeugt. Messt das Spektrum der Entenlockpfeife und stell sicher, dass die Frequenzspitzen klar erkennbar und nicht "unscharf" sind. Benennt das Spektrum in "duck_call_AUSTRIA.bmp" um. (4 p)*

Aufgabe 5.3 - Herstellung der Resonatoren zur Modellierung der menschlichen Mundhöhle

Einführung in die menschliche Mundhöhle

Nase, Rachen und Mund verstärken und modifizieren den Schall, so dass er die charakteristischen Eigenschaften der Stimme annimmt - im Wesentlichen fungieren sie als Resonator/Filter, den ihr in Teil I bei der Bestimmung der Formantfrequenzen gesehen habt.

Jeder erzeugte Vokal wird durch Veränderung der Form der Mundhöhle erzeugt, und diese Form bestimmt wiederum die Formantfrequenzen. Die Form der Mundhöhle ist natürlich sehr kompliziert, aber sie kann durch Zylinder mit verschiedenen Durchmessern modelliert werden, um diese Form anzunähern (siehe Abbildung 5.3.2.). Unten (Abbildung 5.3.1.) sind MRT-Aufnahmen eines Menschen zu sehen, der drei Vokale ausspricht: /a/ - wie in "Vater", /i/ - wie in "Igel", und /u/ - wie in "Buch".

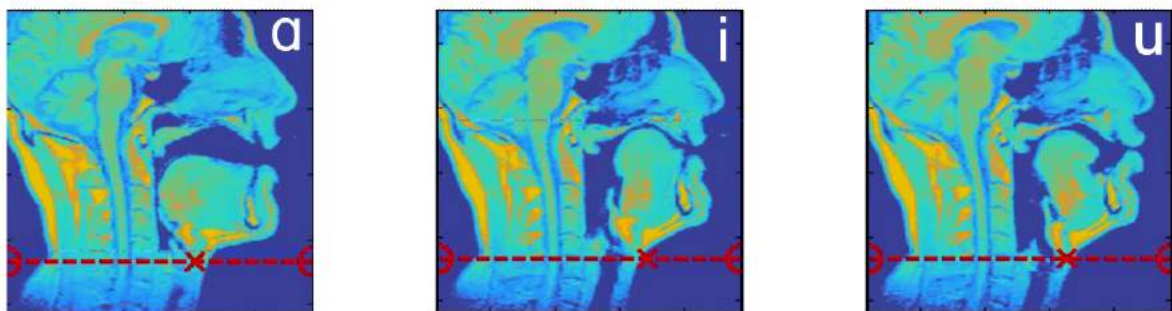


Abbildung 5.3.1 MRT-Aufnahmen einer Person, die die Vokale /a/, /i/ und /u/ ausspricht. Die Stimmbänder befinden sich auf der roten Linie.

5.3.1 Schaut euch den Modellplan für die drei Vokale unten an und ordnet jedes der Modelle dem entsprechenden Vokal zu, je nachdem, was ihr auf den MRT-Aufnahmen erkennen könnt. Notiert eure Auswahl auf dem Antwortbogen (3 p)

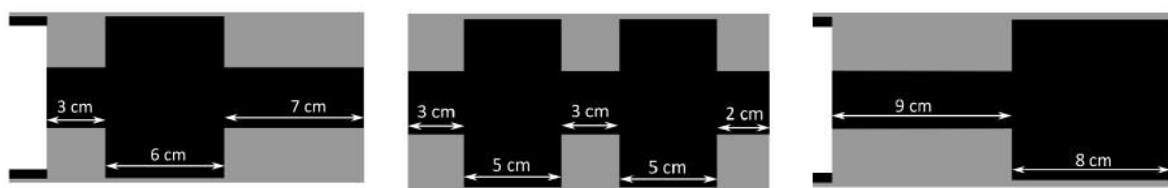


Abbildung 5.3.2. Technische Zeichnungen der Modell-Vokalresonatoren, die ihr anfertigen müsst.

Vokal: _____

Vokal: _____

Vokal: _____

Zusammenbau der drei Resonatoren

1. Verwendet ein Modell des Vokalresonators (siehe Abbildung 5.3.2).
2. Schneidet von dem Schaumstoffrohr Rohrzylinder in der richtigen Größe für die schmalen Abschnitte im Bauplan ab.
3. Schiebt die Schaumstoffrohrstücke gemäß dem Bauplan in das größere Kunststoffrohr. Benutzt ein Lineal, um sie richtig auszurichten. Ein Beispiel für einen solchen Resonator ist in Abbildung 5.3.3 dargestellt.



Abbildung 5.3.3 . Ein zusammengebauter Vokalresonator.

Aufgabe 5.4 - Messung der Frequenzspektren verschiedener Vokalresonatoren

Nachdem die Resonatoren für die Vokale a , i und u zusammengebaut wurden, ist es an der Zeit, sie zu testen. Menschen unterscheiden zwischen Vokalen auf der Grundlage der **beiden niedrigsten** Formantfrequenzen. In diesem Teil besteht Ihre Aufgabe darin, die von den Modellresonatoren verstärkten Frequenzen zu charakterisieren und ihre Formanten zu bestimmen.

Messverfahren:

1. Das Audioprogramm wird von einem Laborassistenten geöffnet.
2. Führt die Entenlockpfeife **3 cm tief (!)** von der "Kehlkopfseite" aus in den Resonator ein (siehe Abbildung 5.3.3). Achtet darauf, dass sich die Schaumstoffzylinder nicht aus ihrer Position verschieben.
3. Mache einen rechten Mausklick auf das untere Diagramm und führe den Mauszeiger über "Take spectrum screen shot". Blase in die Entenlockpfeife, um einen Ton zu erzeugen. Das Spektrum wird im unteren Diagramm des Programms angezeigt. Das Audiosignal wird über die letzten 5 Sekunden gemittelt. Daher müsst ihr den Ton, den ihr messen möchtet, so lange halten. Achte darauf, dass du mit konstanter Kraft bläst, da sich sonst die Tonhöhe ändern kann und das Spektrum "unscharf" aussieht.
4. Wenn ihr mit dem Spektrum zufrieden seid, klickt auf "Take Spectrum screen shot". Dadurch wird eine Bilddatei im Ordner Desktop/EOES/ScreenShot/ erstellt. Ihr könnt das Bild in diesem Ordner später umbenennen.
5. Wiederholt die Schritte 1. bis 4. für jeden Resonator.

5.4.1. Messt die Spektren des durch die Entenlockpfeife erzeugten und durch die Vokalresonatoren a , i , u gefilterten Schalls. Achtet darauf, dass die Frequenzspitzen gut definiert und nicht "unscharf" sind. Benennt die Spektren in "resonator_a_AUSTRIA.bmp", "resonator_i_AUSTRIA.bmp", "resonator_u_AUSTRIA.bmp" für jeden der entsprechenden a , i , u Vokalresonatoren um. (6 p)

5.4.2. Vergleicht das Spektrum des reinen Tons der Entenlockpfeife mit den Spektren des durch die a , i , u Vokalresonatoren gefilterten Tons. Fertige drei Diagramme der Verstärkung gegen die Frequenz der Resonatoren an - eine für jeden Vokal a , i , u . Der Maßstab der (vertikalen) Verstärkungsachse ist beliebig. Für jedes Diagramm sind unter dem ersten und zweiten Formanten deren ungefähre Frequenzen zu notieren. (6 p)

5.4.3. Notiert diese ersten beiden Formantfrequenzen für jeden Vokalresonator a , i , u auch als Punkte im "Vokal-Raum" (Abbildung 5.4.1.) auf dem Antwortbogen. (3 p)

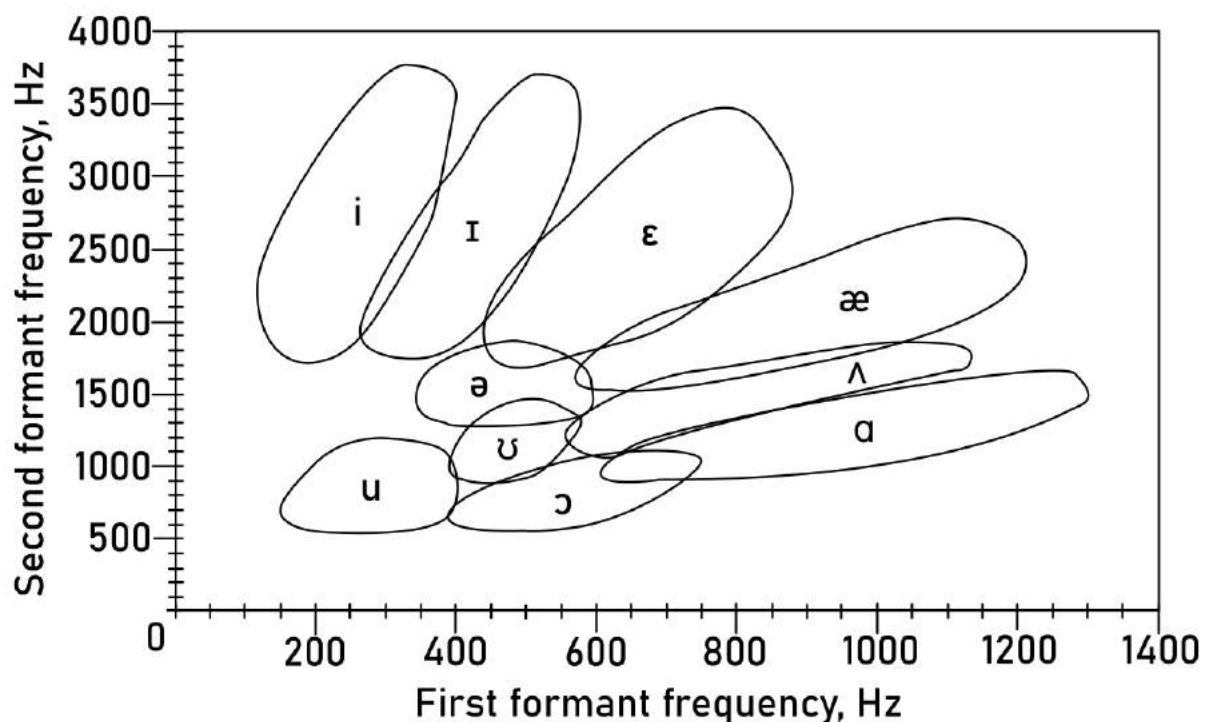
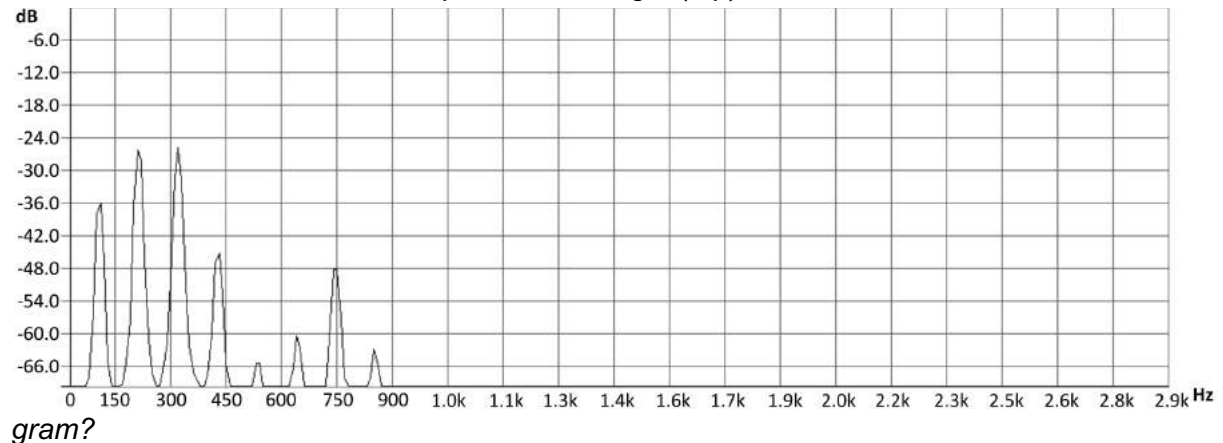


Abbildung 5.4.1. Der "Vokal-Raum": Er zeigt, welche Kombinationen von ersten und zweiten Formanten in verschiedenen gesprochenen Vokalen vorhanden sind.

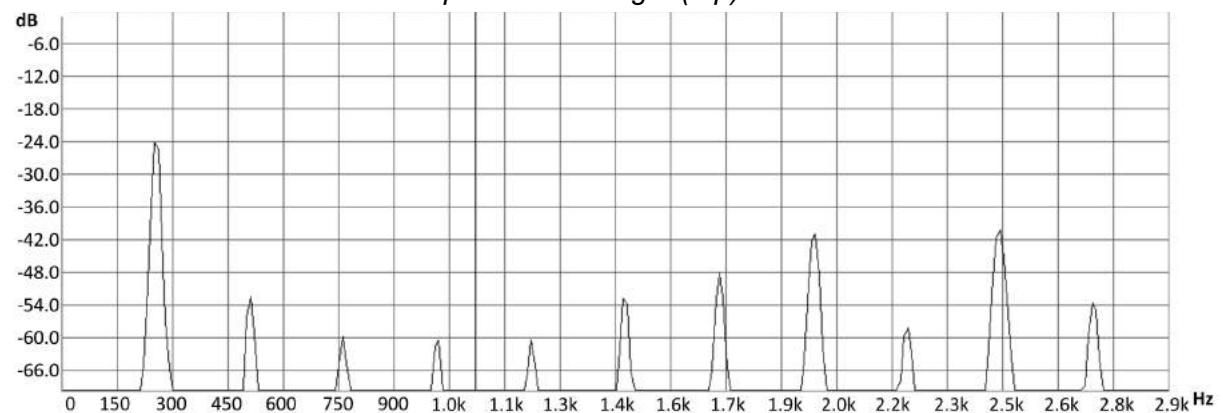
Aufgabe 5.5 Analyse von Klangspektren und Bestimmung von Sprachmustern

Als letzten Test, mit dem ihr euer erworbenes Wissen über die Art und Weise, wie Menschen Laute erzeugen und unterscheiden, unter Beweis stellen könnt, sehen wir uns die Spektren der tatsächlichen menschlichen Sprache an. Unten seht ihr die Spektren der von Menschen erzeugten Vokale a, i, u. Nehmen wir an, dass das Spektrum der Stimmbänder im Bereich von 0-3000 Hz annähernd konstante Peaks aufweist.

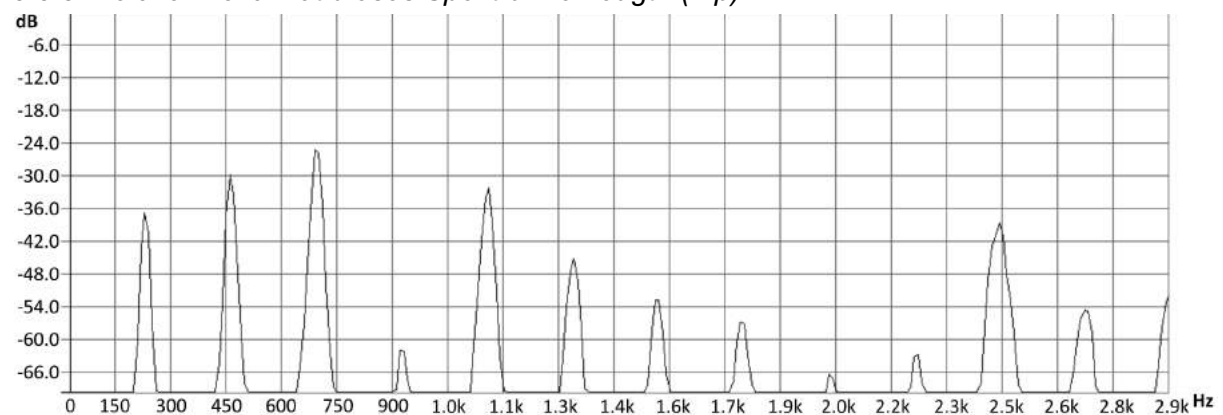
5.5.1 Welcher Vokal hat dieses Spektrum erzeugt? (1 p)



5.5.2 Welcher Vokal hat dieses Spektrum erzeugt? (1 p)



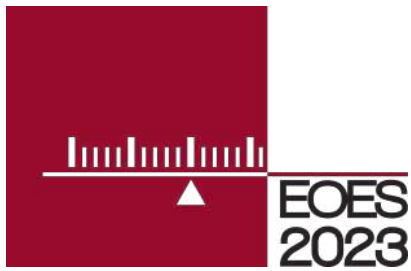
5.5.3 Welcher Vokal hat dieses Spektrum erzeugt? (1 p)



Problem 6

Singt ein Liedchen und tanzt ein bisschen, denn diese Aufgabe ist jetzt erledigt! :)

(zuerst aber KORREKTURLESEN)



Aufgabe 1 ANTWORTBLÄTTER

Gesang und Tanz aus Sicht der Wissenschaft

EOES2023, 01.05.2023

Team _____

Students _____



Problem 1

1.1. Ordnet den Buchstaben zu, der dem richtigen Begriff entspricht, sodass der folgende Satz richtig ist. (2 p)

Obwohl es sich bei [1] nicht um einen quergestreiften Muskel handelt, ist er metabolisch den [2] Muskelfasern sehr ähnlich, was sich auch aus seinem hohen Myoglobingehalt ableiten lässt.

Feld Nr.	Buchstabe (a, b, c)	Punkte
[1]		
[2]		
Gesamtpunkte		

1.2.1. Gebt an, welches Schema den weißen Muskelfasern (W) und welches den roten (R) entspricht. (2p)

Schema	Buchstabe R oder W	Punkte
Schema 1		
Schema 2		
Gesamtpunkte		

1.2.2. Berechnet, wie viele ATP-Moleküle aus einem Glucosemolekül in jeder Muskelfaser hergestellt werden können und wie viele Sauerstoffmoleküle dabei verbraucht werden. (4 p)

Schema	Anzahl	Punkte
Anzahl der ATP-Moleküle, die aus einem Glucosemolekül in Schema 1 erzeugt werden		
Anzahl der ATP-Moleküle, die aus einem Glucosemolekül in Schema 2 erzeugt werden		
Anzahl der O ₂ Moleküle, die zur Herstellung von ATP aus einem Glucosemolekül in Schema 1 benötigt werden		
Anzahl der O ₂ Moleküle, die zur Herstellung von ATP aus einem Glucosemolekül im Schema 2 verwendet werden		
Gesamtpunkte		

1.3.1. Wählt die richtige Ursache für die Blasenbildung. (1 p)

Buchstabe (a, b, c, d)	Punkte

1.3.2. Ordnet eure Proben nach ihrer Katalaseaktivität, beginnend mit der aktivsten Probe. (3 p)

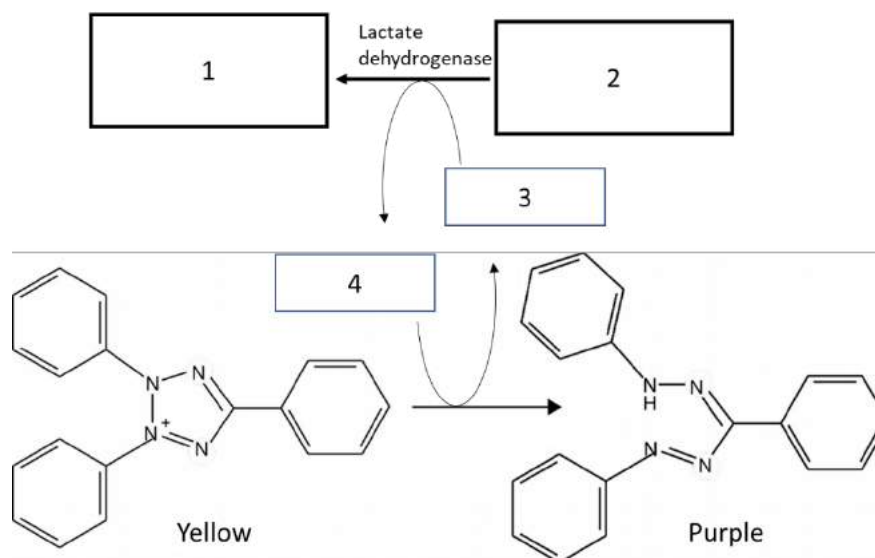
	Buchstabe der Probe (A, B oder C)	Punkte
Katalase mit höchster Aktivität		
Katalase mit durchschnittlicher Aktivität		
Die am wenigsten aktive Katalase		
Gesamtpunkte		

1.3.3. Welche der folgenden Erklärungen erklärt die beobachteten Unterschiede in der Katalaseaktivität? (1 p)

Buchstabe (a, b, c, d, e)	Punkte

1.4.1. Vervollständigt das Reaktionsschema, indem ihr die richtigen Reaktanten in die richtigen Kästchen in der Tabelle schreibt. (2 p)

Antwortmöglichkeiten: A - Lactat; B - Pyruvat; C- NAD^+ ; D - $\text{NADH}+\text{H}^+$; E - ATP; F - ADP



<i>Zahl</i>	<i>Buchstabe</i>	<i>Punkte</i>
1		
2		
3		
4		
Gesamtpunkte		

1.4.2. Die Probe ist korrekt vorbereitet. (3 p)

<i>Buchstabe der Probe</i>	<i>Punkte</i>	<i>Unterschrift des Laborassistenten</i>
A		
B		
C		
Gesamtpunkte		

1.4.3. Füllt die Tabelle mit euren Ergebnissen aus und verwendet die angegebenen Zahlen, um die Farben zu kodieren. (6 p)

Gelb	Orange	Rot	Braun	Lila
1	2	3	4	5

	A	B	C	A1	B1	C1
0,5 Minuten						
1 Minute						
1,5 Minuten						
2 Minuten						
2,5 Minuten						

Punkte für diese Aufgabe

Insgesamt	
-----------	--

Bestätigung der Ergebnisse. Unterschrift des Laboranten _____

1.4.4. Ordnet die Proben A1-C1 nach ihrer Lactatdehydrogenase-Aktivität, beginnend mit der aktivsten Probe. (3 p)

	Buchstabe der Probe (A1, B1 oder C1)	Punkte
Die aktivste Lactatdehydrogenase		
Lactatdehydrogenase mit durchschnittlicher Aktivität		
Die am wenigsten aktive Lactatdehydrogenase		
Insgesamt		

1.4.5. Vergleichen Sie die Proteinkonzentration in den Proben A und A1 auf der Grundlage Ihrer Enzymaktivität unter Verwendung der Symbole $>$, $=$, $<$. (1 p)

	Vergleichen Sie $>$, $=$, $<$		Punkte
Die Proteinkonzentration von A1 beträgt		als in A	

Problem 2

2.1.1. Gebt die Wellenlänge an, die für die Messung der Hämoglobinkonzentration am besten geeignet ist. (1 p)

Buchstabe (A, B, C, D)	Punkte

2.1.2. Gebt die Konzentrationen der von euch hergestellten Hämoglobinlösungen an. (3p)

Zeigt die Berechnung der Konzentration für Röhrchen 1.

Berechnung	Punkte

Röhrchen Nr.	Konzentration, g/L	Punkte
Standardlösung		
1		
2		
3		
4		
5		
6		

2.1.3. Schreibt die Messungen auf, die ihr erhalten habt. (4.5 p)

Röhrchen Nr.	Absorption	Punkte
Standardlösung		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
Insgesamt		

2.1.4. Siehe Millimeterpapier. (6 p)

Gesamtpunkte	
--------------	--

2.1.5. Vorbereitung von verdünnten Proben. Schreibt auf, wie viel Wasser ihr hinzufügen müsst und wie hoch der Verdünnungsfaktor in dieser Küvette sein wird. (2 p)

Röhrchen Nr.	Antwort	Punkte
Wasser, Mikroliter		
Verdünnungsfaktor, k		
Insgesamt		

2.1.6. Schreibt die erhaltenen Messungen auf. (3 p)

Muster	Absorption	Punkte
A		
B		
C		
A1		
B1		
C1		

Insgesamt	
-----------	--

2.1.7. Füllt die Tabelle aus, falls zusätzliche Messungen erforderlich sind, und gebt an, warum. (3 p)

Muster	Zusätzliche Messung erforderlich (Ja/Nein)	Grund für die zusätzliche Messung - 1 - außerhalb der Kalibrierungskurve 2 - außerhalb des Messbereichs des Geräts	Punkte
A			
B			
C			
A1			
B1			
C1			
Insgesamt			

2.1.8. Füllt die Tabelle für die Proben aus, die zusätzlich verdünnt werden mussten. (2 p)

Probe	Menge der Probe, Mikroliter	Wassermenge, Mikroliter	k	Absorption	Punkte

2.1.9. Berechnet die Anfangskonzentration von Myoglobin in jeder Probe. (7 p)
 Zeigt die Berechnung der Konzentration für Probe A.

Berechnung	Punkte

Probe	Myoglobin, g/L	Punkte
A		
B		
C		
A1		
B1		
C1		
Insgesamt		

2.1.10. Gebt an, welcher Muskel (A1, B1, C1) die größten Sauerstoffreserven hat. (1 p)

Buchstabe	Punkte

Problem 3

3.1. Tragt die Ergebnisse eurer Messungen ein (8 p)

Probe	Anfangsgewicht , g	Gewicht nach der Verbrennung, g	Wassertempera- tur vor der Verbrennung, °C	Höchste erreichte Wassertempera- tur während des Experiments °C

Insgesamt	
-----------	--

3.2. Berechnet aus euren Daten den Brennwert aller Lebensmittel in kcal/100g und tragt eure Antworten in den Antwortbogen ein. Zeigt eure Berechnung für Kartoffelchips. (6 p)

Berechnung	Punkte

	Kartoffelchips	Reiswaffel	Maisflips	Punkte
kcal/100g				

3.3. Markiert, in welche Energieformen die in der Glucose enthaltene chemische Energie jeweils umgewandelt wird. (2 p)

Zustand	Buchstabe (A, B, C)	Punkte
Metabolische Aktivität		
Verbrennung		

3.4. Kreuzt an, ob der aerobe (A) oder anaerobe (N) Stoffwechsel der Verbrennung näher kommt. (1 p)

Buchstabe	Punkte

3.5. Beurteilt die Sätze auf dem Aufgabenblatt und identifiziert, welcher Satz der richtige ist. (1 p)

Buchstabe (a, b, c, d)	Punkte

3.6. Beurteilt, welches Lebensmittel den höchsten Kalorienwert pro Masse hat :
A: Fette, B: Kohlenhydrate, C: Proteine, D: Salz (1 p)

Buchstabe (a, b, c, d)	Punkte

3.7. *Schreibt in den Antwortbogen die Buchstaben, die den Prozessen entsprechen, warum eure Daten euch weniger Kalorien liefern als auf der Verpackung angeführt. (2 p)*

Buchstabe (a, b, c, d, e, f)	Punkte

Problem 4

4.1. Bestimmt, ob die Stimmbänder beim Atmen offen (A) oder geschlossen (B) sind. (1p)

Buchstabe (A oder B)	Punkte

4.2. Bestimmt, welche Muskeln bei Kontraktion die Stimmbänder öffnen und schließen. Welcher Muskel verändert die Länge der Stimmbänder? (3 p)

Zustand nach der Muskelkontraktion	Buchstabe des Muskels (A, B, C)	Punkte
Öffnet die Stimmbänder		
Schließt die Stimmbänder		
Verkürzt die Stimmbänder		
Insgesamt		

4.3. Notiert eure Beobachtungen auf dem Antwortbogen. (4 p)

Ton	Vibration des Kehlkopfes (+ vorhanden, - nicht vorhanden)	Stimmbänder offen (A) oder geschlossen (B)	Punkte
[f]			
[v]			
Insgesamt			

Problem 5

5.1.1. Schreibt die Grundfrequenz (die erste Harmonische) dieser speziellen Gitarrensaite auf. (1 p)

Frequenz, Hz	Punkte

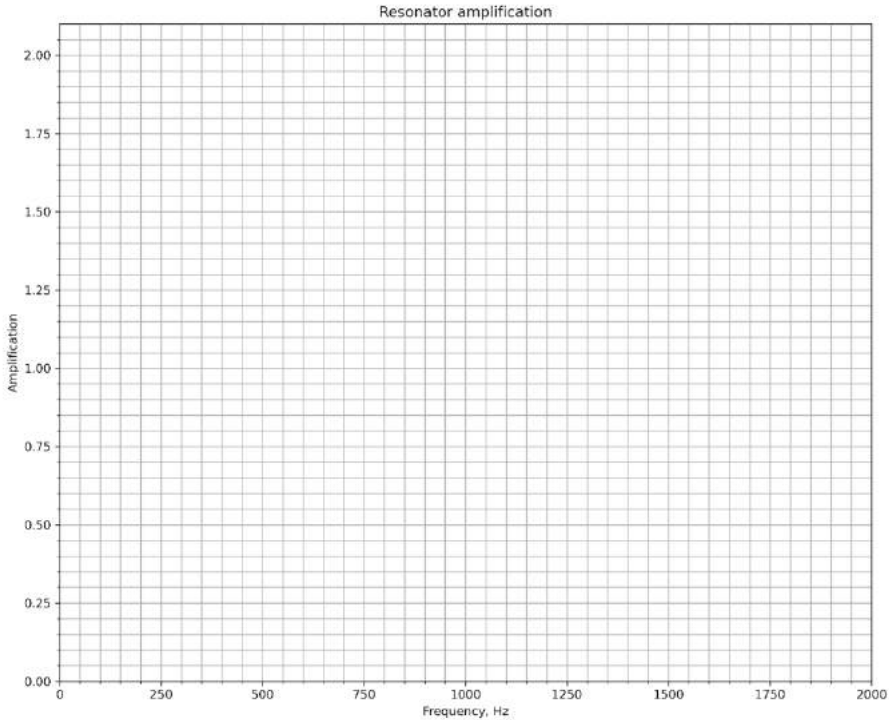
5.1.2. Schreibt auf, wie viele Harmonische einschließlich der Grundschwingung ihr in den Spektren erkennen könnt und welche Frequenzen sie haben. (3.5 p)

	Antwort	Punkte
Anzahl der Harmonischen		
Frequenzen der Harmonischen		
Insgesamt		

5.1.3. Schreibt in den Antwortbogen, ob alle möglichen Oberschwingungen im Frequenzbereich 0-2500 Hz vorhanden sind. Wenn nicht, markiert im Diagramm, wo die fehlenden Oberschwingungen liegen würden. (1.5 p)

	Antwort	Punkte
Sind alle Oberschwingungen vorhanden (J - ja, N - nein)		
Insgesamt		

5.1.4. Bestimmt und zeichnet die Resonatorverstärkung als Funktion der Frequenz für die unten gegebene Schallquelle und das resultierende Schallspektrum. (4 p)

	Antwort	Punkte
		

5.1.5. Was sind die Frequenzen der ersten beiden Formanten dieses Resonators? (1 p)

	Antwort	Punkte
f_1		
f_2		
Insgesamt		

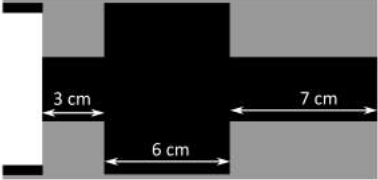
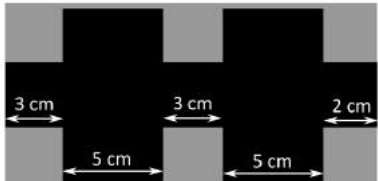
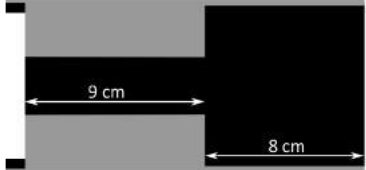
5.2.1. Wenn man die Länge des Rohrblatts, das aus dem Stöpsel herausragt, vergrößert, erhöht sich die Frequenz der Entenlockpfeife, verringert sie sich oder bleibt sie gleich? . (1 p)

	Antwort	Punkte
Ringle die korrekte Antwort ein. Die Frequenz...	erhöht sich verringert sich bleibt gleich	

5.2.2 Stellt die Rohrblatt-Position so ein, dass die Entenlockpfeife einen Ton mit einer Grundfrequenz von 150 Hz erzeugt. Messt das Spektrum der Entenlockpfeife und stellt sicher, dass die Frequenzspitzen klar erkennbar und nicht "unscharf" sind. Benennt das Spektrum in "duck_call_AUSTRIA.bmp" um. (4 p)

Insgesamt	
-----------	--

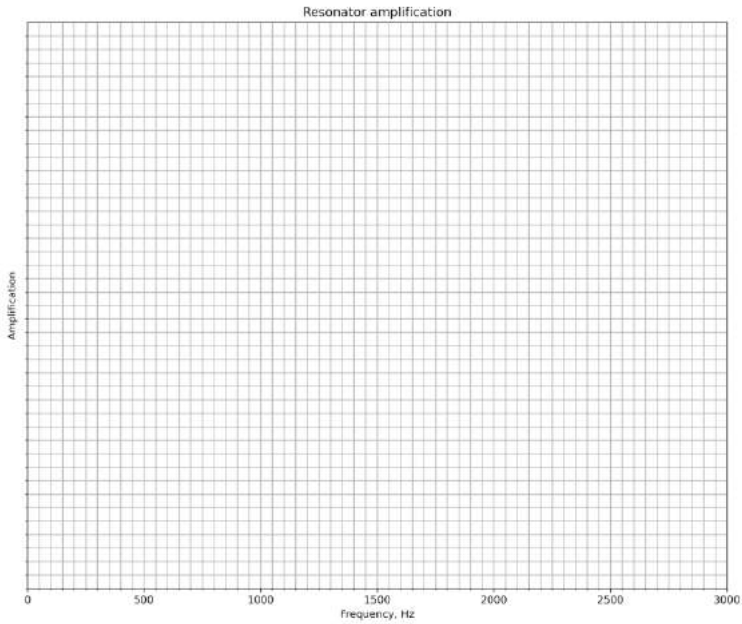
5.3.1 Schaut euch den Modellplan für die drei Vokale unten an und ordnet jedes der Modelle dem entsprechenden Vokal zu, je nachdem, was ihr auf den MRT-Aufnahmen erkennen könnt. Notiert eure Auswahl auf dem Antwortbogen (3 p)

	Antwort ([a], [i], [u])	Punkte
		
		
		
Insgesamt		

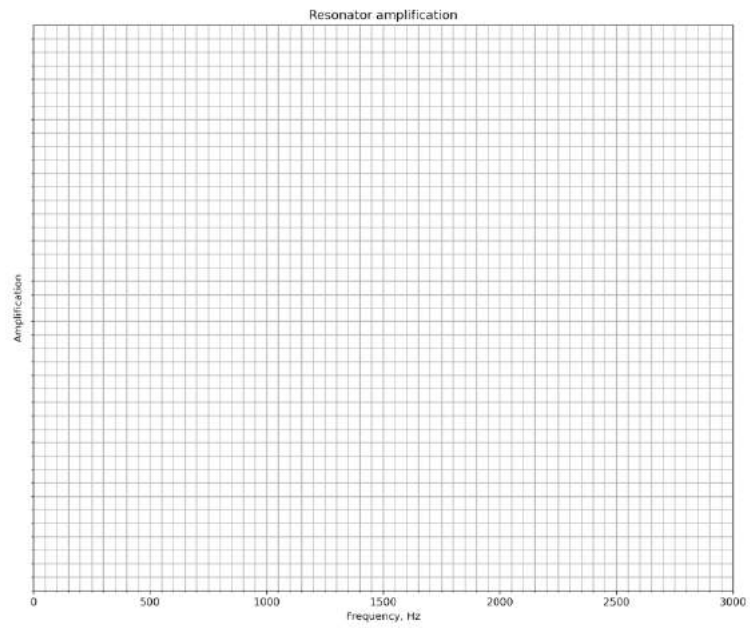
5.4.1. Messt die Spektren des durch die Entenlockpfeife erzeugten und durch die Vokalresonatoren a, i, u gefilterten Schalls. Achtet darauf, dass die Frequenzspitzen gut definiert und nicht "unscharf" sind. Benennt die Spektren in "resonator_a_AUSTRIA.bmp", "resonator_i_AUSTRIA.bmp", "resonator_u_AUSTRIA.bmp" für jeden der entsprechenden a, i, u Vokalresonatoren um. (6 p)

Vokal	Vom Bewerter vergebene Punkte	Punkte
[a]		
[i]		
[u]		
Insgesamt		

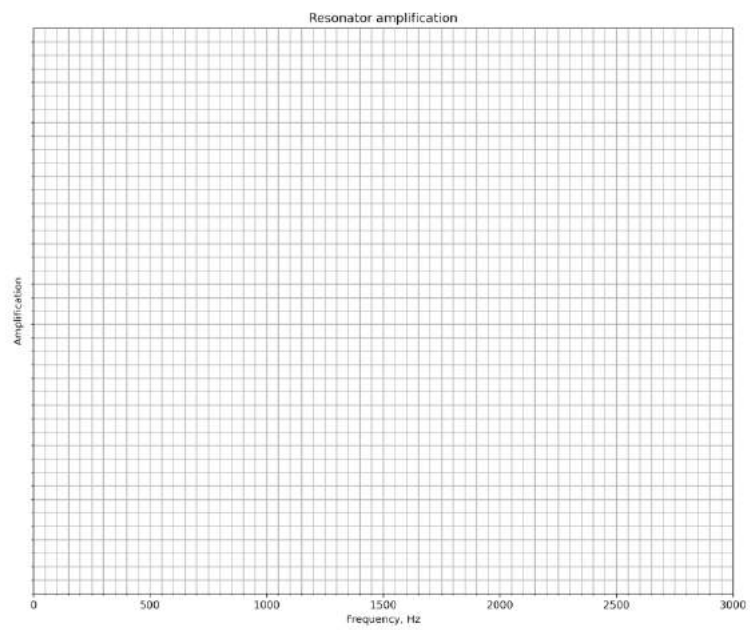
5.4.2. Vergleiche das Spektrum des reinen Tons der Entenlockpfeife mit den Spektren des durch die *a*, *i*, *u* Vokalresonatoren gefilterten Tons. Fertige drei Diagramme der Verstärkung gegen die Frequenz der Resonatoren an - eines für jeden Vokal *a*, *i*, *u*. Der Maßstab der (vertikalen) Verstärkungsachse ist beliebig. Für jedes Diagramm sind unter dem ersten und zweiten Formanten deren Frequenzen zu notieren. (6 p)

Vokal	Deine Skizze	Punkte
[a]		

[i]

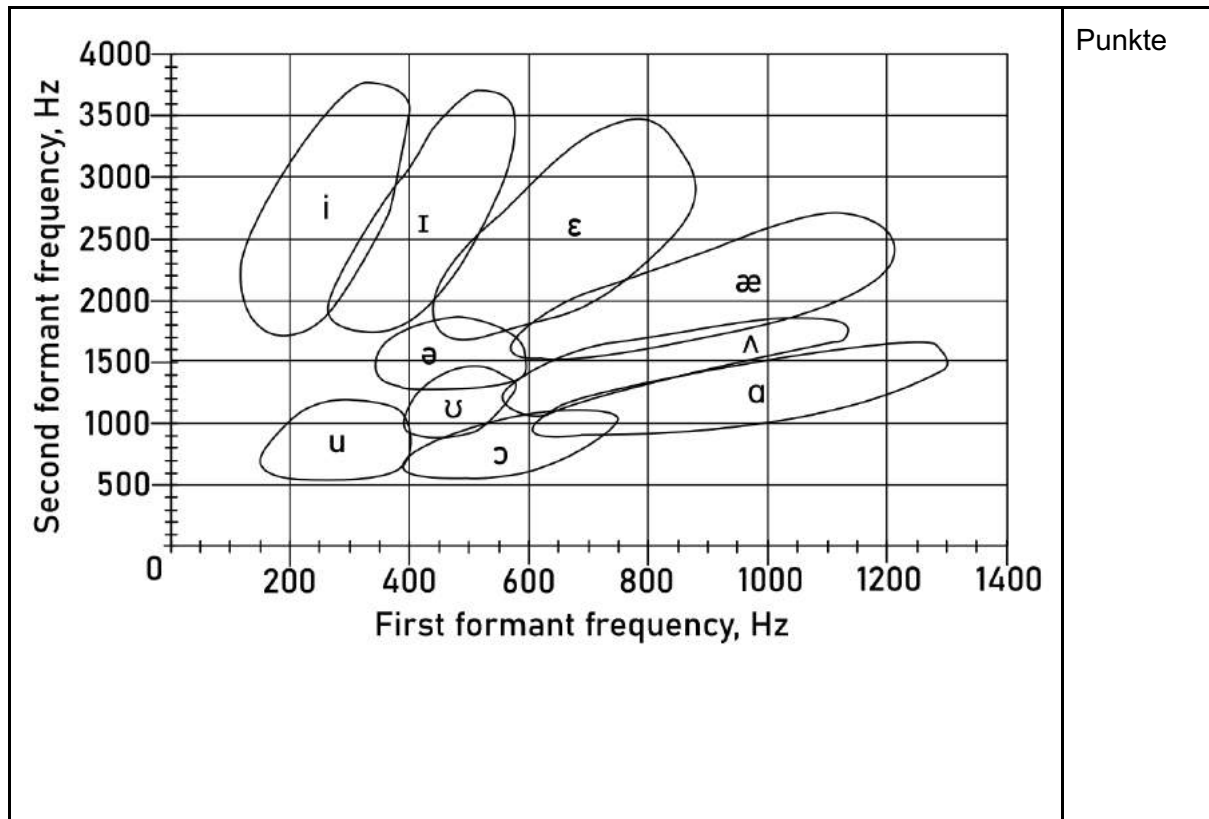


[u]



Insgesamt

5.4.3. Notiert diese ersten beiden Formantfrequenzen für jeden Vokalresonator a , i , u auch als Punkte im “Vokal-Raum” (Abbildung 5.4.1.) auf dem Antwortbogen. (3 p)



5.5.1 Welcher Vokal hat dieses Spektrum erzeugt? (1 p)

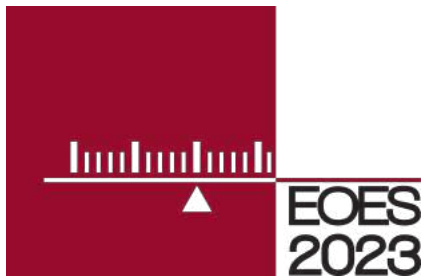
Antwort	Punkte

5.5.2 Welcher Vokal hat dieses Spektrum erzeugt? (1 p)

Antwort	Punkte

5.5.3 Welcher Vokal hat dieses Spektrum erzeugt? (1 p)

Antwort	Punkte



Aufgabe 2

Aufgabenblätter

Schlaue Gurke



Einführung in die Aufgabe:

Eine Kreislaufwirtschaft (Circular Economy) ist ein Produktions- und Konsummodell, bei dem vorhandene Materialien und Produkte so lange wie möglich geteilt, benutzt, wiederverwendet, repariert, aufgearbeitet und recycelt werden. Ein Beispiel für einen Kreislaufwirtschaft wäre die Nutzung von Abfällen, die bei alltäglichen Aktivitäten entstehen, als Energiequelle.

In Lettland wird in einer der Abfallverwertungsanlagen aus Bioabfällen Gas erzeugt, das zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt wird. Diese Wärme wird zum Beheizen von Gewächshäusern verwendet, in denen das ganze Jahr über Gemüse angebaut werden kann, selbst im kältesten Winter. Die Pflanzen werden in einem Hydroponik-System (Anbau von Landpflanzen mithilfe von Nährstoffen, ohne Unterstützung durch einen Boden) angebaut, was eine bessere Kontrolle über die Anbaubedingungen ermöglicht. Das Gewächshaus ist ein intelligentes Gewächshaus, das die Umgebungsbedingungen - Temperatur, Licht, Luftfeuchtigkeit, CO₂-Gehalt in der Luft - misst und sie bei Bedarf anpasst.

In dieser Aufgabe erkundet ihr die Prinzipien des Anbaus von Pflanzen in einem hydroponischen System in einem intelligenten Gewächshaus. Stellt euch vor, euer Team wird von einem örtlichen Abfallwirtschaftsbetrieb gebeten, bei der Planung eines intelligenten Gewächshauses zu helfen. Gemeinsam müsst ihr ein hydroponisches System für den Anbau von Gurken auf die effizienteste Art und Weise bauen.

Hier sind die ungefähren Zeiten, die ihr für jede Aufgabe braucht. Einige Aufgaben erfordern zu Beginn keine fachspezifischen Kenntnisse, also überlegt euch gut, wie ihr die Aufgaben unter euch aufteilt.

Problem 1 - Schätzung der Wasserhärte - 2 Stunden

Problem 2 - Herstellung einer hydroponischen Nährlösung - 2 Stunden

Problem 3 - Wie Wasser in Pflanzen transportiert wird - 2 Stunden

Problem 4 - Wasserbedarf von Pflanzen - 3 Stunden

Problem 5 - Erforschung der Hydroponik - 2 Stunden

Problem 6 - Entwurf eines Gewächshauses - 30 min

Problem 1 - Wasserhärte (31 p)

Materialien und Ausrüstung

- 25 mL Bürette mit Stativ
- Kleiner Trichter
- Becherglas für Abfälle
- Zwei 20,0 mL Vollpipetten
- Drei 100 mL Erlenmeyerkolben
- 5 mL Messpipette
- 10 mL Messpipette
- Pipettierhilfe
- Kleiner Spatel (benutzt je eine Seite des Spatels pro Indikator)
- Flasche mit der Wasserprobe (blau markiert)
- Flasche mit EDTA-Lösung (grün markiert)
- Flasche mit MgSO_4 -Lösung ($c \approx 0,005 \text{ mol/L}$, genaue Konzentration steht auf der Flasche, rot markiert)
- Flasche mit Ammoniumpuffer $\text{pH}=10 \text{ NH}_3/\text{NH}_4\text{Cl}$ (beschriftet mit „Buffer pH10“, schwarz markiert)
- Flasche mit Natronlauge $\text{NaOH } 1 \text{ mol/L}$ (gelb markiert)
- Eppi mit Eriochromschwarz T Indikatorgemisch (1:100 Verreibung von Eriochromschwarz T und NaCl , blau markiert, beschriftet mit “ET”)
- Eppi mit Murexid Indikatorgemisch (1:100 Verreibung von Murexid und NaCl , rot markiert, beschriftet mit “MRX”)
- Spritzflasche mit Deionat (zum Reinigen der Kolben und Geräte)

Achtung! Ihr arbeitet mit teils gefährlichen Substanzen. Tragt unbedingt Schutzbrillen und Handschuhe. Falls ihr mit Chemikalien in Kontakt kommt (Hände, Augen, Gesicht), spült die Stelle gut unter kaltem Wasser ab und informiert den Laborassistenten.

Einleitung

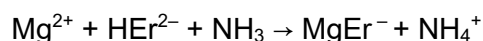
Für Wachstum und Entwicklung benötigen Pflanzen Licht, Wasser und einige Mineralstoffe. In unserem Gewächshaus werden Wärme und Licht aus Gas erzeugt. Für die Bewässerung ist es am einfachsten, auf Grundwasser zurückzugreifen. Aufgrund des felsigen Untergrunds von lettischen Böden ist das Grundwasser meistens „hart“. Die Verwendung von hartem Wasser für Hydrokulturen ist unpraktisch, da sich dabei Kalkablagerungen bilden können. Daher wird in der ersten Aufgabe die Härte des verfügbaren Grundwassers bestimmt.

Die Wasserhärte kann mittels instrumenteller Analyse quantifiziert werden. Die Gesamtwasserhärte ergibt sich aus der Summe der molaren Konzentrationen von Ca^{2+} und Mg^{2+} (in der Einheit mol/L oder mmol/L), die normalerweise in CaCO_3 -Äquivalenten angegeben wird, wie in der folgenden Tabelle.

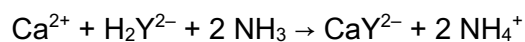
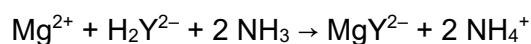
Wasserhärte	mmol/L Ca^{2+} and Mg^{2+} Ionen	mg/L CaCO_3
weich	0 - 0.6	0 - 60
mittel	0.6 - 1.2	60 - 120
hart	1.2 - 1.8	120 - 180
Sehr hart	> 1.8	>180

Die Konzentration an Ca^{2+} und Mg^{2+} wird gewöhnlich durch komplexometrische Titration bestimmt. Während der Titration bilden diese Ionen einen Komplex mit der Verbindung Titriplex III (ein Natriumsalz von EDTA). Die Wasserhärte kann dann aus der Gesamtmenge von Kalzium- und Magnesiumionen berechnet werden.

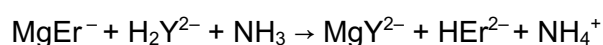
Für die Titration wird ein Ammoniumpuffer hinzugefügt, um den pH-Wert der Lösung bei ca. 10 einzustellen. Bei diesen Bedingungen können sowohl Kalzium als auch Magnesium mit EDTA reagieren. Um den Äquivalenzpunkt zu bestimmen, wird als Indikator Eriochromschwarz T (ein Azofarbstoff) verwendet. In freier Form ist der Indikator blau, mit Metallionen bildet er rote oder violette Koordinationsverbindungen. Vor der Titration reagiert Eriochromschwarz T (HEr^{2-}) mit einem Teil der Magnesiumionen (im Überschuss vorhanden) zu einem roten Komplex:



Während der Titration reagiert EDTA (in Form von H_2Y^{2-}) zuerst mit den restlichen Magnesium- und Kalziumionen in Lösung, wobei die Komplexe MgY^{2-} and CaY^{2-} entstehen:



Gegen Ende der Titration findet die Reaktion zwischen dem Magnesium-Indikator-Komplex und EDTA statt. Die Reaktion beruht darauf, dass EDTA mit Magnesiumionen deutlich stabilere Komplexe bilden kann:



Daher wird die Farbe der Lösung am Endpunkt der Titration von den freiwerdenden Indikatormolekülen bestimmt – die Farbe der Lösung ändert sich von rot bzw. violett zu blau.

Beachtet, dass die Reaktionen um den Äquivalenzpunkt nicht sehr schnell ablaufen und es ein wenig dauern kann, bis die Umwandlung zwischen den Komplexen stattgefunden hat!

Für die separate Bestimmung der Konzentrationen der Kalzium- und Magnesiumionen in der Lösung arbeitet man unter Reaktionsbedingungen, bei denen nur die Kalziumionen mit EDTA reagieren. In stark basischem Milieu ($\text{pH} = 12\text{-}13$) kann Ca^{2+} mit EDTA einen stabilen Komplex bilden. Der Endpunkt wird unter diesen Bedingungen mit einem anderen Indikator (Murexid, MX^-) bestimmt. Dieser Indikator reagiert gleich wie Eriochromschwarz T – es bildet sich ein Komplex mit einem Teil der Kalziumionen (anstelle des Magnesiums), der dann mit EDTA reagiert. Am Endpunkt der Titration verfärbt sich durch den freiwerdenden Indikator die Lösung von pink zu violett. In einem so basischen Milieu werden die Magnesiumionen als Hydroxid ausgefällt und stören daher die Bestimmung der Kalziumionen nicht.

Experimentelle Durchführung:

1.1. Titerbestimmung der EDTA-Lösung

1. Befüllt die Bürette mit der EDTA-Lösung.
2. Überführt mit der Vollpipette 20,0 mL der Magnesiumsulfat-Standardlösung ($c \approx 0,005 \text{ mol/L}$, genaue Konzentration steht auf der Flasche) in einen 100 mL Erlenmeyerkolben.
3. Fügt mit einer Pipette 5 mL des Ammoniumpuffers ($\text{pH} = 10$) hinzu.
4. Gebt mit der Löffelseite des Spatels eine kleine Menge Eriochromschwarz T Indikatorgemisch (ca. 2-3 mm) zu und mischt die Lösung durch leichtes Schwenken.
5. Titriert mit der $\sim xx \text{ mol/L}$ EDTA-Lösung bis die pinke Farbe nach blau umschlägt.
6. Wiederholt die Bestimmung so oft wie ihr es für nötigt haltet, um drei exakte EDTA-Volumina zu erhalten, auf deren Basis ihr die genaue Konzentration der EDTA-Lösung berechnen könnt.
7. Berechnet anhand des Verbrauchs an EDTA die exakte Konzentration der Lösung.

1.1.1 *Schreibt die chemischen Reaktionen, die während Schritt 5 der Titerbestimmung der EDTA-Lösung ablaufen, in das Antwortblatt. (2 p)*

1.1.2. *Gebt das Volumen an verbrauchter EDTA-Lösung auf dem Antwortblatt an. Kreist die Werte ein, die ihr für die Berechnung verwendet. (4 p)*

1.1.3. *Berechnet die exakte Konzentration der EDTA-Lösung. Gebt dabei den Rechenweg an. (3 p)*

1.2. Bestimmung der Wasserhärte

1. Überführt mit der Vollpipette 20 mL der Wasserprobe in einen 100 mL Erlenmeyerkolben.
2. Fügt mit einer Pipette 5 mL des Ammoniumpuffers ($\text{pH} = 10$) hinzu.
3. Gebt mit der Löffelseite des Spatels eine kleine Menge Eriochromschwarz T Indikatorgemisch (ca. 2-3 mm) zu und mischt die Lösung durch leichtes Schwenken.

4. Titriert mit der EDTA-Lösung bis die pinke Farbe nach blau umschlägt.

Wiederholt die Titration so oft wie nötig, um den Verbrauch an EDTA-Lösung akkurat zu bestimmen. Verwendet die Ergebnisse der Titration, um die Wasserhärte (in mmol/L) der analysierten Wasserprobe zu bestimmen.

1.2.1 Schreibt die chemischen Reaktionen, die während Schritt 4 der Bestimmung der Wasserhärte ablaufen, in das Antwortblatt. (2 p)

1.2.2. Übertragt die Volumina an verbrauchter EDTA-Lösung in das Antwortblatt. Kreist die Volumina ein, die ihr für die Berechnung verwenden werdet. (4 p)

1.2.3. Berechnet die exakte Wasserhärte. Gebt den Rechenweg auf dem Antwortblatt an. (3 p)

1.2.4. Ordnet eurer Wasserprobe anhand der Tabelle in der Einleitung einen Wasserhärtegrad zu und tragt eure Antwort am Antwortblatt ein. (1 p)

1.3. Bestimmung der Konzentration der Kalziumionen

1. Überführt mit der Vollpipette 20 mL der Wasserprobe in einen 100 mL Erlenmeyerkolben.
2. Fügt mit einer Pipette 5 mL der 1 mol/L Natriumhydroxidlösung hinzu.
3. Gebt mit der flachen Seite des Spatels eine kleine Menge Murexid Indikatorgemisch (ca. 2-3 mm) zu und mischt die Lösung durch leichtes Schwenken.
4. Titriert mit der EDTA-Lösung bis die pinke Farbe nach violett umschlägt.

Wiederholt die Titration so oft wie nötig, um den Verbrauch an EDTA-Lösung akkurat zu bestimmen. Verwendet die Ergebnisse der Titration, um die Konzentration der Calciumionen (in mmol/L) in der analysierten Wasserprobe zu bestimmen.

1.3.1 Schreibt die chemischen Reaktionen auf, die während Schritt 2 und 4 der Bestimmung der Kalziumionenkonzentration stattfinden, und übertragt die Gleichungen auf das Antwortblatt. (3 p)

1.3.2. Übertragt die Volumina an verbrauchter EDTA-Lösung in das Antwortblatt. Kreist die Volumina ein, die ihr für die Berechnung verwenden werdet. (4 p)

1.3.3. Berechnet die exakte Konzentration der Kalziumionen. Gebt den Rechenweg auf dem Antwortblatt an. (3 p)

1.4. Berechnung der Konzentration der Magnesiumionen

Berechnet die Konzentration der Magnesiumionen (in mmol/L) in der Wasserprobe unter Verwendung der erhaltenen Werte für die Wasserhärte und die Konzentration der Kalziumionen.

1.4.1. Gebt euren Rechenweg und das Endergebnis auf dem Antwortblatt an. (2 p)

Problem 2 – Zubereitung einer Nährlösung für Aquakulturen (40 p)

Materialien und Ausrüstung

- Laborwaage (Genauigkeit $d = 0,01 \text{ g}$)
- Spatel
- Wägeschiffchen
- 100,00 mL Maßkolben
- 15 mL Plastikröhrchen für das Salzgemisch
- Mörser
- Verschieden Salze für die Zubereitung der Nährlösung, genaue Auflistung im Text
- Spritzflasche mit Wasser zum Reinigen der Utensilien
- Papiertücher
- Deionat für die Zubereitung der Nährlösung

SÄUBERT DEN SPATEL UND DAS WÄGESCHIFFCHEN JEDES MAL, BEVOR IHR SIE FÜR DAS NÄCHSTE SALZ VERWENDET!

Einleitung

Wenn Pflanzen in einer Aquakultur gezüchtet werden, ist es besonders wichtig, alle nötigen Mineralstoffe zur Verfügung zu stellen. Die Nährlösung ist der einzige Weg, um diese Elemente zuzuführen. In diesem Experiment werdet ihr eine Nährlösung für Gurken aus anorganischen Salzen zubereiten. Für die Berechnung der genauen Menge der einzelnen zu verwendenden Salze erhaltet ihr Informationen über die Zusammensetzung von handelsüblichem Gurkendünger und dessen Anwendung.

Die drei essentiellen Mineralstoffe, die Gurken benötigen, sind Kalium, Stickstoff und Phosphor. Auch Mikronährstoffe wie Magnesium sind wichtig. Typischerweise wird der Stickstoffgehalt des Düngers in Form des Massenanteils (in %) des Stickstoffs angegeben. Der Gehalt an Phosphor, Kalium und Magnesium wird durch den Massenanteil (in % der Gesamtmasse des Feststoffs) ihrer Oxide beschrieben. Für beide Schreibweisen ist unerheblich, in welcher chemischen Form sie tatsächlich in der Düngelösung enthalten sind.

Die Zusammensetzung eines handelsüblichen Gurkendünger-Salzgemisches ist gegeben als:

- Stickstoff (N) – 15% (davon 10% in Form von Nitraten NO_3^- und 5% in Form von Ammonium NH_4^+)
- Lösliches Phosphorpentoxid (P_2O_5) – 8%
- Lösliches Kaliumoxid (K_2O) – 24%
- Lösliches Magnesiumoxid (MgO) – 3%

Um die Nährlösung zuzubereiten werden 2,0 g des Dünger-Salzgemisches in 1,0 L Wasser gelöst.

Eure Aufgabe ist es, die Angaben zur Düngerzusammensetzung zu verwenden, um eine Nährlösung für Gurken zusammenzustellen. Hierfür müsst ihr berechnen, welche Salze und welche Mengen davon in der Dünger-Salzmischung enthalten sein sollten. Wichtig ist, dass die erhaltene Mischung wasserlöslich ist, damit die geforderten Nährstoffmengen in der Lösung erreicht werden.

Folgende Salze stehen euch zur Verfügung: KCl , KNO_3 , K_2CO_3 , $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, K_3PO_4 , $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, NH_4NO_3 , NH_4Cl .

Ihr habt außerdem eine Löslichkeitstabelle für verschiedene Salze gegeben.

Molmasse von Ionen bzw. Ionenverbindungen und von ihren wasserfreien Salzen (in g/mol) sowie deren ungefähre Wasserlöslichkeit in g / 100 g (gekennzeichnet durch Schattierung)

E°, V	-2.93	-2.91	-2.87	-2.71	-2.37	-1.66	-1.19	-0.76	-0.74	-0.45	-0.26	-0.14	-0.13	-0.04	0.00	+0.34	+0.80	+0.85	
Cations and their molar mass	K ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Fe ³⁺	H ⁺	Cu ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	NH ₄ ⁺
Anions and their molar mass	39.098	137.327	40.078	22.990	24.305	26.982	54.938	65.38	51.996	55.845	58.693	118.710	207.2	55.845	1.008	63.546	107.868	200.59	18.038
SO ₄ ²⁻ 96.063	174.26	233.39	136.14	142.04	120.37	342.15	151.00	161.44	392.18	151.91	154.76	214.77	303.26	399.88	98.08	159.61	311.80	296.65	132.14
NO ₃ ⁻ 62.005	101.10	261.34	164.09	84.50	148.32	213.00	178.95	189.39	238.01	179.85	182.70	242.72	331.21	241.86	63.01	187.56	169.87	324.60	80.04
SO ₃ ²⁻ 80.063	158.26	217.39	120.14	126.04	104.37	×	135.00	145.44	×	135.91	138.76	×	287.26	×	82.08	×	295.80	×	116.14
PO ₄ ³⁻ 94.971	212.27	601.92	310.18	163.94	262.86	121.95	354.76	386.08	146.97	357.48	366.02	546.07	811.54	150.82	98.00	380.58	418.58	791.71	149.09
HPO ₄ ²⁻ 95.979	174.18	233.31	136.06	141.96	120.28	317.94	150.92	161.36	391.93	151.82	154.67	214.69	303.18	399.63	98.00	159.53	311.72	296.57	132.06
CO ₃ ²⁻ 60.009	138.21	197.34	100.09	105.99	84.31	×	114.95	125.39	×	115.85	118.70	×	267.21	×	62.03	×	275.75	×	96.09
SiO ₃ ²⁻ 76.084	154.28	×	116.16	122.06	100.39	282.21	131.02	141.46	332.24	131.93	134.78	194.79	283.28	339.94	78.10	139.63	×	×	×
AcO ⁻ 59.052	98.15	256.43	159.18	82.04	143.41	206.14	174.04	184.48	231.15	174.95	171.80	×	326.30	235.00	60.06	182.65	166.92	319.69	77.09
O ²⁻ 15.999	94.20	153.33	56.08	61.98	40.30	101.96	70.94	81.38	151.99	71.84	74.69	134.71	223.20	159.69	18.02	79.55	231.74	216.59	×
OH ⁻ 17.007	56.11	171.34	74.09	40.00	58.32	78.00	88.95	99.40	103.02	89.86	92.71	152.73	241.22	106.87	18.02	97.56	×	×	×
Cl ⁻ 35.453	74.55	208.23	110.98	58.44	95.21	133.34	125.84	136.29	158.36	126.75	129.60	189.62	278.11	162.20	36.46	134.45	143.32	271.50	53.49
Br ⁻ 79.904	119.00	297.14	199.89	102.89	184.11	266.69	214.75	225.19	291.71	215.96	218.50	278.52	367.01	295.56	80.91	223.35	187.77	360.40	97.94
I ⁻ 126.905	166.00	391.14	293.88	149.89	278.11	407.70	308.75	319.19	432.71	309.65	312.50	372.52	461.01	×	127.91	×	234.77	454.40	144.94
S ²⁻ 32.065	110.26	169.39	72.14	78.05	56.37	150.16	87.00	97.45	200.19	87.91	90.76	150.78	239.27	×	34.08	95.61	247.80	232.66	68.14

For all compounds, molar masses are given with 2 decimal places.

☐ soluble (solubility in water > 1g/100g)

▒ slightly soluble (solubility in water 0.1- 1g/100g)

■ insoluble (solubility in water <0,1g/100g)

▒ hydrolysis

⊠ oxide reacts with water

2.1. Bestimmung der im Dünger enthaltenen Ionen

2.1.1. *Nutzt die Angaben zur Zusammensetzung des Düngers und schreibt auf, welche Ionen in der Düngerlösung vorhanden sind, wenn sie nur aus einem Teil der angegebenen Salze bestehen und sich vollständig im Wasser auflösen lässt! Füllt die Tabelle auf dem Antwortbogen aus. (4 p)*

Wenn ihr mit eurer Antwort zufrieden seid, **ruft den Laborassistenten. Er wird das entsprechende Antwortblatt einsammeln und euch eine Tabelle mit der richtigen Antwort aushändigen.**

Es wird vorgeschlagen, dass ihr die Menge jedes einzelnen Ions im Dünger berechnet, aber ihr dürft einen beliebigen Rechenweg nehmen, um zum Ergebnis zu kommen. Sofern die resultierende Masse aller Salze richtig ist, bekommt ihr die volle Punktzahl für diese Aufgabe. Falls ihr eure eigene Rechenmethode verwenden wollt, macht bei 2.2.1. weiter. Gebt eure Berechnungen auf einem **separaten Blatt ab, das ihr mit P2.1.2 beschriftet.**

2.1.2. *Berechnet den Massenanteil jedes Ions und gleicht die Ladungen aus, um zu bestimmen, welches zusätzliche Ion anwesend sein muss (unter der Prämisse, dass die Löslichkeit erhalten bleibt). Überträgt die Antworten auf das Antwortblatt. (7 p)*

2.2. Berechnung der Zusammensetzung des Düngers

Findet heraus, aus welchen Salzen der Dünger besteht. Berechnet den Massenanteil jedes Salzes im Dünger. Verwendet dafür die Informationen über die Zusammensetzung des Düngers. Ihr solltet dabei so wenig Salze wie möglich und so wenige chemische Elemente, die nicht unter den Nährstoffen vorkommen, wie möglich verwenden.

2.2.1. *Gebt auf dem Antwortblatt an, welche Salze ihr verwenden werdet, indem ihr die richtigen Salze einkreist. (5 p)*

Es kann sein, dass ihr nach der Berechnung zusätzliche Salze auswählen müsst.

2.2.2. *Gebt auf dem Antwortblatt an, welche Masse ihr von den ausgewählten Salzen benötigt um 100 g Düngesalzmischung herzustellen. (10 p)*

2.3. Zubereitung der Nährlösung

Zu diesem Zeitpunkt der Aufgabe solltet ihr eure Antwortblätter zu Aufgabe 2.1. und 2.2. dem Laborassistenten abgeben. Ihr erhaltet eine Tabelle mit der richtigen Salzzusammensetzung.

Verwendet die berechneten Massenanteile aus Aufgabe 2.2, um **1,00 g** Düngesalzmischung herzustellen. Ihr könnt den Mörser verwenden, um eine möglichst homogene Mischung herzustellen.

2.3.1. *Gebt auf dem Antwortblatt die Einwaage von den jeweiligen Salzen in der Tabelle an. (1p)*

Verwendet die zubereitete Salzmischung und reines Deionat, um 100,00 mL der hydroponischen Nährlösung herzustellen. Verwendet hierzu den Maßkolben und beschriftet ihn mit AUSTRIA_A/B. Gebt den Rest der Salzmischung in das leere Plastikröhrchen und beschriftet es mit AUSTRIA_A/B.

2.3.2. *Beschriftet den Kolben und das Plastikröhrchen. Nachdem ihr fertig seid, wird vom Laborassistenten die Leitfähigkeit der Lösung gemessen, um die Qualität eurer Arbeit zu beurteilen. Auch euer Salzgemisch wird untersucht. (6 p)*

2.4. Auswirkungen der Wasserhärte

Wenn man das Grundwasser für die Nährlösung verwenden möchte, muss man bedenken, dass es nicht deionisiert ist. Geht für dieses Beispiel von Grundwasser mit einer Ca^{2+} -Konzentration von 1,2 mmol/L und einer Mg^{2+} -Konzentration von 0,3 mmol/L aus.

Berechnet die Konzentration der Magnesiumionen in der Nährlösung, wenn sie gemäß den Instruktionen für die Verwendung des Düngers mit Deionat zubereitet wird.

2.4.1. *Gebt die berechnete Konzentration an Mg^{2+} auf dem Antwortblatt an. (1 p)*

Verwendet man das gegebene Grundwasser, verändert sich die Konzentration der Magnesiumionen signifikant. Daher muss die chemische Zusammensetzung der Salzmischung für die Nährlösung entsprechend angepasst werden.

2.4.2. *Füllt die Tabelle auf dem Antwortblatt mit den angepassten Mengen der Magnesiumionen aus. (1 p)*

2.4.3. *Markiert die Salze (mit ja/nein = Y/N in der Tabelle auf dem Antwortblatt), deren Einwaage geändert werden muss, um eine geeignete Salzmischung für die Herstellung einer Nährlösung mit Grundwasser zu erhalten. (5 p)*

Tatsächlich kann das Grundwasser trotz der Mengenanpassungen nicht für die Herstellung einer Nährlösung verwendet werden.

2.4.4. *Gebt die chemische Formel der Verbindung an, deren Entstehung verhindert, dass man Grundwasser zur Herstellung der Nährlösung verwenden kann und notiert die Antwort am Antwortblatt. (2 p)*

Problem 3 Wassertransport in Pflanzen

Materialien und Ausrüstung

- Vorgeschnittene Gurkenstängelquerschnitte in einer Petrischale
- Lichtmikroskop
- Objektträger aus Glas
- Deckgläser
- Pinzette
- Tropfpipette
- Färbelösung mit Astra-Blau und Safranin
- Wasser
- Filterpapier
- Skalpell und Nadel für die Manipulation von Querschnitten
- Gurkenblatt, geteilt mit Problem 4
- Andere Materialien (Spitzer, Radiergummi, Lineal, Taschenrechner)

Nachdem das Wasser zusammen mit Mineralien von den Wurzeln aufgenommen wurde, fließt das Wasser durch die ganze Pflanze.

3.1. Füllt die Lücken mit den angegebenen Begriffen aus. (8 p)

Es werden nicht alle Begriffe verwendet, während einige mehrmals vorkommen können. Füllt die Begriffe hier auf dem Aufgabenblatt aus, um das Ausfüllen der Tabelle auf dem Antwortbogen zu erleichtern.

Begriffe:

- | | |
|------------------------------|-------------------|
| a) aktiven Transport | i) Markscheide |
| b) atmen | j) Überdruck |
| c) zweikeimblättrigen | k) Ring |
| d) Verdunstung (Evaporation) | l) Spaltöffnungen |
| e) einkeimblättrigen | m) Transpiration |
| f) Unterdruck | n) Leitbündels |
| g) organische Substanzen | o) Wasser |
| h) Phloem | p) Xylem |

Die Gefäße von Pflanzen bestehen aus zwei Arten von Geweben, 1.[.....] und [.....], die für den Transport von 2.[.....] und [.....] durch die Pflanze verantwortlich sind. In nicht verholzten Organen sind diese Gewebe in Strukturen organisiert, die als Leitbündel bezeichnet werden und in verschiedenen Teilen der Pflanze, wie Wurzeln, Stängeln und Blättern, zu finden sind. 3.[.....]-Gewebe transportiert Wasser und Mineralien von den Wurzeln zum Rest der Pflanze, während 4. [.....]-Gewebe organische Verbindungen wie Zucker und Aminosäuren dorthin transportiert, wo sie gebraucht werden.

Die Struktur der Gefäße kann je nach Pflanzenart und Umweltbedingung variieren. Bei 5.[.....] Pflanzen sind die Leitbündel typischerweise in einem 6.[.....] im Stamm angeordnet, während die Leitbündel bei 7. [.....] Pflanzen über den ganzen Stamm verstreut sind. Im häufigsten Typ der Leitbündel befindet sich das 8. [.....]-Gewebe weiter in der Mitte, während sich das 9. [.....]-Gewebe weiter außen befindet.

Die Bewegung von Wasser und Mineralien durch das Xylemgewebe wird durch einen Prozess, der 10. [.....], verursacht, bei der durch den Prozess der 11.[.....] das Wasser durch 12.[.....] aus dem Blatt verdunstet. Dadurch entsteht ein 13. [.....], der Wasser und Mineralien von den Wurzeln durch das 14. [.....]-Gewebe. Der Fluss der organischen Verbindungen durch das 15.[.....]-Gewebe wird dagegen durch einen Prozess angetrieben, der als Druckfluss bezeichnet wird und den 16.[.....] von Zucker und anderen Verbindungen von der Wurzel in der Pflanze zu den Orten transportiert wird, an denen diese Verbindungen benötigt werden (Bereiche des aktiven Wachstums (z. B. apikale und laterale Meristeme und Früchte) oder Bereiche der Zuckerspeicherung (Knollen und Zwiebeln)).

3.2. Querschnitt eines Gurkenstängels

Am Arbeitsplatz befinden sich bereits geschnittene Querschnitte des Gurkenstängels in Wasser, die in 70%iger Alkohollösung aufbewahrt wurden. Befolgt sorgfältig die folgende Anleitung für die Mikroskopie-Vorbereitung und Färbung.

Zielsetzung:

Ein Leitbündel im vorgeschrittenen Gurkenstängel mit Hilfe von Mikroskopie und Färbetechniken betrachten, messen und zeichnen.

Durchführung:

- 1) Am Arbeitsplatz findet ihr vorgeschrittene Querschnitte.
Wählt eine dünne Probe von guter Qualität und gleichmäßiger Dicke.
- 2) Legt die Probe auf einen sauberen Glasobjektträger.

3.2.1. Ruft den Laborassistenten zu eurem Arbeitsplatz, um eure Auswahl zu bewerten. Er wird euren Antwortbogen ausfüllen und unterschreiben (1 p)

- 3) Gebt einen Tropfen des Farbstoffs auf die Probe.
- 4) Lasst die Probe eine Minute lang in der Farbe liegen.
- 5) Spült die Probe mit Wasser ab.
- 6) Tupft das überschüssige Wasser mit einem Filterpapier vom Querschnitt ab.
Wiederhole die Spülung so lange, bis das Wasser klar ist.
- 7) Legt ein Deckglas auf die gefärbte Probe.
- 8) Betrachtet die Probe unter dem Mikroskop.
- 9) Stellt den Fokus ein und wählt die passende Vergrößerung, um ein Leitbündel zu betrachten.
- 10) Sucht nach einem gut erkennbaren Leitbündel, bei dem alle Teile sichtbar sind.

3.2.2. Wählt ein Leitbündel von guter Qualität aus und fertigt eine biologische Zeichnung des Leitbündels mit 2 bis 3 Schichten der umgebenden Zellen auf dem Antwortbogen an (siehe die angegebenen Kriterien). (8 p)

Eine biologische Zeichnung zeigt die Fähigkeit, Beobachtungen zu machen. Sie ist eine genaue Darstellung des zu untersuchenden Objekts in einer Zeichnung, die die Proportionen aller Strukturen berücksichtigt. Es wird nur das gezeichnet, was beobachtet wird, und der Detaillierungsgrad ist dem Objekt angemessen. Beim Zeichnen der im Mikroskop sichtbaren Zellen werden nur einige wenige Zellen gezeichnet, um das Gesamtbild zu repräsentieren.

Bewertungskriterien für biologische Zeichnungen.

- Die Zeichnung wird mit einem Bleistift und klaren Linien gezeichnet.
- Die Zeichnung zeigt die Form der Zellen sowie die Form und Größe der Bestandteile, genau wie sie unter dem Mikroskop zu sehen sind.
- Die Zeichnung hat Beschriftungen, die bezeichnen, was dargestellt wurde. Die Beschriftungen sollten waagrecht und außerhalb der Zeichnung geschrieben werden. Die Markierungslinien sollten mit dem Lineal gezeichnet werden und sich nicht überschneiden.
- Der für die Beobachtung verwendete Maßstab beziehungsweise die Vergrößerung ist angegeben.

Diese Aufgabe/Zeichnung braucht aus Platzgründen KEINEN TITEL. Benutzt die Buchstaben aus Aufgabe 3.1, um die Zeichenelemente zu beschriften.

Betrachtet den gesamten Querschnitt. Beantwortet Fragen zum Querschnitt. Schreibt den richtigen Buchstaben in das Antwortblatt.

3.2.3. Wie sind die Leitbündel in der Gurke angeordnet? (1 p)

- a) In einem Ring
- b) Über den ganzen Stamm verstreut
- c) In Kreuzform
- d) In zwei konzentrischen Ringen

3.2.4. Safranin bindet an verholztes Gewebe wie Xylem. Wo findet ihr im Gurkenstängel noch Lignin? (1 p)

- a) In der Mitte des Stängels
- b) Eine Zellschicht unter der Epidermis
- c) Im Parenchym
- d) Im Kambium

3.2.5. Welche Aufgabe hat das Lignin in den Zellwänden? (1 p)

- a) Die mechanische Festigkeit erhöhen
- b) Wasser transportieren
- c) Photosynthese betreiben
- d) Die Lagerung des Zuckers gewährleisten

3.2.6. Die Farbe Astra-Blau bindet an (1 p)

- a) Zellwände
- b) Vakuolen
- c) Das Zytoplasma
- d) Den Nukleus

Zellen messen

Wenn wir Objekte im Mikroskop betrachten, können wir ihre Größe auch mit Hilfe von Objekttischskalen und Okularskalen abschätzen. In dieser Aufgabe müsst ihr nicht die genaue Größe einer Leitbündelzelle messen, sondern ihre Größenordnung einschätzen.

Wählt eine Vergrößerung, bei der die Leitbündelzellen gut zu erkennen sind, und schätzt die ungefähre Größe der größten Zelle ab - welchen Anteil eures Blickfeldes nimmt sie ein? Wiederholt das mit zwei anderen Gefäßbündeln. Vergleicht sie dann mit den Bildern, die durch Fotografieren des Lineals unter demselben Mikroskop erhalten wurden (siehe Abbildung 3.2).

Messung von Leitbündelzellen

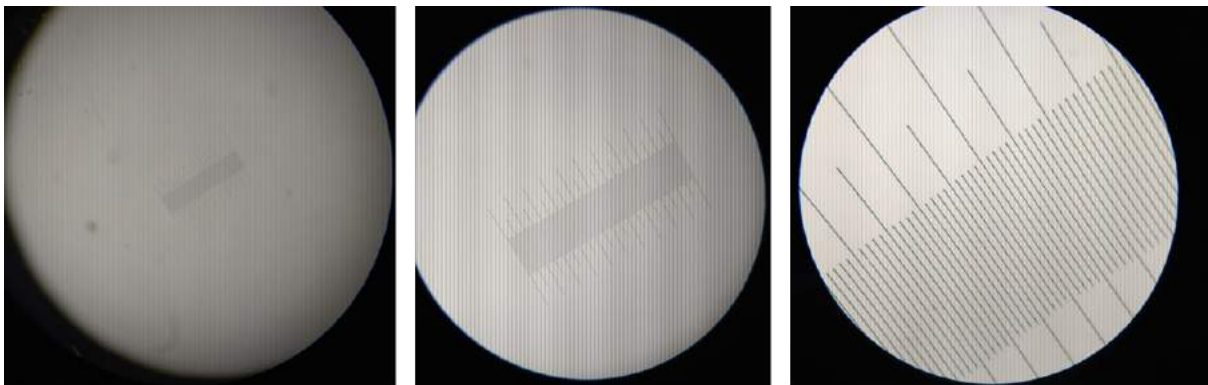


Abbildung 3.2. Ansicht des Lineals in 40-, 100- und 400-facher Vergrößerung. Die gesamte Skala ist 1 mm lang.

3.2.7. Wählt die korrekte ungefähre Dimension des Gefäßzellen Durchmessers (2 p)

- a) 50-500 mm
- b) 5-50 mm
- c) 500-5000 μm
- d) 50-500 μm
- e) 5-50 μm
- f) 50-500 nm
- g) 5-50 nm

Wenn ihr mit dem Betrachten des Querschnitts fertig seid, schaltet das Licht aus und ggf. reinigt das Mikroskop.

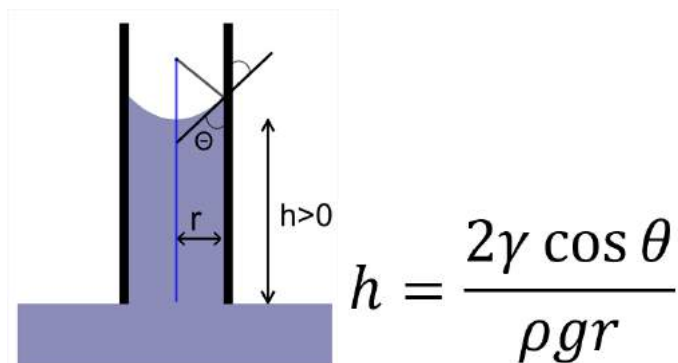
3.2.8. Lest die folgenden Aussagen und markiert, welche auf das Phloem (P), welche auf das Xylem (X), welche auf beide (PX) und welche auf keines dieser Gewebe (0) zutreffen. Tragt eure Antworten in den Antwortbogen ein. (5 p)

- Transportieren Stoffe von den Wurzeln zu den Blättern.
- Besteht aus länglichen, abgestorbenen Zellen mit dicken Zellwänden, die Stütze und Haltbarkeit bereitstellen.
- Kann sich zusammenziehen, um die Bewegung der Flüssigkeit zu erleichtern.
- Transportiert Moleküle gegen ein Konzentrationsgefälle.
- Werden von Blattläusen als Nahrungsquelle angezapft.

3.3. Die Bedeutung der Transpiration.

Ein Teil des Wassertransports im Xylem lässt sich durch die Kapillarwirkung erklären. Unter Kapillarwirkung versteht man den Vorgang, bei dem eine Flüssigkeit in einem engen Raum fließt, ohne dass sie von äußeren Kräften wie der Schwerkraft unterstützt wird oder dieser sogar trotzt. Der Effekt lässt sich beim Aufsaugen von Flüssigkeiten zwischen die Haare eines Pinsels oder in einem dünnen Rohr beobachten. Er entsteht durch die intermolekularen Kräfte zwischen der Flüssigkeit und den umgebenden, festen Oberflächen. Wenn der Durchmesser des Rohrs klein genug ist, wird die Flüssigkeit durch die Oberflächenspannung (die durch die Kohäsion innerhalb der Flüssigkeit verursacht wird) und die Adhäsionskräfte zwischen der Flüssigkeit und der Behälterwand angetrieben.

Die Höhe h einer Flüssigkeitssäule in einer Kapillare wird durch das Jurin'sche Gesetz bestimmt



wo γ die Flüssigkeits-Luft-Oberflächenspannung (Kraft/Längeneinheit), θ der Kontaktwinkel, ρ die Dichte der Flüssigkeit (Masse/Volumen), g die lokale Erdbeschleunigung (Länge/Quadrat der Zeit) und r der Radius des Rohres/Schlauches ist.

Wir wollen herausfinden, ob die Kapillarwirkung ausreicht, um den Wassertransport in Pflanzen zu gewährleisten. Gurken können bis zu 15 Meter, die höchsten Mammutbäume sogar bis zu 100 Meter hoch werden.

3.3.1. Beantwortet die Frage zur Kapillarwirkung. Schreibt den richtigen Buchstaben in das Antwortblatt. (1 p)

Damit die Flüssigkeit höher reicht, sollte man

- a) Die Dichte der Flüssigkeit erhöhen
- b) Den Radius der Kapillare verkleinern
- c) Den Radius der Kapillare vergrößern
- d) Die Oberflächenspannung der Flüssigkeit erniedrigen

Angenommen, eine Schülerin oder ein Schüler beschließt, das Xylemsystem des Mammutbaums im Labor mit Wasser und Glaskapillaren zu modellieren, dann sollte er/sie für ein wassergefülltes Glasrohr in Luft bei Standard-Laborbedingungen $\gamma = 0,0728 \text{ N/m}$ bei 20°C , $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ und $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ annehmen. Da sich Wasser auf sauberem Glas ausbreitet, nehmen wir im Folgenden an, dass der Kontaktwinkel zwischen Wasser und Glas 0° beträgt.

3.3.2. Schreibt eine Gleichung, um die Höhe der Wassersäule in einer Glaskapillare unter den gegebenen Bedingungen zu berechnen. Schreibt eure Gleichung an und berechnet diese so weit wie möglich auf dem Antwortbogen. Ihr könnt das jeweilige Symbol für unbekannte, physikalische Größen verwenden (1 p)

3.3.3. Der Durchmesser der Xylemzelle des Mammutbaumes beträgt 30 Mikrometer. Berechnet die Höhe der Wassersäule, wenn ein/e Schüler/in die Simulation im Labor mit Wasser und einer Glaskapillare mit demselben Durchmesser durchführt. Gebt euer Ergebnis in cm an und rundet es auf eine ganze Zahl. (1 p)

Der Prozess der Transpiration wird als entscheidender Mechanismus für den Transport von Wasser und Nährstoffen durch das Xylemsystem der Pflanzen betrachtet, da die Kapillarwirkung allein nicht ausreicht. Auf der Grundlage dieses Wissens wird sich der nächste Teil auf das Zählen der Spaltöffnungen konzentrieren, die kleine Öffnungen auf der Blattoberfläche sind und die Verdunstung während der Transpiration ermöglichen. Die Anzahl, Verteilung und Art der Spaltöffnungen variiert bei verschiedenen Pflanzen. Innerhalb einer Pflanze kann die Verteilung und Anzahl der Spaltöffnungen zwischen der Ober- und Unterseite der Blätter variieren.

Ziel: Stellt Präparate der Blattober- und Blattunterseite des Gurkenblattes her (Zupfpräparat: Abziehen der Oberflächenschicht des Blattes ab) und betrachtet die Spaltöffnungen und Epidermiszellen auf der Ober- und der Unterseite des Gurkenblattes.

Durchführung:

- 1) Gebt einen Wassertropfen auf einen Objektträger.
- 2) Um die Epidermis der Unterseite des Blattes zu entfernen, faltet das Blatt vorsichtig über den Zeigefinger, wobei die Unterseite des Blattes nach oben / zu euch zeigt. Zieht mit einer Pinzette die dünne, durchsichtige Haut auf der Unterseite des Gurkenblattes ab. Ein kleines Stück der geschälten Epidermis reicht für die Probe aus, die ihr unter dem Mikroskop betrachten werdet. Es reicht aus, ein kleines Stück der abgeschälten Epidermis zu erhalten.
- 3) Legt den Flächenschnitt auf einen Objektträger in einen Tropfen Wasser und deckt ihn dann mit einem Deckglas ab. Um Luftblasen zu vermeiden, tupft überschüssiges Wasser mit einem Papiertuch oder Filterpapier vom Objektträger ab.
- 4) Betrachtet das Präparat unter dem Mikroskop.
- 5) Stellt den Fokus ein und wählt eine **geeignete Vergrößerung** [400x], um den Schnitt zu fokussieren und die Spaltöffnungen, Schließzellen und Epidermiszellen zu beobachten.
- 6) Zählt die Anzahl der Stomata im Sichtfeld, ohne den Objektträger zu bewegen und notiert eure Beobachtungen in der Tabelle in 3.3.5 unten (Feld 1).
- 7) Bewegt den Objektträger weiter und zählt erneut die Anzahl der Spaltöffnungen. Notiert eure Beobachtungen in der Tabelle 3.3.5 unten (Feld 2).
- 8) Wiederholt Schritt 7 und notiert eure Beobachtungen (Feld 3).
- 9) Berechnet die durchschnittliche Anzahl der Spaltöffnungen in einem Feld des Mikroskops.
- 10) Zeichnet eine biologische Zeichnung von einem Stoma (Spaltöffnungsapparat) und den umgebenden Epidermiszellen und beschriftet die Bestandteile (wie in den zuvor angegebenen Kriterien).
- 11) Wiederholt die Schritte 1 - 10 mit einem Schnitt von der Blattoberseite.
- 12) Reinigt den Objektträger und das Deckglas für die nächste Verwendung.

3.3.4 *Fertigt eine biologische Zeichnung je eines Stoma der Ober- und Unterseite des Blattes am Antwortbogen an. Beschriftet die Stoma-Öffnung mit A, die Schließzellen mit B und die Epidermiszellen mit C. (10 p)*

3.3.5. Tragt eure Messungen der Stomata-Anzahl in den Antwortbogen ein. (6 p)

Nummer	Blattunterseite	Blattoberseite
Spaltöffnungen im Feld 1		
Spaltöffnungen im Feld 2		
Spaltöffnungen im Feld 3		
Durchschnittliche Spaltöffnungen per Feld		

3.3.6. Erklärt die unterschiedliche Stomatadichte auf den beiden Seiten der Blätter, indem ihr die richtige Erklärung auswählt. Kreuzt den entsprechenden Buchstaben auf dem Antwortbogen an. (1 p)

- a) Durch einen höheren Anteil an Stomata auf der Oberseite des Blattes wird eine bessere Effizienz der Photosynthese gewährleistet.
- b) Durch eine geringere Anzahl von Stomata auf der Oberseite des Blattes können die Pflanzen auch in der Nacht Photosynthese betreiben.
- c) Durch eine geringere Anzahl an Stomata auf der Blattoberseite schützen sich die Pflanzen an sonnigen Tagen vor Wasserverlusten.
- d) Durch eine größere Menge an Stomata auf der Oberseite des Blattes können die Pflanzen an regnerischen Tagen mehr Wasser aufnehmen.

Problem 4 Wasserbedarf der Pflanzen

Materialien und Ausrüstung

- Gurkenblatt (gemeinsam mit Aufgabe 3)
- Zwei 3 ml Küvetten mit Deckel
- 50 ml Röhrchen mit 96%igem Ethanol
- Mörser und Pistill
- Trichter
- Filterpapier
- 15 ml Röhrchen mit Deckel
- 2 Plastikpipetten
- Spektralphotometer
- Das Intensitätsspektrum der Sonne (=Lichtquelle) in Abhängigkeit von der Wellenlänge auf einer separaten Seite (Diagramm 1)
- Millimeterpapier

Theoretischer Hintergrund:

Die Intensität des Lichts nimmt beim Durchgang durch ein Objekt ab, weil das elektromagnetische Feld des Lichts mit den Elektronen interagiert. Bei der Übertragung von Licht kann auch ein Teil davon absorbiert werden, da ein Teil der Energie in interne, chemische oder andere Energieformen umgewandelt wird. Die Lichtintensität wird als Leistung pro Fläche ausgedrückt; daher ist die Intensität proportional zur Leistung. Wenn die Leistung des Lichts abnimmt, nimmt auch die Intensität ab. Transmissions- und Absorptionsprozesse können mit Größen beschrieben werden, die Transmission und Absorbanz genannt werden. Wenn die Intensität des Lichtstrahls, der auf das Objekt trifft, I_0 ist, kann die Transmission T mit der folgenden Formel berechnet werden:

$$T = \frac{I}{I_0} \cdot 100\%$$

wobei I die Intensität des durchgelassenen Lichts ist und von der Wellenlänge abhängt.

Die Absorbanz A kann mit der folgenden Formel berechnet werden:

$$A = \log_{10} \frac{I_0}{I}$$

Ein Absorptionsspektrum $A(\lambda)$ reagiert sensitiv auf die Wechselwirkung von Atomen oder Molekülen. Bei einer bestimmten Wellenlänge ist die Absorbanz proportional zur Konzentration einer Lösung. Ein Gerät zur Bestimmung der Absorbanz und Transmission in Lösungen wird Spektrophotometer genannt. Um die Absorbanz und Transmission bestimmter Moleküle zu bestimmen, muss das Gerät auf das Lösungsmittel, in unserem Fall Ethanol, kalibriert werden.

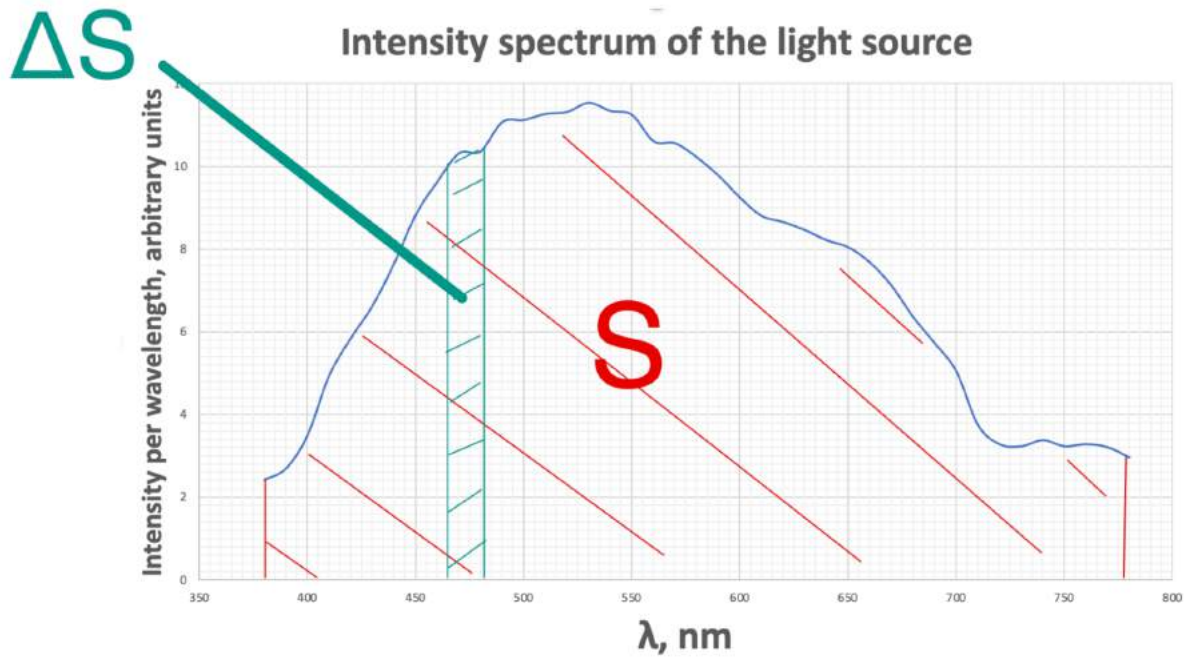


Abbildung 4.1. Intensitätsspektrum der Sonne und Fläche unter der Kurve.
Strahlungsleistung der Lichtquelle im gegebenen Spektrum: $I_0 = 500 \text{ W/m}^2$.

In Abbildung 4.1 ist die Gesamtfläche unter der Kurve S die Gesamtintensität der Lichtquelle I_0 und ΔS ist die Fläche unter der Kurve in einem bestimmten Wellenlängenbereich. Um die Intensität der Lichtquelle in einem bestimmten Wellenlängenbereich zu berechnen, kann die folgende Formel für ΔI_0 verwendet werden:

$$\Delta I_0 = \frac{\Delta S}{S} \cdot I_0.$$

Wenn man die gesamte Fläche S in kleinere Bereiche unter der Kurve aufteilt und die Intensität jedes Bereichs berechnet, kann man, wenn man den Prozentsatz des absorbierten Lichts kennt, die absorbierte Energie pro Sekunde und Quadratmeter berechnen.

Ziel dieser Aufgabe: Bestimmt, wie viel Energie in Joule ein Quadratmeter Gurkenblatt pro Sekunde absorbiert.

Bereitet die Pigmente der Gurkenblätter für die Messung der Lichtabsorption vor

1. Nehmt ein ca. 4 cm^2 großes Stück Gurkenblatt, mahlt es im Mörser und gebt 7 ml Ethanol dazu. Mahlt weiter, bis das Ethanol das Pigment aus dem Blatt extrahiert hat (weniger als 1 Minute).
2. Filtriert die Lösung mit einem Trichter durch Filterpapier in ein 15-ml-Röhrchen
3. Schließt das Röhrchen, um Verdunstung zu verhindern.

4.1. Ruft den Laborassistenten, der das Ergebnis eurer Arbeit zusammen mit eurem Ländercode aufzeichnet. (1 p).

Der Laborassistent wird euch auch das Spektrophotometer zeigen. Ihr habt 15 Minuten Zeit für die Messungen. Wenn alle Geräte belegt sind, wartet bitte. Wenn ihr es nicht schafft, ein komplettes Spektrum zu erfassen, müsst ihr nicht verzweifeln (DOCH!). Ihr könnt mit den nächsten Aufgaben mit Teilspektren weitermachen und die Daten später anhängen, wenn das Gerät wieder frei ist.

Erfasst das Absorptionsspektrum eines Gurkenpigments.

1. Pipettiert 3 ml der extrahierten Pigmentlösung mit einer Plastikpipette in eine Küvette und verschließt sie mit einem Deckel. Bereitet eine weitere Küvette vor, die mit 3ml Ethanol gefüllt ist.
2. Beachtet, dass das Gerät "1" anzeigt, wenn die Absorption die Grenzen des Spektralphotometers überschreitet. In diesem Fall müsst ihr die Probe mit Ethanol verdünnen. Das Absorptionsmaximum des Pigments liegt bei 440 nm.
3. Ihr müsst das Absorptionsspektrum von 380 nm bis 740 nm messen. Verwendet für die ersten Messungen 20 nm-Schritte. Das Spektrum wird ein bis mehrere Absorbanzmaxima aufweisen. Fügt weitere Messungen in 10 nm-Schritten hinzu, um eine höhere Auflösung im Bereich der Peaks zu erreichen.
4. Denkt daran, bei jeder Wellenlänge zu kalibrieren.

Um eine Probe zu messen:

1. Schaltet das Spektralphotometer ein und wartet, bis es den Startvorgang durchläuft.
2. Prüft, ob die Absorption gemessen wird, was durch ABS auf dem Display angezeigt wird. Wenn nicht, schaltet mit den Pfeilen nach links und rechts in den Absorptionsmodus um (Abbildung 4.2.).

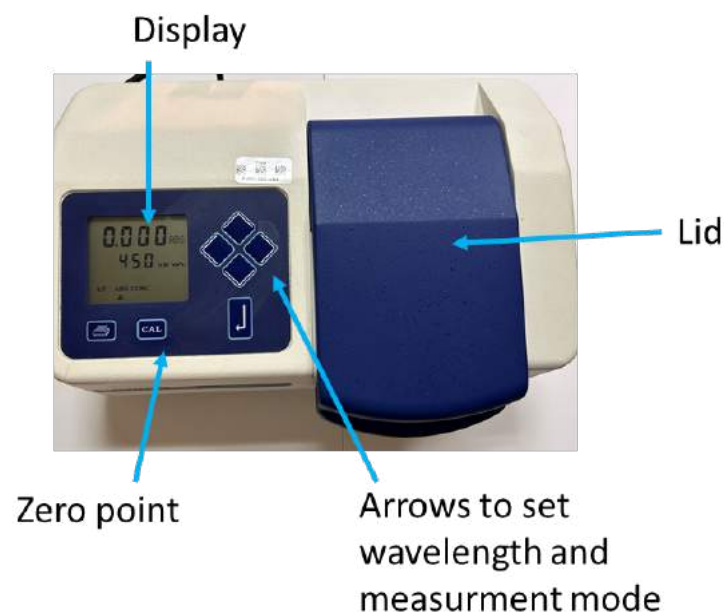


Abbildung 4.2 - Spektralphotometer

3. Stellt die Wellenlänge ein, indem ihr die Pfeile UP und DOWN drückt.
4. Setzt die Küvette ein, die zur Kalibrierung mit Ethanol gefüllt ist. Achtet auf die Ausrichtung des Schlitzes, wo das Licht durchkommt, um die Ausrichtung der Küvette zu bestimmen.
5. Drückt CAL, um zu kalibrieren, und wartet, bis das Display 0.00(0) anzeigt. Die letzte Ziffer kann zeitlich variieren.
6. Achtet darauf, dass die Extinktion (=Absorbanz) des Ethanols gleich 0 und die Transmission gleich 100% ist.
7. Nehmt die Küvette mit dem Ethanol heraus und setzt die Küvette mit der Probe ein.
8. Schließt den Deckel, nehmt die Messung vor und schreibt sie auf.

4.2. Tragt die Messwerte in die Tabelle im Antwortbogen ein. (4 p)

4.3. Zeichnet das Absorptionsspektrum $A=f(\lambda)$ auf das bereitgestellte Millimeterpapier und versucht, den größten Teil der Fläche des Papiers zu nutzen. Benennt das Diagramm "Diagramm 2" (4 p)

Bestimmt die Menge an Lichtenergie, die pro Sekunde von einem Quadratmeter Gurkenblatt absorbiert wird.

Um die vom Blatt absorbierte Energie zu bestimmen, müsst ihr die Flächen unter den Kurven in Diagramm 1 (am Extrablatt) und Diagramm 2 vergleichen.

Teilt beide Diagramme (Intensitätsspektrum der Sonne und das Absorptionsspektrum eines Gurkenblattes) in Wellenlängenintervalle auf. Wählt die Intervalle selbst. Die Intervalle können unterschiedliche Breite haben, müssen aber in beiden Diagrammen übereinstimmen.

4.4. Markiert die gewählten Intervalle in beiden Diagrammen. (4 p)

Berechnet den Anteil der einzelnen Intervallflächen des Intensitätsspektrum der Sonne im Verhältnis zur Gesamtfläche unter dem Intensitätsspektrum der Sonne. Ihr könnt selbst die Methode zur Flächenbestimmung wählen.

4.5. Schreibt die Intervallbrüche (Intervallverhältnisse?) in das Diagramm 1 (3 p)

Berechnet die Strahlungsleistung pro Quadratmeter für jedes Intervall.

4.6. Schreibt die Strahlungsleistung pro Quadratmeter für jedes Intervall in das Diagramm 1. (3 p)

Die erhaltenen Absorbanzwerte können je nach Konzentration der Flüssigkeit und den Abmessungen der Küvette von den tatsächlichen Absorbanzwerten für ein Blatt abweichen. Daher müssen die Daten mit dem Koeffizienten k normalisiert werden. Nehmen wir an, dass die maximale Absorbanz, die man erhalten kann, 2 ist.

$$A = k \cdot A_0,$$

wobei A - Absorption eines Blattes, k - Koeffizient der Normalisierung

$$k = \frac{2}{A_{0max}},$$

A_{0max} - die Absorbanz bei der Wellenlänge, die vom Blatt am meisten absorbiert wird, A_0 - die gemessene Absorbanz bei der gegebenen Wellenlänge.

4.7. Notiert euer berechnetes k auf dem Antwortbogen und zeigt eure Berechnung. (2 p)

4.8 Bestimmt die normierte durchschnittliche Absorption für jedes Intervall des Absorptionsspektrums. Tragt sie in das Diagramm 2 ein. (3 p)

Um k zu berechnen, habt ihr angenommen, dass die maximale Absorbanz eines Blattpigments bei einer bestimmten Wellenlänge gleich 2 ist. Finde mithilfe der Formeln für A und T heraus, wie viel Licht durch die Probe durchgelassen wird, wenn die Absorbanz 2 ist.

4.9. Zeigt eure Berechnungen und das Endergebnis auf dem Antwortbogen. (3 p)

Erstellt eine Tabelle auf dem Antwortbogen, in die ihr die Intervalldaten aus den Diagrammen 1 und 2 einträgt.

4.10. Bestimmt die absorbierte Energie pro Sekunde (absorbierte Strahlungsleistung) für jedes Wellenlängenintervall, und zeigt eure Berechnung für eine Wellenlänge. (3 p)

Findet die Summe aller Energien, die pro Sekunde von allen Wellenlängenintervallen absorbiert werden, um die gesamte pro Sekunde absorbierte Energie (gesamte absorbierte Strahlungsleistung) zu erhalten.

4.11. Notiert eure berechnete Summe am Antwortbogen (1 p)

Gehen wir davon aus, dass die Gurkenpflanze $3 \cdot 10^{-4}$ ml Wasser für jedes absorbierte Joule Licht verbraucht. Wie viel Wasser wird in einer Stunde pro Quadratmeter Gurkenblatt benötigt?

4.12. Notiert euren berechneten Wert und den Rechenweg am Antwortbogen. (2 p)

Problem 5 Hydroponik erforschen

Materialien und Ausrüstung

- 2 PVC-Schläuche in verschiedene Längen
- 90° Rohrknien
- Maßband
- Ein Behälter mit einem Anschluss für einen PVC-Schlauch
- Ständer
- Wasser
- Stoppuhr auf dem Bildschirm
- Klammer, um den Wasserfluss zu stoppen
- Messzylinder
- Permanentmarker
- Millimeterpapier
- Klebeband
- Schere
- Computer mit Excel
- Anleitung zur Verwendung von Excel

Wenn sich Wasser durch ein Rohr bewegt, wird die angrenzende Wasserschicht durch die Wände des Rohrs verlangsamt. Die übrigen Schichten gleiten übereinander und werden ebenfalls verlangsamt. Nehmen wir an, dass die Durchflussmenge Q von Wasser in einem Rohr proportional zum Druckunterschied Δp auf beiden Seiten des Rohrs und der Länge l eines Rohrs hoch n ist:

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} \propto \Delta p \cdot l^n$$

ΔV ist das Volumen des Wassers, das durch die Querschnittsfläche eines Rohres in einem Zeitintervall Δt fließt. Die Dichte des Wassers beträgt ρ 1000 kg/m³, g die Erdbeschleunigung ist gleich - 9,81 m/s², und in Abbildung 5.1 ist h die Höhe des Wassers über dem freien Ende des Rohrs.

Ziel dieser Aufgabe: Ermittelt den Wert von n durch Messung der Durchflussmenge in Abhängigkeit von der Rohrlänge, indem ihr die Länge eines Rohrs verringert.

5.1. *Messt die ursprüngliche Länge der beiden PVC-Schläuche und notiert sie auf dem Antwortbogen (1 p).*

Steckt das 90° Rohrknien auf den PVC-Schlauch. Verbindet den längeren Schlauch mit dem Verbindungsstück, um den in Abbildung 5.1 dargestellten Aufbau zu erstellen. Ihr könnt Klebeband verwenden, um den Schlauch auf der Tischoberfläche zu befestigen .

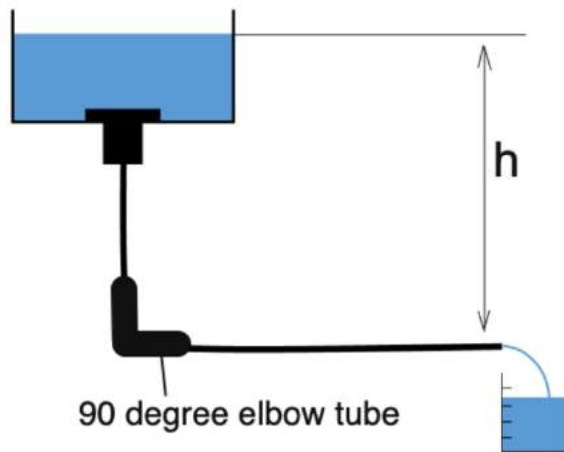


Abbildung 5.1. Schematische Darstellung der Versuchsanlage.

Füllt das System mit Wasser, vermeidet Luftblasen und achtet darauf, dass es nicht ausläuft. Sollte etwas grob undicht sein, bittet den Laborassistenten um Hilfe. Markiert den Wasserstand auf dem Wassertank mit einem kleinen Strich. Ihr braucht diese Markierung, um den Tank aufzufüllen.

Messt das Volumen des Wassers, das aus dem Schlauch fließt und die Zeit, die es braucht. Wählt Höhe und Volumen mit Bedacht. Achtet darauf, dass der Wasserstand im Tank nicht zu stark sinkt, damit sich der Druckunterschied nicht verändert. Stellt den Wasserstand wieder her, sodass h bei jeder Messung gleich ist. Entfernt den langen Schlauch und befestigt den kürzeren Schlauch, führt dieselben Messungen durch.

5.2. Schreibt die Messungen für jede Schlauchlänge auf. Tragt sie in die Tabelle auf dem Antwortbogen ein. Berechnet Δp für jede Messung. (3 p)

Entscheidet, ob diese Einstellung zufriedenstellend ist. Wenn nicht, wählt die Variable, die ihr ändern wollt, und wiederholt die ersten Messungen.

5.3. Wählt die endgültigen Parameter für den Rest des Experiments und füllt die Tabelle im Antwortbogen aus. (2 p)

Wenn ihr die optimale Einstellung gefunden habt, berechnet den Durchfluss Q .

5.4. Zeigt die Berechnungen und Endergebnisse für Q auf dem Antwortbogen. (2 p)

Geht zurück zum langen Schlauch. Kürzt den langen Schlauch ein wenig (vergesst nicht zu messen, wie viel ihr abgeschnitten habt). Achtet darauf, dass ihr nur den horizontalen Teil des Schlauchs abschneidet und den Wasserstand wiederherstellt, damit h bei jeder Messung gleich ist.

Führt mindestens 8 Messungen mit immer kürzerer Schlauchlänge durch, wobei der Höhenunterschied konstant bleibt.

5.5. Tragt eure Daten in den Antwortbogen ein (4 p)

Zeichnet das Diagramm $Q = f(\ell)$ in Excel . Fügt eine Trendlinie und Gleichung hinzu, um n zu finden. Wählt die richtige Funktion für die Trendlinie. Eine Anleitung zur Bedienung von Excel findet ihr auf einem separaten Blatt.

5.6. Schreibt die Trendliniengleichung in den Antwortbogen (2 p)

5.7. Notiert euer Ergebnis für n (2 p)

Gehen wir davon aus, dass der Wasserfluss jede Stunde für 1 Minute eingeschaltet wird. Berechnet, wie lang der Schlauch deines Systems sein sollte (und dein verwendeter Wasserstand), um die richtige Durchflussmenge gemäß den Ergebnissen in Aufgabe 4.12 zu gewährleisten.

5.8. Zeigt die Berechnungen und schreibt die Antwort auf den Antwortbogen. (2 p)

Problem 6 - Design eines Gewächshauses

6.1. *Ausgehend von der Grundwasserzusammensetzung in Problem 1, welches ist das wahrscheinlichste Grundgestein deines Gewächshaus-Standortes? Schreibt den Buchstaben der Antwort auf den Antwortbogen. (1 p)*

- a) Sand
- b) Dolomit
- c) Tonerde
- d) Granit

6.2. *Warum sollte das Grundwasser, das ihr im Gewächshaus habt, nicht für die Zubereitung der Nährlösung verwendet werden? Schreibt den Buchstaben der Antwort auf den Antwortbogen. (1 p)*

- a) Es enthält zu viel Magnesium, das für Pflanzen schädlich ist.
- b) Es würde zu Kalkablagerungen in den Rohren führen.
- c) Es würde dazu führen, dass sich alle Mineralien zu Sedimenten ablagern und von den Pflanzen nicht genutzt werden können.
- d) Das Kalzium im Wasser würde Ca(OH)_2 bilden, wodurch das Wasser für Pflanzen ungeeignet wäre.

Ihr entscheidet, dass ihr ein Gewächshaus bauen wollt, das Platz für 100 Gurkenpflanzen bietet. Der Blattflächenindex (leaf area index) ist die einfache Blattfläche pro Einheit der Bodenfläche. Für den Gurkenanbau wird angenommen, dass der Blattflächenindex 3 betragen sollte.

6.3. *Gebt an, was passieren würde, wenn ihr Gurken mit einem größeren oder kleineren Blattflächenindex pflanzen würdet. Markiert Konsequenzen, die ihr im Falle eines größeren Index erwarten würdet, mit L und die im Fall eines kleineren, mit S. Wenn nichts davon passt, markiert die Aussage mit 0. Vergesst nicht, eure Antwort in den Antwortbogen zu übertragen. (4 p)*

Die Blätter würden bis wenig Licht erhalten

Du würdest wirtschaftliche Verluste erleiden

Die Luft im Gewächshaus wäre zu feucht

6.4. *Schätzt die Fläche, die ihr für den Anbau von 100 Gurkenpflanzen benötigt, ab. Geht von der geschätzten Fläche eines Gurkenblattes aus, das ihr zu Beginn der Aufgabe auf eurem Tisch hattet. In einem Gewächshaus wachsen normalerweise 15 Blätter pro Pflanze. (2 p) Falls ihr ein weiteres Blatt für diese Aufgabe benötigt, wird euch eines gezeigt.*

6.5. *Ihr entscheidet, euer Gewächshaus mit Glas zu verkleiden. Welcher Teil des Lichtspektrums sollte von Glas nicht absorbiert werden? Schreibt den Buchstaben der Antwort auf den Antwortbogen. (1 p)*

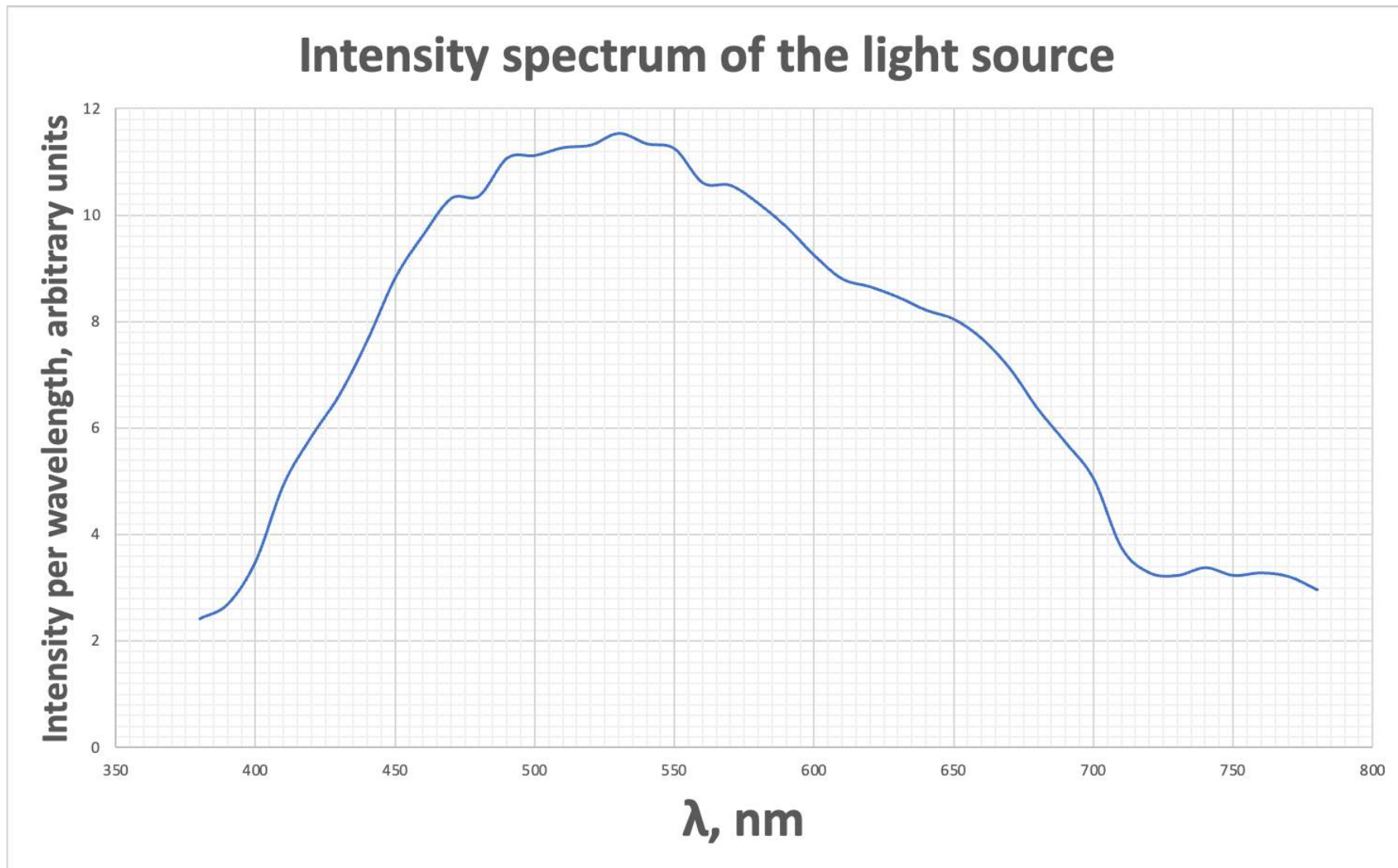
- a) Grün
- b) Rot und blau
- c) Infrarot
- d) Ultraviolett

6.6. *Pflanzen brauchen Licht und Wasser, um zu wachsen. Ihr beobachtet, dass der Wasserbedarf der Pflanzen an einem sonnigen Tag höher ist als an einem bewölkten. Wählt anhand eurer Beobachtungen die richtige Erklärung aus und schreibt die Buchstaben der Antworten auf den Antwortbogen. (2 p)*

- a) An sonnigen Tagen steigt die Transpiration über die Blätter.
- b) An sonnigen Tagen steigt die Transpiration durch die Sprossachse.
- c) An sonnigen Tagen nimmt die Transpiration über die Blätter ab.
- d) An sonnigen Tagen nimmt der Xylem-Durchmesser ab.

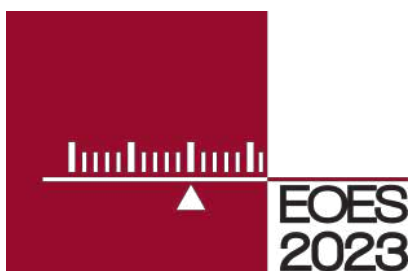
6.7. *Wenn ihr die Luftfeuchtigkeit messt und die Wassermenge bewertet, die ihr euren Pflanzen zugeführt habt, stellt ihr fest, dass $\frac{2}{3}$ des Wassers in der Pflanze bleibt. Wie wird dieses Wasser verwendet? Wählt die richtige(n) Erklärung(en) auf der Grundlage eures Wissens aus und schreibt die Buchstaben der Antworten auf den Antwortbogen. (1 p)*

- a) Es bleibt in den Pflanzenzellen als Zytoplasma.
- b) Es wird bei der Photosynthese als Ausgangsstoff für Glukose verwendet.
- c) Es wird bei der Photosynthese als Ausgangsstoff für CO₂ verwendet
- d) Es wird verwendet, um die Form der Pflanze aufrechtzuerhalten - Turgordruck.



Strahlungsleistung der Lichtquelle in dem gegebenen Spektrum: $I_o = 500 \text{ W/m}^2$

Periodic Table of the Elements																			
Number		Symbol																Name	
Mass																			
1	2	3	4									13	14	15	16	17	18		
1 H Hydrogen 1.008		3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012									5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180		
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305									13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948				
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.631	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.971	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798		
37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.414	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.711	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.904	54 Xe Xenon 131.293		
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.328	57-71	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.217	78 Pt Platinum 195.085	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.592	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium [208.982]	85 At Astatine 209.987	86 Rn Radon 222.018		
87 Fr Francium 223.020	88 Ra Radium 226.025	89-103	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [278]	110 Ds Darmstadtium [281]	111 Rg Roentgenium [280]	112 Cn Copernicium [285]	113 Nh Nihonium [286]	114 Fl Flerovium [289]	115 Mc Moscovium [289]	116 Lv Livermorium [293]	117 Ts Tennessine [294]	118 Og Oganesson [294]		
Lanthanide Series		57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.243	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.259	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.055	71 Lu Lutetium 174.967			
Actinide Series		89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.095	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.101	103 Lr Lawrencium [262]			
Alkali Metal		Alkaline Earth		Transition Metal		Basic Metal		Metalloid		Nonmetal		Halogen		Noble Gas		Lanthanide		Actinide	
© 2018 Todd Helmenstein www.toddsnotes.com t.helmenstein@gmail.com																			



Land _____

Aufgabe 2
Antwortbögen

Schlaue Gurke

TEAM _____
Students _____



Problem 1 - Wasserhärte

1.1.1. Schreibt die chemischen Reaktionen auf, die in Schritt 5 der Titerbestimmung für die EDTA-Lösung ablaufen: (2 p)

Reaktionen	Punkte

1.1.2. Schreibt die Volumina der EDTA-Lösungen auf, die ihr für jede Titration verwendet habt. Kreist die Volumina ein, die ihr für die Berechnung verwenden werdet (4 p)

Verbrauchtes Volumen der EDTA-Lösung, mL	Punkte

1.1.3. Berechnet die genaue Konzentration eurer EDTA-Lösung. Zeigt eure Berechnung. (3 p)

Kopiert die genaue Konzentration der Magnesiumsulfat-Standardlösung von der Flasche :
_____ mol/L

Berechnungen:	Punkte
$c_{\text{EDTA}} = \text{_____} \text{ mmol/L}$	
Gesamt	

1.2. Bestimmung der Wasserhärte

1.2.1. Schreibt die chemischen Reaktionen, die während Schritt 4 der Bestimmung der Wasserhärte ablaufen, in das Antwortblatt. (2 p)

<i>Reaktionen</i>	<i>Punkte</i>

1.2.2. Schreibt die Volumina der EDTA-Lösungen auf, die ihr für jede Titration verwendet habt. Kreist die Volumina ein, die ihr für die Berechnung verwenden werdet (4 p)

<i>Volumen der EDTA-Lösung, mL</i>	<i>Punkte</i>

--	--

1.2.3. Berechnung der Wasserhärte (3 p)

Berechnungen:	Punkte
$C_{H\ddot{a}rte} = \text{_____} \text{ mmol/L}$	
Gesamt	

1.2.4. Ordnet die Wasserprobe nach der Wasserhärte, indem ihr ein X in die richtige Bewertung einträgt (1p)

Wasserhärte		Punkte
Weich		
Mittel		
Hart		
Sehr hart		

1.3. Bestimmung der Kalziumionenkonzentration

1.3.1. *Schreibt die chemischen Reaktionen auf, die in den Schritten 2 und 4 der Bestimmung der Calciumionenkonzentration ablaufen. (3 p)*

<i>Reaktionen</i>	<i>Punkte</i>

1.3.2. *Schreibt die Volumina der EDTA-Lösungen auf, die ihr für jede Titration verwendet habt. Kreist die Volumina ein, die ihr für die Berechnung verwenden werdet (4 p)*

<i>Volumen der EDTA-Lösung, mL</i>	<i>Punkte</i>

1.3.3. Berechnung der Ca^{2+} Ionenkonzentration (3 p)

<i>Berechnungen:</i>	<i>Punkte</i>
$c(\text{Ca}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mmol/L}$	
Gesamt	

1.4. Berechnung der Magnesiumionenkonzentration

1.4.1. Zeigt die Berechnung und das Endergebnis (2 p)

Berechnungen:	Punkte
$c(\text{Mg}^{2+}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mmol/L}$	
Gesamt	

Problem 2 - Zubereitung einer hydroponischen Nährlösung

2.1.1. Nutzt die Angaben zur Zusammensetzung des Düngers und schreibt auf, welche Ionen im Dünger enthalten sind, wenn dieser nur aus einem Teil der angegebenen Salze besteht und sich vollständig im Wasser auflösen lässt! (4 p)

	Massenanteil, %	Ionen	Punkte
N	10		
N	5		
P ₂ O ₅	8		
K ₂ O	24		
MgO	3.0		

WENN IHR DIESES BLATT AUSGEFÜLLT HABT, GEBT ES DEM LABORASSISTENTEN, DAMIT IHR DIE RICHTIGEN IONEN ERHÄLT.

DIESES BLATT WIRD NACH DEM ABSAMMELN VON ANTWORTBLATT 2.1.1. ausgegeben.

2.1.2. Berechnet den Massenanteil jedes Ions und benutzt die Ladungsbilanz, um zu bestimmen, welches andere Ion vorhanden sein muss. (7 p)

Ihr könnt die zusätzlichen Spalten gerne für Notizen, andere Mengen oder Zwischenergebnisse verwenden.

Ihr könnt verschiedene Methoden verwenden, um die Masse der Salze zu berechnen. Zeigt eure Berechnung auf einem separaten farbigen Blatt, beschriftet es mit 2.1.2 und schreibt euer Land und eure Teamnummer dazu. Die folgende Tabelle kann dann übersprungen werden.

	w / %	Ionen	w / %				Punkte
N	10	NO₃⁻					
N	5	NH₄⁺					
P ₂ O ₅	8	HPO₄²⁻					
K ₂ O	24	K⁺					
MgO	3.0	Mg²⁺					
Gesamt							

2.2. Berechnung der Zusammensetzung des Düngers

2.2.1. Gebt an, welche Salze ihr verwenden werdet, indem ihr die richtigen einkreist. (5 p)

KCl, KNO₃, K₂CO₃, Na₂CO₃•10H₂O, CaCl₂•2H₂O, Mg(NO₃)₂•6H₂O,
MgCl₂•6H₂O, K₃PO₄, K₂HPO₄•3H₂O, Na₃PO₄•12H₂O, Na₂HPO₄•6H₂O, NH₄NO₃,
NH₄Cl

Punkte für ausgewählte Salze	
------------------------------	--

2.2.2. Gebt die Masse jedes Salzes an, das ihr braucht, um 100 g Düngesalzmischung herzustellen. (10 p)

Ihr könnt die zusätzlichen Spalten für Notizen, andere Mengen oder Zwischenergebnisse verwenden.

Verbindung	m _{(100 g Dünger), g}				Punkte
Gesamt					

2.3. Zubereitung der Nährlösung

2.3.1. Gebt die Masse der einzelnen Salze an, die ihr gewogen habt. (1p)

Verbindung	m pro 1 g Dünger, g	Punkte

2.3.2. Beschriftet den Kolben und das Röhrchen mit eurem Ländercode und Team A oder B. Der Laborassistent misst nach Abschluss der Arbeit die Leitfähigkeit der Probe, um die Qualität eurer Arbeit zu beurteilen. Sie werden auch eure übrige Salzmischung beurteilen. (6 p)

Vom Laborassistenten auszufüllen:

Kriterium 1	Punkte:
Kriterium 2	Punkte:
Kriterium 3	Punkte:
Kriterium 4	Punkte:
Gesamt	

2.4. Auswirkungen der Wasserhärte

2.4.1. Gebt eure berechnete Konzentration von Mg^{2+} ein (1 p)

Konzentration, mmol/L	Antwort	Punkte
Mg^{2+}		

2.4.2. Gebt die Stoffmenge an Magnesiumionen in der Nährlösung an, sowie die angepassten Mengen, sofern eine Anpassung nötig ist. (1 p)

Ion	n, mmol	Anpassung, mmol	n(adj.), mmol	Punkte
Mg^{2+}				

2.4.3. Markiert die Salze (mit ja/nein = Y/N in der Tabelle auf dem Antwortblatt), deren Einwaage geändert werden muss, um eine geeignete Salzmischung für die Herstellung einer Nährlösung mit Grundwasser zu erhalten. Wenn sich etwas ändert, schreibt Y, wenn nicht N. (5 p)

Verbindung	Erforderliche Massenänderungen bei Verwendung von Grundwasser (Y/N)	Punkte
Gesamt		

2.4.4. Gebt die chemische Formel der Verbindung an, deren Entstehung verhindert, dass man Grundwasser zur Herstellung der Nährlösung verwenden kann. (2 p)

Chemische Formel	Punkte

Problem 3 Wassertransport in Pflanzen

3.1.1. Füllt die Lücken mit den angegebenen Begriffen aus. Es werden nicht alle Begriffe verwendet, während einige mehrmals vorkommen können. (8 p)

Lücke	Buchstabe	Lücke	Buchstabe	Punkte
1	<i>und</i>	9		
2	<i>und</i>	10		
3		11		
4		12		
5		13		
6		14		
7		15		
8		16		
Gesamtpunkte				

3.2.1. Ruft den Laborassistenten zu eurem Arbeitsplatz, um eure Auswahl zu bewerten. Er wird euren Antwortbogen ausfüllen und unterschreiben (1 p)

Von dem Laborassistenten ausgefüllt

Punkte für Qualität _____	Unterschrift	Punkte:
---------------------------	--------------	---------

3.2.2. Wählt ein Leitbündel von guter Qualität aus und fertigt eine biologische Zeichnung des Leitbündels mit 2 bis 3 Schichten der umgebenden Zellen an (siehe die angegebenen Kriterien). Bei dieser Aufgabe könnt ihr den Titel weglassen und für die Beschriftung die Buchstaben aus Aufgabe 3.1 verwenden. (8 p)

Zeichnung	Punkte

Betrachtet den gesamten Querschnitt. Beantwortet Fragen zum Querschnitt. Schreibt den richtigen Buchstaben in das jeweilige Kästchen.

3.2.3. (1 p)

Antwort (a,b,c,d)	Punkte

3.2.4. (1 p)

Antwort (a,b,c,d)	Punkte

3.2.5. (1 p)

Antwort (a,b,c,d)	Punkte

3.2.6. (1 p)

Antwort (a,b,c,d)	Punkte

3.2.7. Wählt die korrekte ungefähre Dimension des Gefäßzellendurchmessers (2 p)

Antwort (a,b,c,d,e,f,g)	Punkte

3.2.8. Lest die folgenden Aussagen und markiert, welche auf das Phloem (P), welche auf das Xylem (X), welche auf beide (PX) und welche auf keines dieser Gewebe (0) zutreffen. (5 p)

Beschreibung	Tissue (P, X, PX, 0)	Punkte
Stoffe von den Wurzeln zu den Blättern transportieren		
Sie bestehen aus länglichen, abgestorbenen Zellen mit dicken Zellwänden, die Halt und Haltbarkeit bieten		
Kann sich zusammenziehen, um die Bewegung der Flüssigkeit zu erleichtern		
Transportiert Moleküle gegen ein Konzentrationsgefälle		
Wird von Blattläusen angezapft, um Nahrung zu erhalten		
Gesamtpunkte		

3.3.1. Beantwortet die Frage zur Kapillarwirkung. Schreibt den richtigen Buchstaben in das jeweilige Kästchen.

Antwort (a,b,c,d,e,f)	Punkte

3.3.2. Schreibt eine Gleichung, um die Höhe der Wassersäule in einer Glaskapillare unter den gegebenen Bedingungen zu berechnen. Schreibt eure Gleichung an und berechnet diese so weit wie möglich. Ihr könnt das jeweilige Symbol für unbekannte, physikalische Größen verwenden (1 p)

Antwort (Gleichung)	Punkte

3.3.3. Der Durchmesser der Xylemzelle des Mammutbaumes beträgt 30 Mikrometer. Berechnet die Höhe der Wassersäule, wenn ein/e Schüler/in die Simulation im Labor mit Wasser und einer Glaskapillare mit demselben Durchmesser durchführt. Gebt euer Ergebnis in cm an und rundet es auf eine ganze Zahl. (1 p)

Antwort	Punkte

3.3.4 Fertigt eine biologische Zeichnung je eines Stoma der Ober- und Unterseite des Blattes am Antwortbogen an. Beschriftet die Stoma-Öffnung mit A, die Schließzellen mit B und die Epidermiszellen mit C. (10 p)

Zeichnung	Punkte
Oberseite des Blattes	
Unterseite des Blattes	

3.3.5. Tragt die Messungen der Stomata-Anzahl ein. (6 p)

Nummer	Blattunterseite	Blattoberseite	Punkte
Spaltöffnungen im Feld 1			
Spaltöffnungen im Feld 2			
Spaltöffnungen im Feld 3			
Durchschnittliche Spaltöffnungen im Feld			
Gesamt			

3.3.6. Erklärt die unterschiedliche Stomatadichte auf den beiden Seiten der Blätter, indem ihr die richtige Erklärung auswählt. Schreibt den richtigen Buchstaben in das jeweilige Kästchen. (1 p)

Antwort (a,b,c,d)	Punkte

Problem 4 Wasserbedarf der Pflanzen

4.1. Ruft den Laborassistenten, der das Ergebnis eurer Arbeit zusammen mit eurem Ländercode aufzeichnet. (1p).

Von der Laborantin ausgefüllt

Punkte für Qualität _____	Unterschrift	Punkte:
---------------------------	--------------	---------

4.3. Siehe beigefügtes Diagramm 2 (4 p)

Vom Bewerter ausgefüllt

Punkte für das Diagramm _____	Punkte:
-------------------------------	---------

4.4. Siehe Diagramm 1 und Diagramm 2 im Anhang (4 p)

Vom Bewerter ausgefüllt

Punkte für Intervalle auf dem Diagramm _____	Punkte:
--	---------

4.5. Siehe beigefügtes Diagramm 1 (3 p)

Vom Bewerter ausgefüllt

Punkte für Intervalle auf dem Diagramm _____	Punkte:
--	---------

4.6. Siehe beigefügtes Diagramm 1 (3 p)

Vom Bewerter ausgefüllt

Punkte für die berechnete Strahlungsleistung pro Quadratmeter _____	Punkte:
--	---------

4.7. Notiert euer berechnetes k auf dem Antwortbogen und zeigt euren Rechenweg. (2 p)

	Eure Antwort	Punkte
Rechenweg		
k		
Gesamtpunkte		

4.8 Bestimmt die normierte durchschnittliche Absorbanz für jedes Intervall des Absorptionsspektrums. Tragt sie in das Diagramm 2 ein. (3 p)

Vom Bewerter ausgefüllt

Punkte für Intervalle auf dem Diagramm _____	Punkte:
--	---------

4.9. Notiert, wie viel Licht durch die Probe durchgelassen wird, wenn die Extinktion (=Absorbanz) 2 ist, und zeigt euren Rechenweg (3 p)

	Eure Antwort	Punkte
Berechnung anzeigen		
Transmission		
Gesamtpunkte		

4.10. Bestimmt die absorbierte Energie pro Sekunde (absorbierte Strahlungsleistung) für jedes Wellenlängenintervall, und zeigt euren Rechenweg für eine Wellenlänge (3 p)

Intervall-Wellenlängen, nm			Absorbierte Energie pro Sekunde	Punkte

<i>Berechnung der absorbierten Energie pro Sekunde für das erste Intervall</i>	<i>Punkte</i>

4.11. Notiert eure berechnete Summe. (1 p)

Gesamte absorbierte Strahlungsleistung	Punkte

4.12. Notiert euren berechneten Wert und zeigt den Rechenweg (2 p)

Berechnung, wie viel Wasser in einer Stunde pro Quadratmeter Gurkenblatt benötigt wird	Punkte

Problem 5 - Hydroponik erforschen

5.1. Notiert die Messungen (1 p).

	Deine Antwort	Punkte
Anfangslänge der Rohre		

5.2. Tragt die Messwerte und Berechnungen für jede Schlauchlänge in die Tabelle ein (3 p)

	Länge des Rohrs, m	h , m	Δp , Pa	ΔV , ml	Δt , s	Punkte
Gesamtpunkte						

5.3. Wählt die endgültigen Parameter für den weiteren Verlauf des Experiments. (2 p)

	Länge des Rohrs, m	h , m	Δp	ΔV , ml	Δt , s	Punkte
lang						
kurz						

5.4. Zeigt die Berechnungen und Endergebnisse für Q mit dem optimalen Aufbau. (2 p)

	Berechnungen	Punkte
Q für längstes Rohr		

5.5. Füllt die Daten in die Tabelle ein (4 p)

Länge des Schlauchs, m	Δt , s	ΔV , ml	Q, ml/s	Punkte

5.6. Schreibt die Trendliniengleichung hierher (2 p)

		Punkte
Trendlinien-Gleichung		

5.7. Notiert das erhaltene n (2 p)

		Punkte
n		

5.8. Zeigt die Berechnungen und schreibt die Antwort auf. (2 p)

	Berechnungen	Punkte
Länge des Schlauchs		

Problem 6 - Design eines Gewächshauses

6.1. Tragt den Buchstaben der richtigen Antwort ein. (1 p)

Antwort (a,b,c,d)	Punkte

6.2. Tragt den Buchstaben der richtigen Antwort ein. (1 p)

Antwort (a,b,c,d)	Punkte

6.3. Gebt an, was passieren würde, wenn ihr Gurken mit einem größeren oder kleineren Blattflächenindex pflanzen würdet. Die Folgen, die ihr im Falle eines größeren Index beobachten würdet, markiert mit L und kleinerem S, 0, wenn nichts passt. (4 p)

	Antwort (L, S, 0)	Punkte
Die Blätter würden zu wenig Licht abbekommen.		
Ihr würdet wirtschaftliche Verluste erleiden.		
Die Luft im Gewächshaus wäre zu feucht.		
Gesamtpunkte		

6.4. Notiert die geschätzte Blattgröße und alle eure Berechnungen. (2p)

	Berechnungen	Punkte
Länge des Schlauchs		

6.5. *Markiert den Buchstaben der richtigen Antwort. (1 p)*

Antwort (a,b,c,d)	Punkte

6.6. *Markiert die Buchstaben der richtigen Antworten. (2 p)*

Antwort (a,b,c,d)	Punkte

6.7.

Markiert die Buchstaben der richtigen Antworten. (1 p)

Antwort (a,b,c,d)	Punkte