

Name: _____

Schule: _____

Klasse: _____

9. Lëtzebuerger Naturwëssenschaftsolympiad



Halbfinale

14/12/2015

Vorgaben

- Du hast 3 Stunden Zeit, um die Fragen zu bearbeiten.
- Insgesamt sind 150 Punkte zu erzielen, 50 pro Fachgebiet.
- Es gibt keine Punktabzüge für falsche Antworten.
- Du kannst auf Deutsch oder Französisch antworten.
- Taschenrechner sind als Hilfsmittel erlaubt.
- Alle Antworten sind auf diesen Blättern zu vermerken.
- Ihr dürft Notizpapier nutzen, dieses wird nicht bewertet.

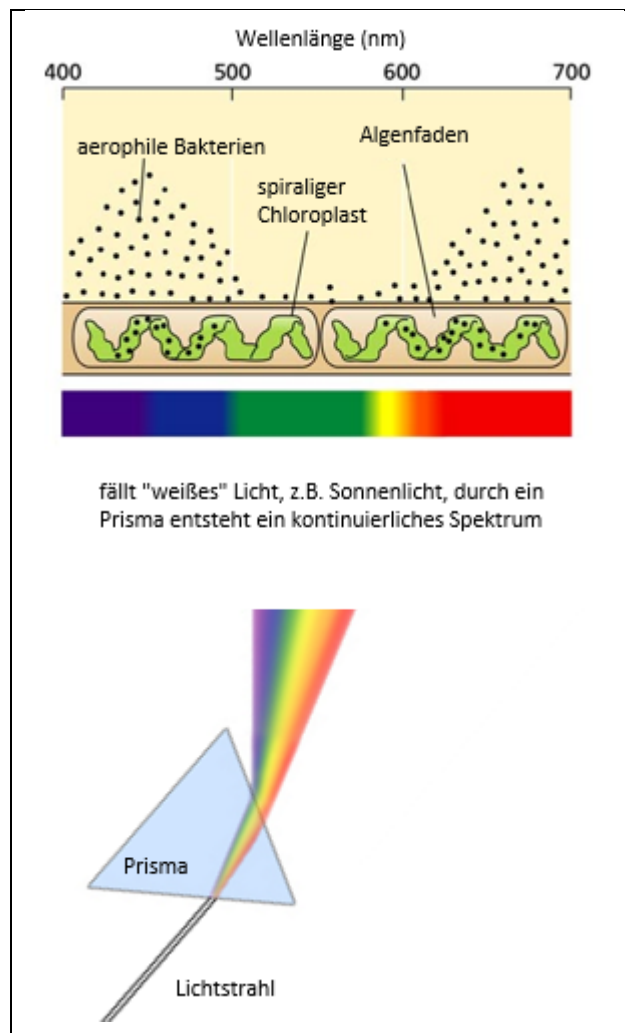
Teil 1: Biologie

Aufgabe 1.1: Die Photosynthese

/ 20 P.

Der Botaniker *T. Engelmann* (1843-1909) nutzte ein Prisma, um das Sonnenlicht in verschiedene Wellenlängen aufzutrennen und damit die fädige **Grünalge *Spirogyra*** zu bestrahlen. Bestimmte Zellen wurden so durch blaues, andere durch grünes und wieder andere durch rotes Licht bestrahlt. Dem Wasser hat er aerophile (= sauerstoffliebende) Bakterien zugesetzt. Mit diesem Versuch wollte er das Wirkspektrum (= Effektivität der verschiedenen Wellenlängen als Triebkraft für die Photosynthese) der Grünalgen erforschen.

Folgendes **Schema A** konnte nach dem Ablauf des Experiments angefertigt werden. Es fasst alle **Beobachtungen** zusammen:

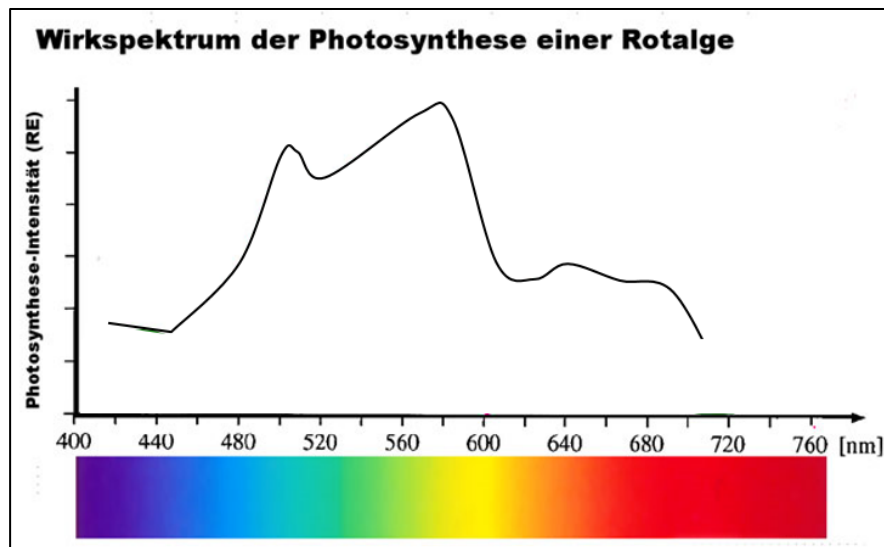


Schema A

- a. Wie lautet die Reaktionsgleichung (frz. équation chimique) für die Photosynthese? (4P.)

- b. Welchen Zusammenhang gibt es zwischen der Anzahl an aerophilen Bakterien und der Photosynthese-Rate? (3P.)
- c. Beschreibe das Wirkspektrum der Grünalge *Spirogyra*. (4P.)

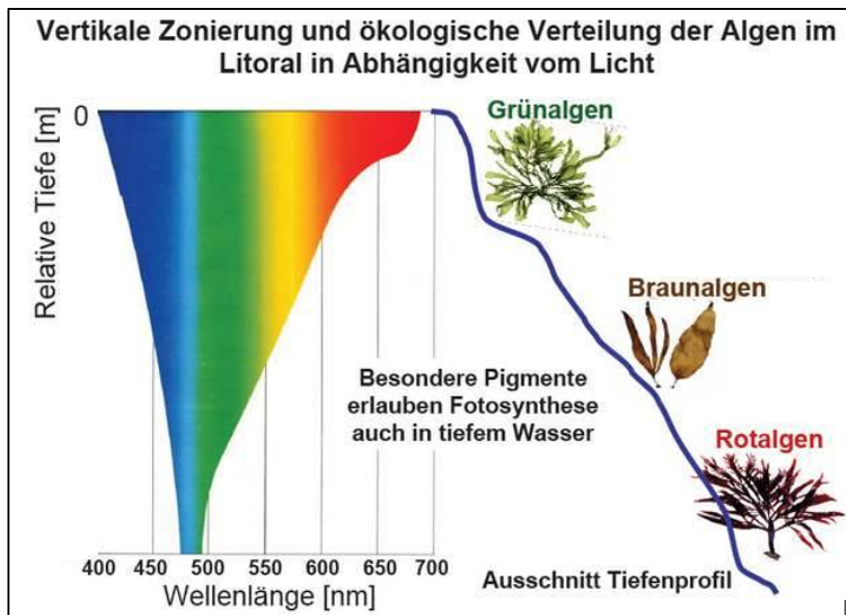
Schema B zeigt das Wirkspektrum einer Rotalge.



Schema B

- d. Was unterscheidet Rotalgen von Grünalgen (z. B. *Spirogyra*) angesichts ihres Wirkspektrums? (4P.)

Das folgende **Schema C** zeigt die **vertikale Verbreitung der Algen im Litoral** (= lichtdurchflutete Uferzone im Meer).



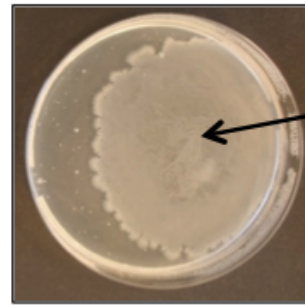
Schema C

- e. Weshalb wachsen Grünalgen meistens dicht unter der Wasseroberfläche, Rotalgen jedoch eher in tiefem Wasser? (5P.)

Aufgabe 1.2: Verdünnungsreihe**/ 12 P.**

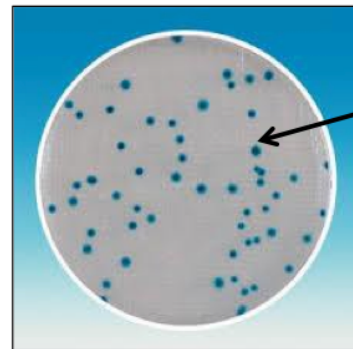
Stell Dir vor Du hast eine **bakteriell belastete Wasserprobe**. Du möchtest wissen, wie viele Bakterien sich in 1 mL Wasserprobe befinden.

Versuch: Du entnimmst 0,1 mL Wasserprobe und breitest sie auf einem Agar-Nährboden in einer Petrischale aus. Nach 24 Stunden beobachtest Du unter Umständen ein Bakterienrasen, der aber nicht auszählbar ist.



Bakterienrasen

Um herauszufinden, wie viele Bakterien in der Wasserprobe enthalten waren, muss man jedoch die Bakterienkolonien zählen, die ja anfänglich aus einer Bakterie entstammen.

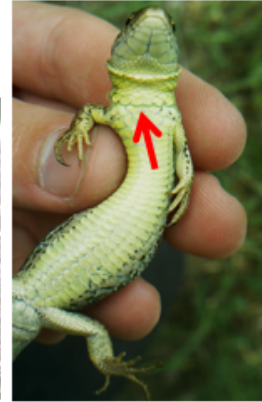
Bakterienkolonie
(blau eingefärbt)

- a. Wie entsteht aus einer Bakterie eine Bakterienkolonie? (2P.)
- b. Um einzelne Kolonien zu erhalten, wird deshalb anfangs eine Verdünnungsreihe der Wasserprobe angefertigt. Die Wasserprobe soll 10x; 100x; 1000x verdünnt werden. Wie gehst du vor um diese Verdünnungsreihe zu erhalten? (Volumen 10 mL) (5P.)
- c. Von jedem Ansatz verteilst du 0,1 mL auf einem Nährboden und bebrütest die Platten. Nach 24h zählst du die Kolonien aus. Sagen wir aus dem 1000x verdünnten Ansatz hast Du auf der Agarplatte 60 Kolonien gezählt. Bestimme die Anzahl von Bakterien pro mL belasteter Wasserprobe! (Vorgehensweise angeben) (5P.)

Aufgabe 1.3: Artenbestimmung

/ 8 P.

Aufgabe: Bestimme die hier dargestellten Reptilien anhand eines dichotomen Bestimmungsschlüssels!



Art: _____

Bestimmungsschritte: _____ > _____ > _____ > _____ > _____ > _____



Häutung (Bauchseite)

Art: _____

Bestimmungsschritte: _____ > _____ > _____ > _____ > _____ > _____

Bestimmungsschlüssel für westeuropäische Reptilien:

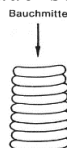
- | | | |
|-----------|--|------------|
| 1 | Rumpf in einen knöchernen Panzer eingeschlossen (Schildkröten) | ▶ 2 |
| 1' | Körper ohne Knochenpanzer | ▶ 3 |

- | | |
|----------|--|
| 2 | Rückenpanzer dunkel mit hellen Strichen und Punkten, Bauchpanzer grau mit schwarzen Flecken. Bis 25 cm lang. |
|----------|--|

▶ **Europäische Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis*)**

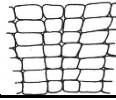
Augenlider unbeweglich, da zu durchsichtiger Brille verwachsen (Augen erscheinen vor der Häutung trübe); nur eine Längsreihe von Bauchschildern (Schlangen)

- | | | |
|----------|--|------------|
| 3 | | ▶ 4 |
|----------|--|------------|



Augenlider beweglich, mehrere Längsreihen von Bauchschuppen

Bauchmitte



► 9

3'

4

Pupille rund, Oberseite des Kopfes mit großen Schildern bedeckt, langgestreckte schlanke Tiere.

► ► 5

► **Nattern**

4'

Pupille schlitzförmig, Kopfoberseite mit zahlreichen kleineren Schildern bedeckt, Körper eher plump.

► ► 8

► **Vipern**

5

Schuppen glatt



► 6

5'

Schuppen gekielt



► 7

6

Schwarzbrauner Fleck auf Hinterkopf und Nacken

► **Schlingnatter (*Coronella austriaca*)**

6'

An den Kopfseiten zwei blassgelbe Flecken.

► **Äskulapnatter (*Zamenis longissimus*)**

7

Zwei gelbe (selten weiße) Halbmonde beiderseits des Hinterkopfes, Schild vor dem Auge ungeteilt

► **Ringelnatter (*Natrix natrix*)**

7'

Dunkle Würfelzeichnung auf dem Rücken, kein Gelb am Kopf, Voraugenschild geteilt.

► **Würfelnatter (*Natrix tessellata*)**

8

Schnauzenspitze nach oben aufgewölbt.

► **Aspisviper (*Vipera aspis*)**

8'

Schnauzenspitze nicht aufgewölbt, fast immer mit durchgehendem Zickzackband auf dem Rücken.

► **Kreuzotter (*Vipera berus*)**

9

Gliedmaßen vorhanden

► 10

9'

Keine Gliedmaßen, langgestreckter Körper, bewegliche Augenlider, Bauch mit mehreren Schuppenreihen, Körper oft metallisch glänzend

► **Blindschleiche (*Anguis fragilis*)**

10

Kopf und Körper deutlich abgeflacht, der Hinterrand der deutlich vergrößerten Schuppen im Halsbereich (Halsband) glatt.

► **Mauereidechse (*Podarcis muralis*)**

10'

Hinterrand des Halsbandes gesägt oder gezähnt, Kopf und Körper rundlicher.

► 11

11

Auf der Rückenmitte 8-16 Schuppenreihen die deutlich schmaler sind als die sich seitlich anschließenden Schildchen. Die hinter dem Nasenloch sind meist in Form eines kleinen Dreiecks aus 1 + 2 Schildchen angeordnet. In der Regel drei ± aufgelöste Reihen weißer Punkte auf dem Rücken, diese sind meist von dunkelbraunen Flecken eingefasst.

► **Zauneidechse (*Lacerta agilis*)**

11'

Kein breites Band schmaler Schuppen längs der Rückenmitte

► 12

12

Kleinste einheimische Eidechse. Rücken oft mit dunklen Längsbändern. Nur ein Schildchen hinter dem Nasenloch, Oberseite bräunlich.

► **Waldeidechse (*Zootoca vivipara*)**

12'

Große Eidechsen, Rücken ohne dunkle Längsbänder.

► **Smaragdeidechse (*Lacerta bilineata* resp. *Lacerta viridis*)**

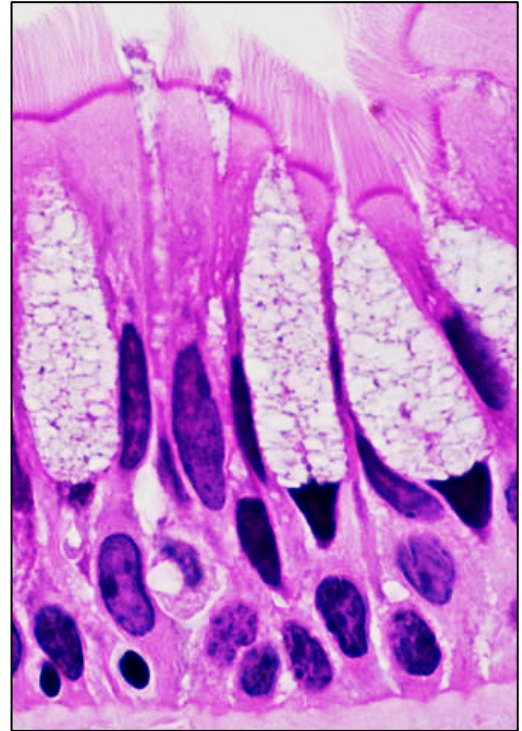
Aufgabe 1.4: Mikroskopie und Zeichnung

/ 10 P.

Aufgabe: Fertige eine Zeichnung von dieser mikroskopischen Aufnahme eines Flimmerepithels der Atemwege an und beschrifte deine Zeichnung.

Folgender Text kann dir bei der Beschriftung der erkennbaren Strukturen helfen:

Das **Flimmerepithel** der Atemwege ist eine Schicht aus spezialisierten Epithelzellen, welche den größten Teil der Atemwege auskleidet. Es zeichnet sich durch Flimmerhärchen auf der Zelloberfläche aus. Breite, rundliche Becherzellen liegen in der Tiefe zwischen den Epithelzellen und sind mit Schleim gefüllt, den sie in die Atemwege abgeben. Alle Zellen stehen mit der Basalmembran in Verbindung. Kleinere Basalzellen befinden sich ebenfalls in Kontakt mit der Basalmembran, erreichen jedoch nicht die Oberfläche des Epithels.



x 600

Teil 2: Chemie

Aufgabe 2.1: Vitamin B1 im Apfelsaft

/ 15 P.

Erklärung:

- Siehe auch die Erklärung bei Aufgabe 2.2!
- Die **Massenkonzentration** β (frz. concentration massique) gibt die Masse des gelösten Stoffes an, die in einem Liter Lösung enthalten ist.

$$\beta = \frac{m(\text{gelöster Stoff})}{V(\text{Lösung})} \quad (\text{Einheit: g/L})$$

- Die **Stoffmengenkonzentration** (frz. concentration molaire) c gibt die Stoffmenge des gelösten Stoffes an, die in einem Liter Lösung enthalten ist.

$$c = \frac{n(\text{gelöster Stoff})}{V(\text{Lösung})} \quad (\text{Einheit: mol/L})$$

Vitamin B1 (Summenformel: $\text{C}_{12}\text{H}_{17}\text{ClN}_4\text{OS}$) wird vom Körper benötigt, um die Nährstoffe, speziell die Kohlenhydrate, aus unserer Nahrung in Energie umzuwandeln. Vitamin B1 unterstützt zudem unterschiedliche Nervenfunktionen. Der empfohlene Tagesbedarf an Vitamin B1 beträgt ungefähr 1,1 mg.



Eine 750 mL-Flasche Apfelsafts enthält 1,65 mg an Vitamin B1.

- Berechne die Massenkonzentration an Vitamin B1 im Apfelsaft in mg/L. Gib den Rechenweg an. (3P.)
- Welches Volumen an Apfelsaft müsste man trinken, um diesen Tagesbedarf zu decken? Gib den Rechenweg an. (3P.)
- Berechne die Stoffmengenkonzentration an Vitamin B1 im Apfelsaft in mol/L. Gib den Rechenweg an. (7P.)
- Berechne die Anzahl an Vitamin B1-Molekülen in einer Flasche Apfelsaft. (2P.)

Aufgabe 2.2: Silberkette**/ 23 P.****Erklärung:**

- Ein **Mol** ist eine Stoffportion, die **$6,022 \cdot 10^{23}$ Teilchen** (Moleküle, Atome, Ionen usw.) enthält.
- Die Masse eines Mols, die **molare Masse M** , kann man mithilfe des Periodensystems bestimmen, wenn man die Formel des Stoffes kennt:

Beispiele:

- Molare Masse von Sauerstoff: Im Periodensystem findet man: $^{16,0}_8\text{O} \rightarrow M(\text{O}) = 16,0 \text{ g/mol}$
- Molare Masse von Eisen: Im Periodensystem findet man: $^{55,8}_{26}\text{Fe} \rightarrow M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g/mol}$
- Molare Masse von Eisen(III)-oxid: Formel: Fe_2O_3
 $M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot M(\text{Fe}) + 3 \cdot M(\text{O}) = 2 \cdot 55,8 + 3 \cdot 16,0 = 159,6 \text{ g/mol}$

- Die **Stoffmenge n** (frz. quantité de matière) entspricht der Anzahl an Mols in einer bestimmten Stoffportion :

$$n = \frac{m}{M} \quad (\text{Einheit: mol})$$

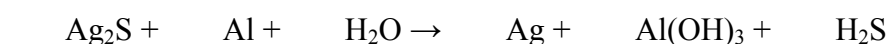
Marie hat zu ihrem 16. Geburtstag von ihrer Großmutter eine wertvolle Silberkette geschenkt bekommen. Diese ist nun in der dritten Generation in Familienbesitz, lange nicht getragen worden und trotz Putzens in den Vertiefungen dunkel geblieben.

- a. Es sind vor allem Schwefelverbindungen (die man unter anderem im Schweiß oder im Essen findet), die mit Silber das schwarze Silber(I)-sulfid bilden. Gleiche die folgende Reaktionsgleichung (frz. équilibrer l'équation chimique) aus. (4P.)



Marie will den Schmuck in einer Lösung säubern, damit auch die letzte Stelle glänzt.

- b. Methode 1: Ihrer Oma fiel ein, dass man die Kette auf Aluminiumfolie in heißes Salzwasser legen kann. Dabei läuft eine Redoxreaktion ab, bei der das schwarze Silber(I)-sulfid wieder umgewandelt wird zu Silber. Gleiche die folgende Reaktionsgleichung aus. (5P.)



- c. Methode 2: Marie könnte aber auch ein käufliches Silberreinigungstauchbad benutzen. Dabei würde sich der schwarze Belag (Silber(I)-sulfid Ag_2S) auf dem Silber komplett chemisch ablösen und somit beseitigt werden. Berechne den Verlust an reinem Silber (in mg), wenn 26 mg Ag_2S abgelöst werden. Kleine Hilfe: du musst zuerst mithilfe der molaren Masse die Stoffmenge an Silber(I)-sulfid berechnen. Gib den Rechenweg an. (11P.)

d. Welche Methode garantiert ein längeres „Leben“ für die Kette? Kreuze an und begründe kurz deine Antwort. (3P.)

☐ Methode 1

☐ Methode 2

☐ Beide Methoden sind gleich gut.

Begründung:

Aufgabe 2.3: Dünnschichtchromatographie und Rotwein**/ 12 P.****Erklärung:**

Die **Chromatographie** ist ein Trennverfahren, das es erlaubt die Zusammensetzung von Gemischen zu bestimmen. Für die **Dünnschichtchromatographie** verwendet man Plättchen, die mit einer dünnen Schicht eines sehr feinkörnigen Stoffes beschichtet sind. Diese Schicht bezeichnet man als **stationäre Phase**. Das zu trennende Gemisch wird nun in der Nähe des unteren Randes des Plättchens punktförmig aufgetragen. Anschließend wird das Plättchen in ein Gefäß gestellt, das eine geringe Menge Flüssigkeit enthält. Diese Flüssigkeit bezeichnet man als **Laufmittel** oder **mobile Phase**.

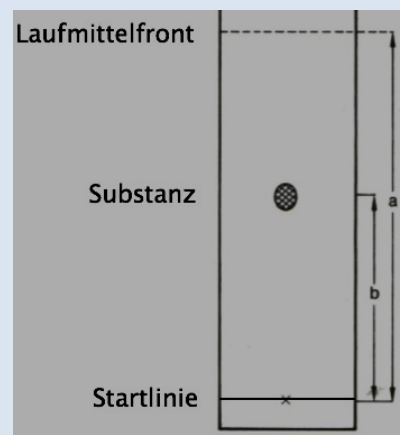
Das Laufmittel steigt nun durch die Kapillarkraft in der Schicht hoch. Sobald die Flüssigkeit den aufgetragenen Gemischfleck erreicht hat, sind die Teilchen des Gemisches der Anziehungskraft der stationären Phase einerseits und der Anziehungskraft der mobilen Phase andererseits ausgesetzt. Je nach Kräfteverhältnis bleibt ein Teilchen eher am Startpunkt oder es wandert eher mit der mobilen Phase mit nach oben. Die Kräfte und somit das Wanderverhalten eines Teilchens hängen sowohl von der Art des Schichtmaterials und des Laufmittels, als auch von der Art des Teilchens ab.

Chromatogramm:

Das Verhältnis der Laufstrecke einer bestimmten Substanz mit der Laufstrecke der mobilen Phase wird als **Retentionsfaktor** (R_f -Wert) definiert.

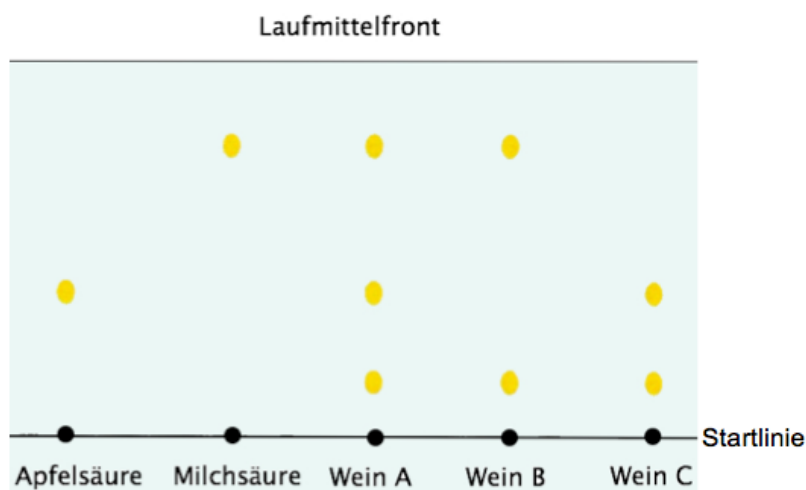
$$R_f = \frac{\text{Entfernung von der Startlinie bis zur Mitte des Substanzpunktes}}{\text{Entfernung von der Startlinie bis zur Laufmittelfront}} = \frac{b}{a}$$

R_f besitzt keine Einheit und ist für jeden Stoff charakteristisch.



Bei der Rotwein-Herstellung wartet man gewöhnlich bis die im Wein enthaltene Apfelsäure in weniger saure Milchsäure umgewandelt wurde ehe man den Wein in Flaschen abfüllt. Um herauszufinden, ob ein Wein abgefüllt werden kann oder nicht, werden Dünnschichtchromatographien durchgeführt.

Auf dem folgenden Chromatogramm wurden 3 Weine auf Säuren getestet. Aus diesem Grund wurde dem Laufmittel ein Säure-Base-Farbindikator hinzugefügt, welcher sich durch Säuren gelb färbt.



a. Wie viele Säuren enthält der Wein A? (2P.)

b. Welcher Wein kann in Flaschen abgefüllt werden? (2P.)



c. Können alle im Wein enthaltenen Säuren identifiziert werden? Begründe deine Antwort. (3P.)

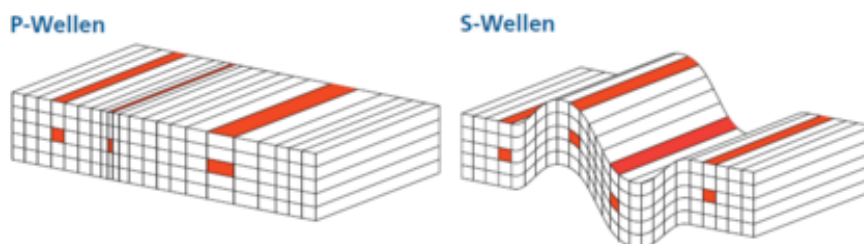
d. Berechne den Retentionsfaktor der Milchsäure und den der Apfelsäure. Gib den Rechenweg an. (5P.)

Teil 3: Physik

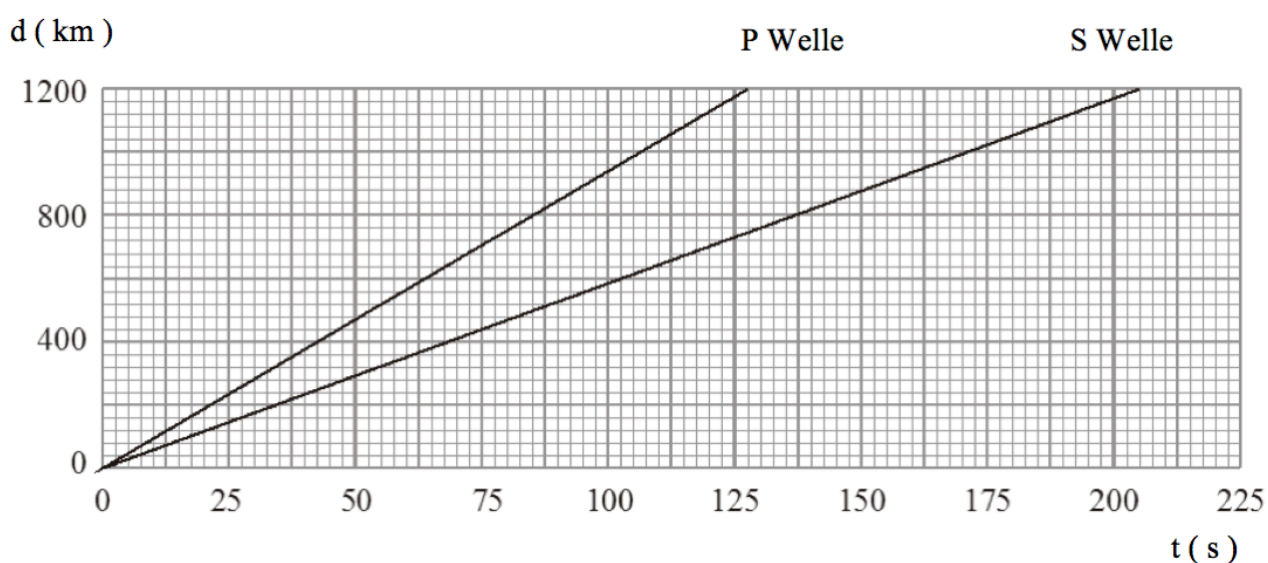
Aufgabe 3.1: Erdbeben

/ 25 P.

Es gibt zwei verschiedene Arten von Erdbebenwellen, die man mit P-Wellen und S-Wellen bezeichnet. P-Wellen sind Längswellen bei denen sich der Boden seitlich hin und her bewegt. S-Wellen sind Querwellen bei denen sich der Boden auf und ab bewegt.



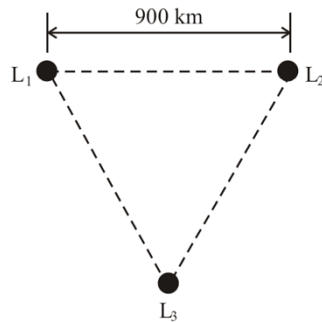
Von einem Erdbebenzentrum (auch Epizentrum genannt) gehen P- und S-Wellen fort. Diese Wellen bewegen sich unter der Erdoberfläche. Die folgende Grafik zeigt die Strecke d die die jeweiligen Wellen vom Epizentrum aus zurückgelegt haben in Abhängigkeit mit der Zeit t .



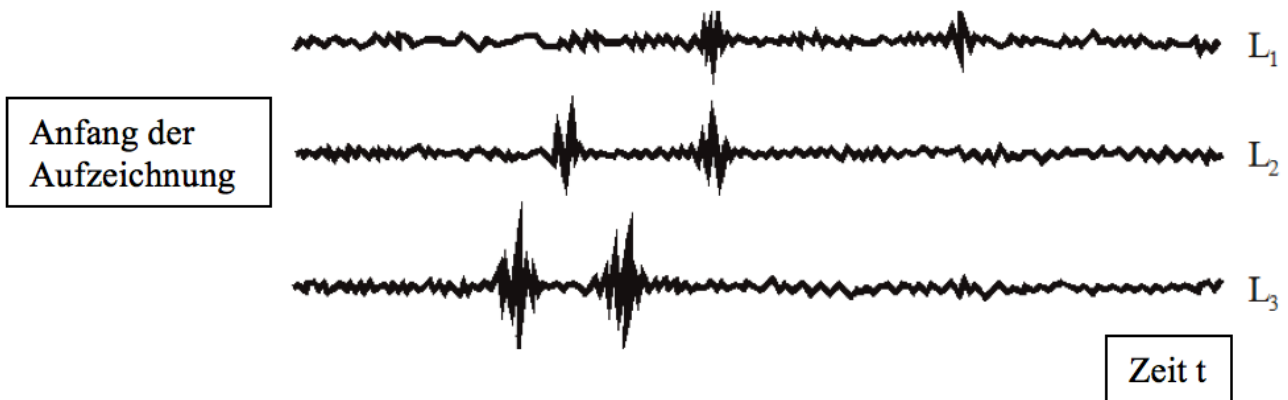
- a. Benutze die Grafik um die Geschwindigkeit der P- und S-Wellen zu berechnen. Der Rechenweg muss angegeben werden. (8P.)

Diese Wellen wurden an drei verschiedenen Messstationen L_1 , L_2 und L_3 detektiert.

Die drei Messstationen befinden sich an den drei Ecken eines gleichseitigen Dreiecks und der Abstand zwischen den Stationen beträgt 900 km wie im Diagramm angegeben.



Folgendes Diagramm zeigt die Aufzeichnung der Schwingungen die in den drei Messstationen gemessen wurden. Alle Aufzeichnungen wurden zum gleichen Zeitpunkt gestartet.



b. Jede Messstation hat den Impuls einer S-Welle und einer P-Welle registriert. Der Abstand zwischen den beiden Impulsen wird S-P Intervall genannt.

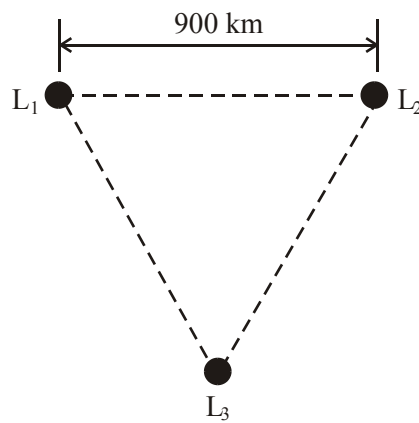
- i. Zeichne für Messstation L_2 welcher Impuls von der P-Welle stammt indem du den Impuls mit dem Buchstaben P kennzeichnest. (2P.)
- ii. Betrachte die drei Aufzeichnungen genau und gib an welche Messstation dem Erdbebenzentrum am nächsten lag. (2P.)

iii. Versuche **mindestens zwei** Erklärungen anzugeben um deine Wahl zu rechtfertigen. (3x2P.)

1. _____
2. _____
3. _____

- iv. Die Zeitintervalle zwischen den S- und P-Wellen betragen jeweils 68 s, 42 s und 27 s für die Messstationen L_1 , L_2 und L_3 . Benutze die Grafik um den Abstand zwischen dem Erbebenzentrum und den drei Messstationen zu bestimmen. Erkläre deine Vorgehensweise. (5P.)

- v. Zeichne die ungefähre Lage des Erbebenzentrums im Schema ein. (2P.)



Aufgabe 3.2: Wissenschaftliche Arbeitsmethode

/ 13 P.

Du möchtest die unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit von Metallen untersuchen. Dazu führst du folgendes Experiment durch:

Zuerst überziehst du verschiedene Metallstangen mit einer dünnen Wachsschicht. Dann bereitest du ein heißes Wasserbad vor. Nun tauchst du eine Stange mit dem Ende in das Wasserbad.

Da das Metall die Wärme vom erwärmten Ende weiter leitet, schmilzt nach und nach etwas Wachs auf der Stange. Das kann man gut beobachten, denn die feste Wachsschicht gibt der Stange einen weißen, matten, etwas durchsichtigen Anschein, das flüssige Wachs allerdings ist komplett durchsichtig und glänzend. Nach einer gewissen Zeit misst du wie lang der aus dem Wasser herausragende Teil der Stange ist, auf dem das Wachs geschmolzen ist.

Nun wiederholst du den Versuch mit den andern Stangen.

Nachdem du die Ergebnisse aufgeschrieben hast, solltest du einwandfrei feststellen können, welches Metall die Wärme am besten leitet, welches am zweitbesten, ..., welches am schlechtesten.

a. Erkläre, wieso du mit diesem Versuch feststellen kannst, dass zwei verschiedene Metalle die Wärme unterschiedlich gut leiten. (4P.)

b. Damit der Versuch wissenschaftlich aussagekräftig ist, müssen einige Bedingungen erfüllt sein, auf die du beim Aufbau und bei der Durchführung achten musst.

Gib wenigstens 3 solche Bedingungen an: (3x3P.)

1.

2.

3.

Aufgabe 3.3: Gestrandeter Wal**/ 12 P.**

Im Herbst 2011 ist ein Pottwal vor Pellworm (Schleswig-Holstein) gestrandet.

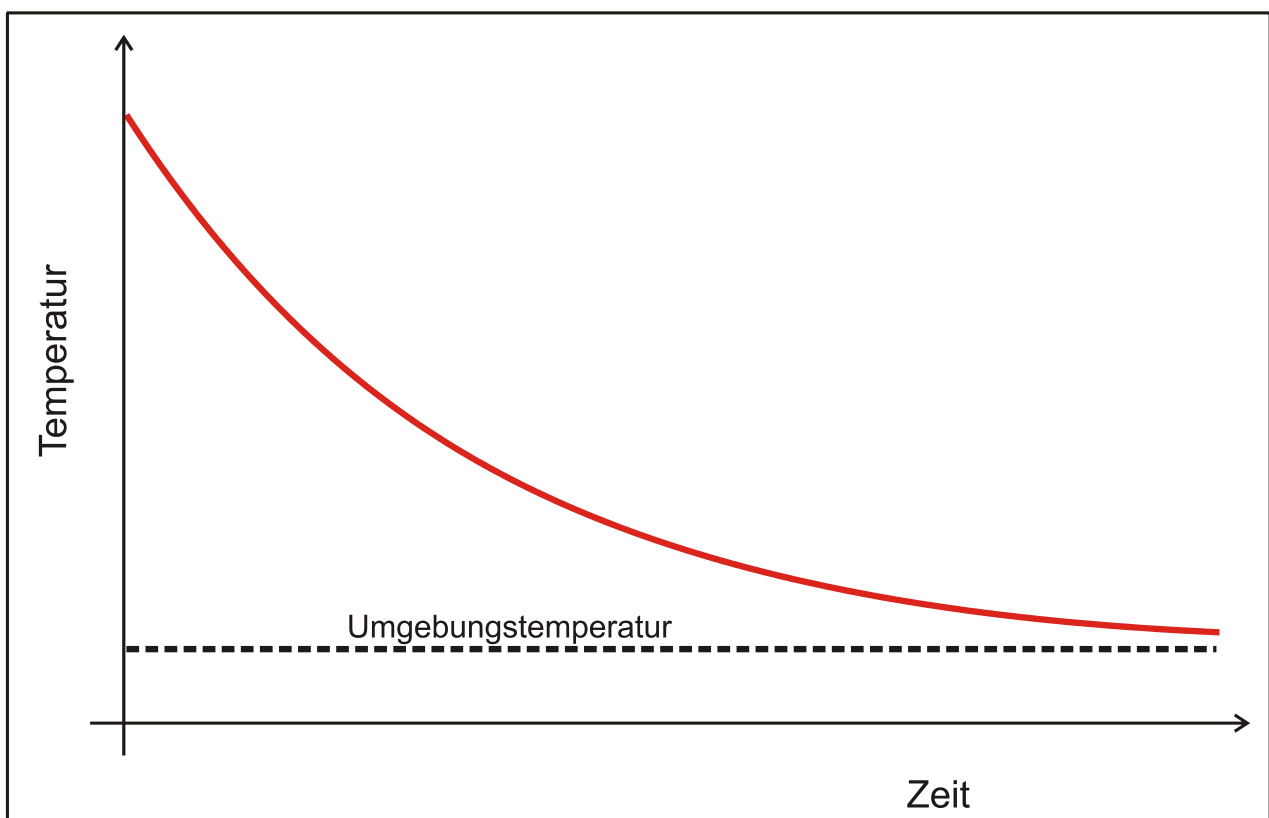
Obwohl das Tier schon einige Zeit verendet war und die Umgebungstemperatur tagelang exakt bei 0°C lag, betrug die Körpertemperatur im Inneren des am Strand liegenden Wales am 21. November immer noch 20°C . Drei Tage später war diese auf 15°C gesunken.



Die Temperaturmessungen können dazu genutzt werden, das Todesdatum des Tieres zu bestimmen. Man geht davon aus, dass seine Körpertemperatur zum Todeszeitpunkt 37°C betragen hat.

Die Physik lehrt uns, dass die Abkühlung eines ungeheizten Körpers in der Luft durch einen Temperaturverlauf, wie im nachfolgenden Graphen, modelliert werden kann. Allerdings sind bei unterschiedlichen Ausgangs- und Umgebungstemperaturen sowie unterschiedlichen Körpern die Achsen jeweils anders zu skalieren.

- a. Skaliere die beiden Achsen für die Situation des Wals und trage die gegebenen Messungen in den Graphen ein. Füge auch die korrekten Einheiten hinzu. Etwaige Berechnungen müssen angegeben werden. (8P.)



Berechnungen:

- b.** Bestimme mit Hilfe des Graphen, an welchem Tag der Wal am Strand verendet ist. (2P.)
- c.** Wann wird seine Körpertemperatur nur noch 5°C betragen (bei gleichbleibender Umgebungstemperatur)? (2P.)