



Name: \_\_\_\_\_

Schule: \_\_\_\_\_

Klasse: \_\_\_\_\_

## 14. Lëtzebuerger Naturwëssenschaftsolympiad



### Halbfinale

14/12/2020

#### Vorgaben

- Du hast 2,5 Stunden Zeit, um die Fragen zu bearbeiten.
- Insgesamt sind 90 Punkte zu erzielen, 30 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.

Resultat Physik:

Resultat Biologie:

Resultat Chemie:

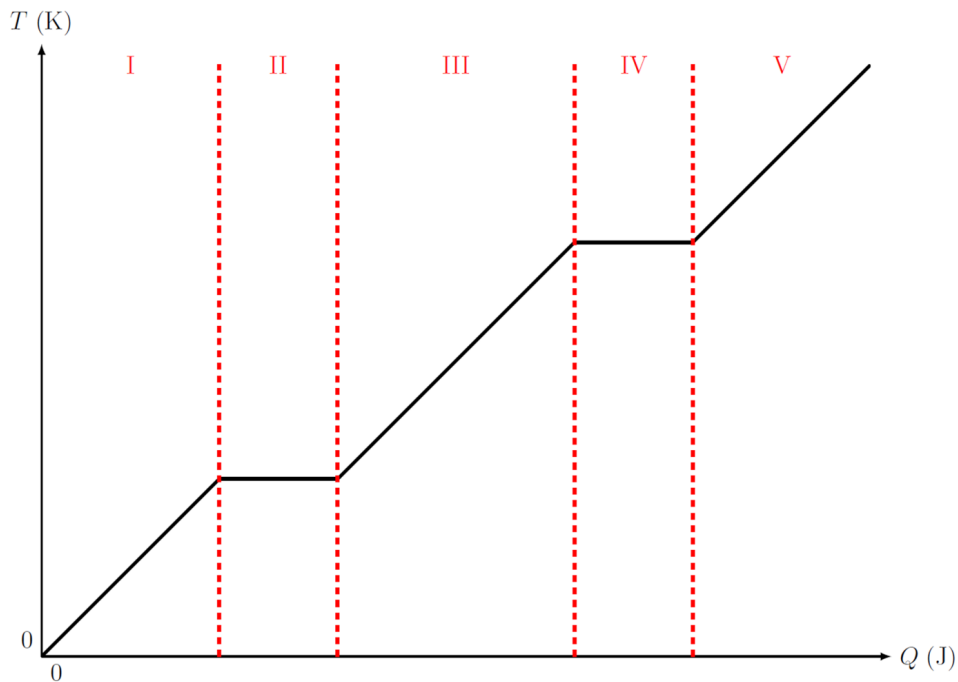
## Teil 1: Physik

### Aufgabe 1.1: Temperaturänderungen

/ 10,5 P.

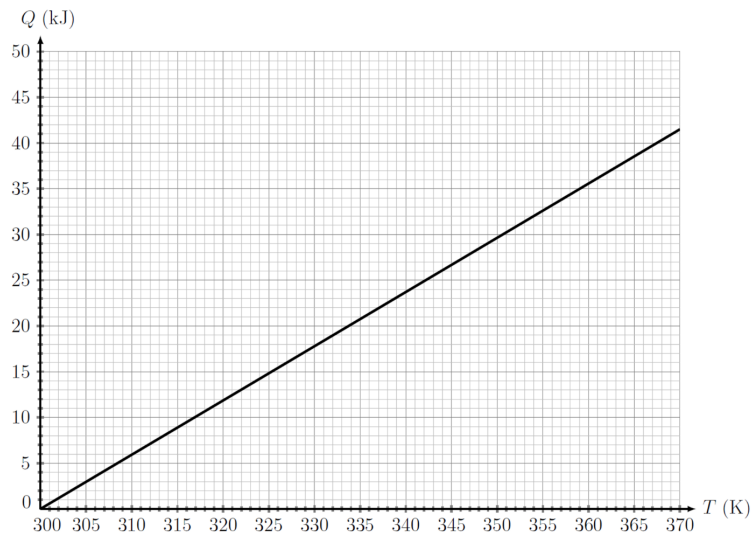
Die tiefstmögliche Temperatur, welche in unserem Universum existiert beträgt 0 K, bzw.  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , und wird als **absoluter Nullpunkt** bezeichnet. An diesem Punkt ist kein thermisches Zittern der Materie mehr möglich.

Falls man nun eine Substanz erwärmt, also ihr eine Wärmemenge  $Q$  zuführt, erhöht sich die Temperatur  $T$  dieser Substanz. Der typische Verlauf einer solchen Erwärmung wird im nachfolgenden Temperatur-Wärme-Diagramm ( $T$ - $Q$ -Diagramm) dargestellt.



- a. Beschreibe wie die Temperatur  $T$  der Substanz sich mit der zugeführten Wärmemenge  $Q$  verändert! (2 P.)
- b. In welchem Aggregatzustand, respektive in welchen Aggregatzuständen, befindet sich die Substanz in den Bereichen I, II, III, IV und V? (2 P.)

Man betrachte nun einen Ausschnitt des Wärme-Temperatur-Diagramms ( $Q$ - $T$ -Diagramm) von 1,54 kg Kupfer.



c. Bestimme die Steigung dieser Geraden. (2 P.)

d. Die Differenz der zugeführten Wärmemenge  $\Delta Q$  ist gegeben durch:

$$\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

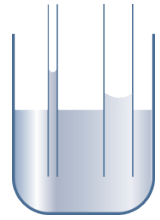
Hier ist  $m$  die Masse an Kupfer,  $c$  die Wärmekapazität des Kupfers und  $\Delta T$  die Temperaturänderung. Bestimme anhand deiner Ergebnisse aus Teilaufgabe c. die Wärmekapazität von Kupfer. Achte auf die Einheiten! (2,5 P.)

e. Welchen Einfluss hat die Wärmekapazität  $c$  auf die Erwärmung eines Körpers? Trage in das Diagramm die Kurve einer Substanz gleicher Masse jedoch größerer Wärmekapazität  $c$  ein! Begründe deine Antwort! (2 P.)

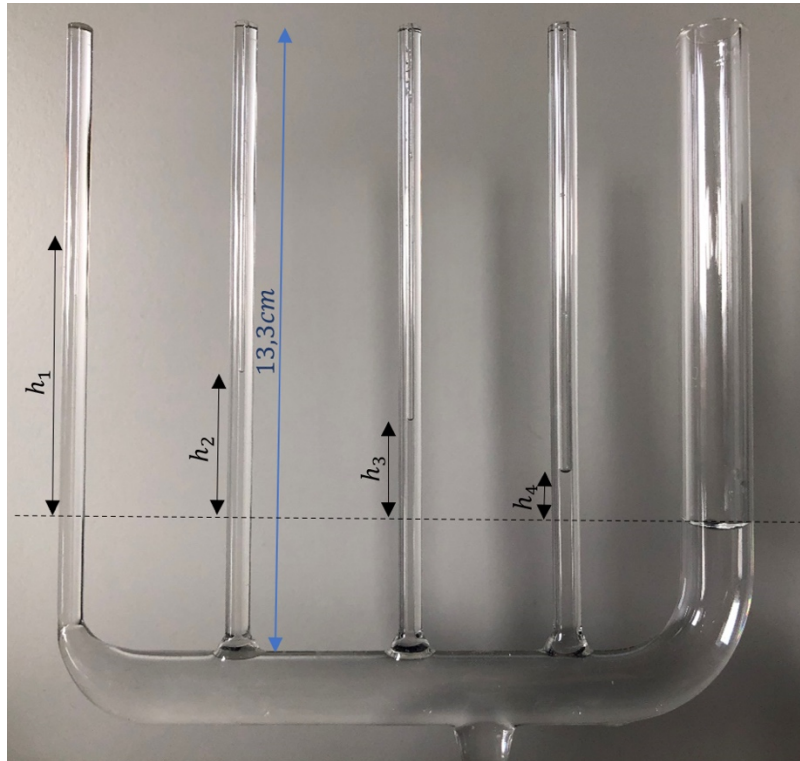
**Aufgabe 1.2: Kapillarität**

/ 10 P.

Bäume können ihre Blätter in Höhen von bis zu 100 m und mehr mit Wasser versorgen. Dabei nutzt der Baum den Kapillareffekt aus, welcher besagt, dass Flüssigkeiten in dünnen Röhrcchen (Kapillare) gegen die Schwerkraft steigen. Die Steighöhe ist hierbei von dem Innendurchmesser der Röhrcchen abhängig.



Experimentell wurde die Steighöhe  $h$  für vier Röhrcchen mit verschiedenen Durchmessern  $d$  bestimmt. Die Ergebnisse wurden auf dem folgenden Foto abgebildet.



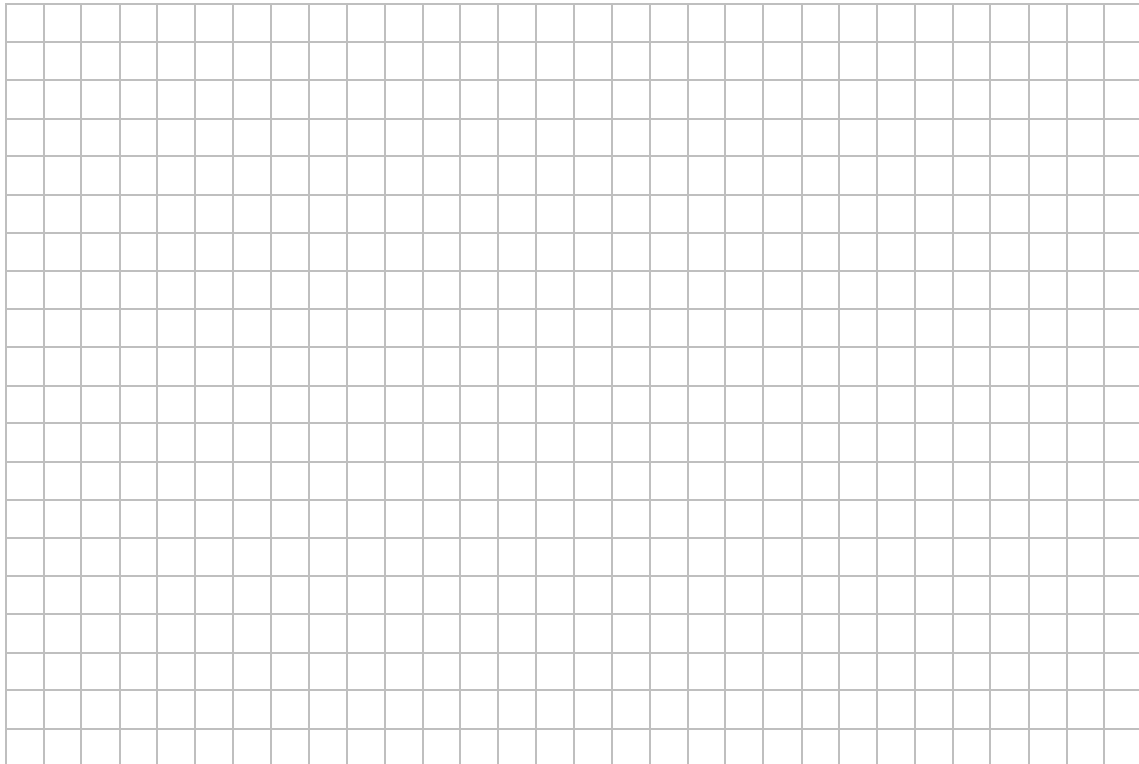
- a. Bestimme anhand der Längenangabe auf dem Foto, die Steighöhen für die verschiedenen Durchmesser. Erkläre deine Vorgehensweise. Vervollständige die Tabelle mit den realen Messwerten. (2,5 P.)

Röhrcchen	Durchmesser $d$ (mm)	Steighöhe $h$ (cm)
1	0,40	
2	0,80	
3	1,20	
4	2,20	

b. Betrachte die Messwerte und versuche einen Zusammenhang zwischen dem Durchmesser der Röhren und der Steighöhe zu erkennen. Begründe deine Antwort! Wie hoch würde demnach Wasser in einem Röhren mit einem Durchmesser von 1,6 mm steigen? (2 P.)

c. Stelle nun die Steighöhe in Abhängigkeit von  $\frac{1}{d}$  dar. Berechne hierfür zuerst die Werte von  $\frac{1}{d}$  und trage sie in folgende Tabelle ein. (3 P.)

Durchmesser d (mm)	Steighöhe h (cm)	$\frac{1}{d}$ ( $\frac{1}{\text{mm}}$ )
0,40		
0,80		
1,20		
2,20		



- d. Bestimme anhand der Grafik den passenden Durchmesser für eine Steighöhe von 42 mm. Erkläre deine Vorgehensweise! (1 P.)

- e. Die Steighöhe  $h$  lässt sich mit folgender Formel berechnen: (1,5 P.)

$$h = \frac{0,148 \cdot \cos(20^\circ)}{\rho \cdot g \cdot r} \quad \left\{ \begin{array}{l} \rho: \text{Dichte der Flüssigkeit} \\ g: \text{Ortsfaktor} \\ r: \text{Radius des Röhrchens} \end{array} \right.$$

Berechne den Ortsfaktor  $g$  für folgende Werte:

$$\rho = 1,00 \frac{g}{cm^3}; \quad r = 10^{-2} mm; \quad h = 14 dm$$

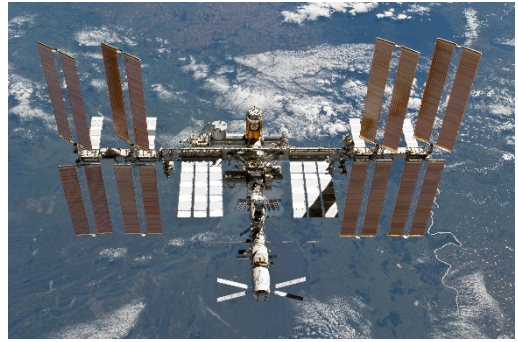


**Aufgabe 1.4: ISS**

/ 4 P.

Die internationale Raumstation ISS kreist aktuell in einem Tag 15,5 Mal um die Erde. Die Raumstation vollführt dabei eine kreisförmige Bewegung unter dem Einfluss der Gravitationskraft der Erde.

Die Umlaufdauer  $T$  und die Höhe  $h$  der ISS über der Erde hängen voneinander ab. Ihr Zusammenhang lässt sich mit folgender Formel berechnen:



$$\frac{4\pi^2}{T^2} = G \cdot \frac{M_{Erde}}{(R_{Erde} + h)^3}$$

wobei:

Masse der Erde:  $M_{Erde} = 5,97 \cdot 10^{24} kg$

Radius der Erde:  $R_{Erde} = 6371 km$

Gravitationskonstante:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$

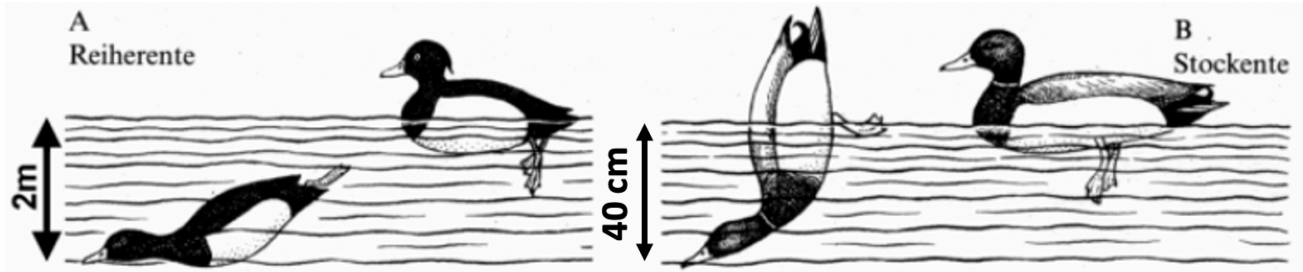
Berechne die Flughöhe der ISS über der Erdoberfläche!



**Teil 2: Biologie**

**Aufgabe 2.1: Schnäbel** / 6 P.

Die Abbildung zeigt das Tauch- und Schwimmverhalten der **Reiherente** und der **Stockente**, sowie weitere morphologische Details.



a.

1. Welcher Unterschied besteht zwischen dem Tauchverhalten der Stockente und dem der Reiherente? (1 P.)

2. Warum können beide Arten im gleichen Lebensraum überleben? (1 P.)

b. Welches Fluchtverhalten wird die jeweilige Entenart bei Gefahr zeigen? Ergänze die Tabelle an den richtigen Stellen. (4 P.)

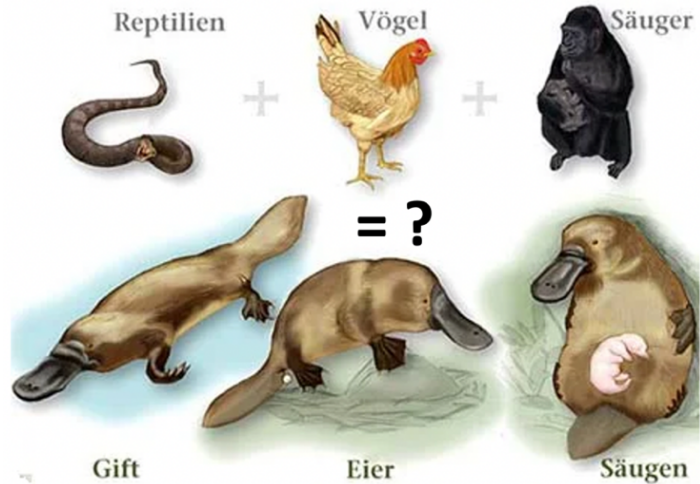
	<b>Flucht an Land</b>	<b>Flucht ins Wasser</b>
<b>Reiherente</b>	Trifft zu, weil	Trifft zu, weil
<b>Stockente</b>	Trifft zu, weil	Trifft zu, weil

**Aufgabe 2.2: Verwandtschaft**

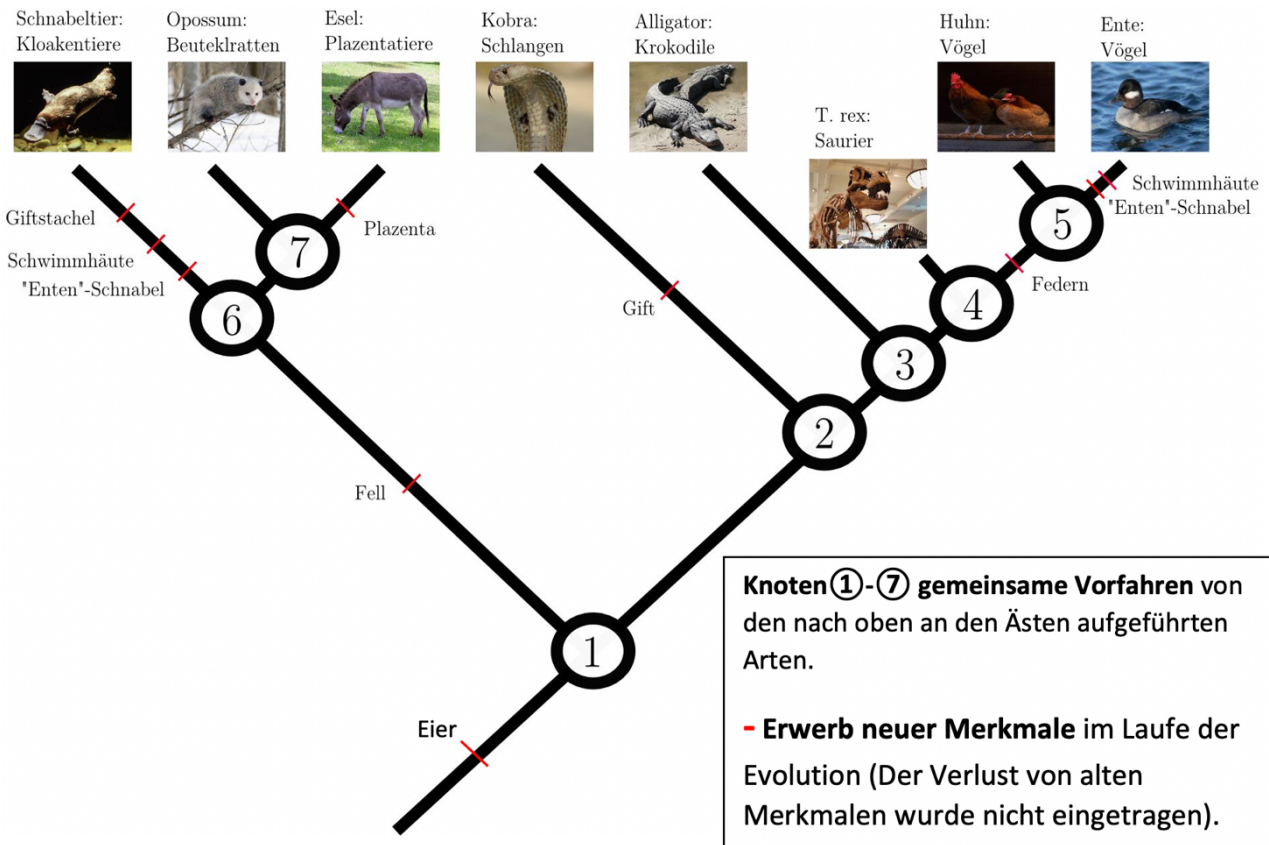
/ 3,5 P.

In einer Zeitung hast du einen Artikel über das Schnabeltier gefunden. Dort heißt es unter anderem:

- a) Schnabeltiere sind äußerst ungewöhnliche Lebewesen: Sie haben ein Fell und einen Schnabel, ihre Füße sind mit Schwimmhäuten versehen und tragen beim Männchen einen Giftstachel. Die Weibchen legen Eier und versorgen den Nachwuchs mit Muttermilch. Sie sind eine Mischung aus Vögeln, Reptilien und Säugetieren.
- b) Das Schnabeltier könnte das fehlende Bindeglied zwischen Vögeln und Säugern sein.



Du findest diese Behauptungen merkwürdig und recherchierst in einem guten Fachbuch zum Thema phylogenetische Systematik. Dort triffst du auf das folgende Schema:



- a.** Nenne die im Text / auf dem Schema erwähnten Gemeinsamkeiten von Schnabeltier und Stockente. (1,5 P.)


- b.** Wie erklärst du dir jede einzelne dieser drei Gemeinsamkeiten, wenn du dir die Verwandtschaftsverhältnisse auf dem Schema anschaust? (2 P.)

**Aufgabe 2.3: Bestimmungsschlüssel**

/ 4 P.

Bestimme die folgenden Tiere anhand des dichotomen Bestimmungsschlüssels und gib die jeweiligen Bestimmungsschritte an!



①



②

Art 1: \_\_\_\_\_ Geschlecht: \_\_\_\_\_

Bestimmungsschritte: > > > > > > > >

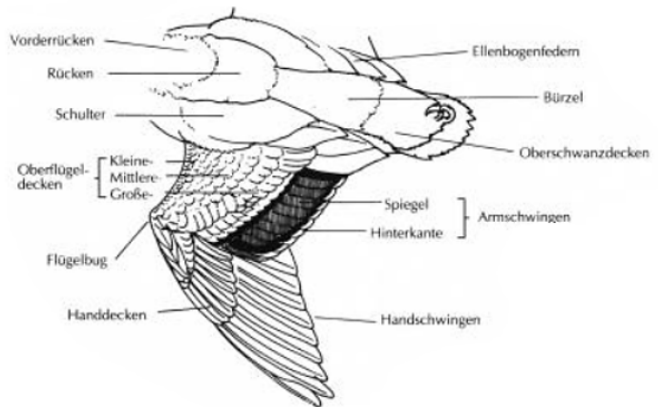
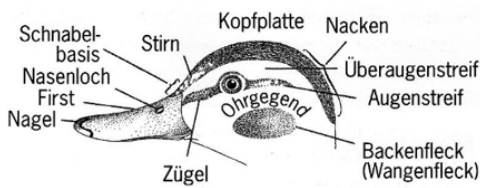
Art 2: \_\_\_\_\_ Geschlecht: \_\_\_\_\_

Bestimmungsschritte : > > > > > > > >

Anas-Entenvögel

Quelle: [https://offene-naturfuehrer.de/web/Eigentliche\\_Enten\\_-\\_Anas\\_\(Deutschland\)](https://offene-naturfuehrer.de/web/Eigentliche_Enten_-_Anas_(Deutschland))

**Fachtermini**



- 1 Langer und breiter Schnabel. ....> 2
- 1' Runder und spitz zulaufender Schnabel. Die Schnabellänge entspricht der Kopflänge oder ist kürzer. ....> 3
- 2 Schnabelfarbe schwarz. Kopf und Hals sind schwarz mit metallischgrünen Federn. Das Brust- und Rückengefieder ist hellgrau bis weiß, die Flanken sind hellbraun und die Schwanzfedern schwarz.
  - ♂ Löffelente – *Anas clypeata*
- 2' Schnabelfarbe dunkelgrau bis braun und der Schnabelrand ist orange. Die Kopfplatte ist dunkelbraun und ist zum hellbraunen Kopfgefieder nicht scharf abgegrenzt. Das hellbraune Brust- und Bauchgefieder ist nur minimal dunkelbraun gemustert und wirkt daher hell, das Rückengefieder ist dagegen deutlich dunkler.
  - ♀ Löffelente – *Anas clypeata*
- 3 Farben- und kontrastreiches Gefieder. ....> 4
- 3' Gleichmäßig hellbraunes Gefieder mit dunkelbrauner oder schwarzer Musterung. ....> 9
- 4 Kopfgefieder grün-metallisch. ....> 5
- 4' Gefieder anders. ....> 6

- 5 Das Kopf- und Halsgefieder ist gleichmäßig grün-metallisch und wird vom rot-braunen Brustgefieder von einem schmalen weißen Halsband getrennt. Der Schnabel ist gelb. Das Körpergefieder variiert zwischen hellgrau und braun, besonders auffällig ist der dunkelblaue metallischglänzende Spiegel, der weiß gerahmt ist.

**Stockente – *Anas platyrhynchos***

- 5' Der Kopf ist dunkelbraun bis rot-braun mit auffallend breiten dunkelgrünen und metallischglänzenden Augenbinde, welche sich bis zum Hals erstreckt. Diese Musterung ist mit feinen weißen Konturlinien voneinander getrennt. Der Schnabel ist schwarz. Das Körpergefieder ist hellbraun bis weiß mit einer feinen schwarzen Musterung, welche das Gefieder aus der Entfernung grau erscheinen lässt. Auffallend sind ein schwarzer und weißer waagrecht verlaufender Stich über die Flanken.

**Krickente – *Anas crecca***

- 6 Weiße Kopfzeichnung. .... ▶ 7
- 6' Graue wirkende Flanken. .... ▶ 8
- 7 Das Kopfgefieder ist schwarz und hat stellenweise einen violettmetallischen Glanz, an der Schnabelbasis befindet sich ein breiter und länglicher weißer Fleck. Die Brust ist hellbraun und schwarz gepert, Bauch und Schwanzgefieder ist schwarz. Das Rückengefieder ist schwarz und stark verlängert, mit seiner hellbraunen Säumung wirkt es gestreift. Besonders auffallend sind die hellblauen Flügeldecken, die weiß umrandet sind, sowie ein metallisch grüner Spiegel, diese Merkmale sind auch bei geschlossenen Flügeln sichtbar.

**♠ Blaufügelente – *Anas discors***

- 7' Das Kopf- und Halsgefieder ist dunkelbraun und hat eine feine hellgraue Strichelung, die Stirn, Kopfplatte und der Nacken sind schwarz oder schwarz-braun, auffallend ist ein breiter weißer Überaugenstreif, der sich bis zum Nacken erstreckt. Die Brust ist hellbraun und ist dunkelbraun gemustert, von Hals zur Brustmitte ist es eine Perlung die zu den Flanken hin eine breite Wellenform übergeht. Die Flanken sind weiß mit einer feinen schwarzen Zeichnung, welche aus der Entfernung wie ein helles Grau wirkt. Das Rückengefieder ist schwarz und verlängert, mit seiner weißen Säumung wirkt es gestreift. Bauch- und Schwanzgefieder ist dunkelbraun mit einer hellbraunen Säumung. der Schnabel ist schwarz.

**♠ Knäckente – *Anas querquedula***

- 8 Das Kopfgefieder ist rot-braun mit einer deutlich gelbbraun abgehobenen Stirn, um das Auge herum können sich unregelmäßige dunkelgrüne teilweise metallische Federpartien befinden. Das Brustgefieder ist hellgrau mit rotbrauner Musterung, der Bauch weiß, die Unterschwanzdecken schwarz und die Schwanzfedern braun. Die Flanken sind weiß oder hellgrau mit einer feinen weißen Musterung, die aus der Entfernung grau wirkt.

**♠ Pfeifente – *Anas penelope***

- 8' Der Schnabel ist schwarz mit einem orangenen Rand. Der Grundton des Gefieders ist weiß bis hellgrau, durch feine schwarze Musterungen wirkt es aus der Entfernung jedoch grau. Am Kopf ist es ein grobes Fleckenmuster, das sowohl eine Kopfplatte, wie auch einen Augenstreif andeutet. Die Brust hat ein breiteres Wellenmuster, wodurch sie dunkel erscheint, Rücken, Flanken und Hals haben ein sehr feines Wellenmuster. Lediglich der Bauch weißt keine Musterung auf, sein Gefieder ist weiß mit hellbraunen Schattierungen. Schwanzoberdecken, wie Unterdecken sind schwarz und heben sich deutlich ab, die Schwanzfedern sind hellgrau mit weißem Saum.

**♠ Schnatterente – *Anas strepera***

- 8'' Das Kopfgefieder ist dunkelbraun, die Kopfplatte und der Nacken teilweise schwarz. Hals- und Brustgefieder ist weiß, ein Ausläufer der weißen Zeichnung reicht bis zum Nacken. Der Schnabel ist grau mit schwarzen Rändern, Rücken und Spitze. Die Flanken sind hellgrau bis weiß mit einer sehr feinen schwarzen Wellenzeichnung, welche aus der Entfernung die Flanken grau erscheinen lässt. Auffälliges Merkmal sind die verlängerten schwarzen Schwanzfedern, welche zumeist aufrecht getragen werden.

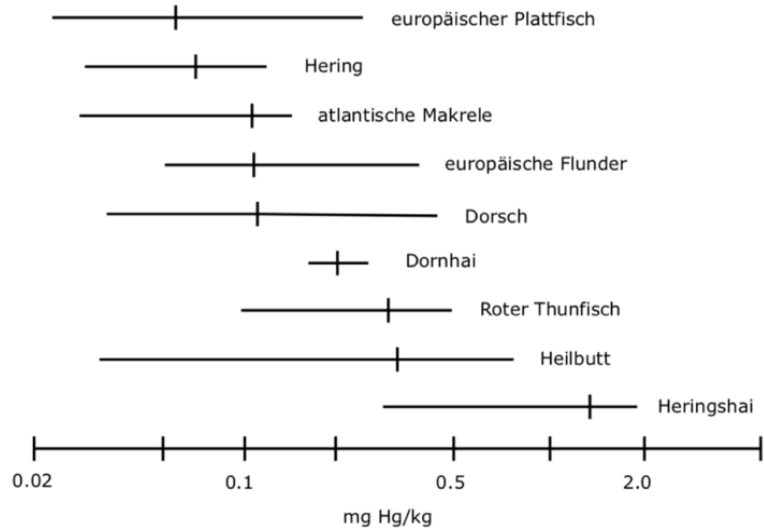
**♠ Spießente – *Anas acuta***

- 9 Ohne Augestreif. .... ▶ 10
- 9' Mit Augestreif. .... ▶ 11
- 10 Das Kopfgefieder ist rot-braun mit einer dunkelbraunen Strichelung, Kopfplatte und Nacken sind dunkelbraun. Das Brustgefieder ist rot-braun mit schwarzen Schattierungen, der Bauch ist weiß und die Flanken rot-braun. Das Rückengefieder ist dunkelbraun mit einer breiten rot-braunen Säumung. Der Spiegel ist dunkelgrün mit einem metallischem Glanz und die Armdecken oberhalb des Spiegels sind weiß. Der Schnabel ist dunkelgrau mit einer schwarzen Spitze.  
♀ Pfeifente – *Anas penelope*
- 10' Das Kopfgefieder ist dunkelbraun bis rot-braun. Das Körpergefieder ist hellbraun mit einer breiten dunkelbraunen Musterung. Die schwarz-braunen Schwanzfedern sind verlängert und laufen spitz zu. Der Schnabel ist schwarz. Der Spiegel ist metallisch grün und schwarz umrandet.  
♀ Spießente – *Anas acuta*
- 11 Kleiner als Stockente und ein grüner Spiegel. .... ▶ 12
- 11' Spiegelfarbe anders. .... ▶ 13
- 12 Dunkelbrauner Schnabel. Das Kopfgefieder ist hellbraun mit einer dunkelbraunen Strichelung, Augestreif, Kopfplatte und Nacken sind dunkelbraun. Das Körpergefieder ist hellbraun mit dunkelbrauner Musterung, welche auf der Brust gepert ist und zum Schwanz hin breit und flächig wird. Der Spiegel ist zum Körper hin metallisch grün und zur Flügelspitze dunkelblau, die Armdecken oberhalb des Spiegels sind weiß.  
♀ Krickente – *Anas crecca*
- 12' Der Schnabel ist schwarz bis dunkelgrau. Das Kopf- und Kehlfieder ist hellbraun mit einer leichten dunkelbraunen Strichelung, Augestreif, Kopfplatte und Nacken sind dunkelbraun. Das Körpergefieder ist überwiegend dunkelbraun und nur schmal hellbraun gesäumt. Der Spiegel ist hellgrün metallisch und durch einen schmalen weißen Balken zu den Armdecken hin gerahmt.  
♀ Knäckente – *Anas querquedula*
- 13 Der Schnabel ist dunkelbraun. Der Augestreif ist braunschwarz und hebt sich deutlich vom hellbraunen Gefieder ab und geht in das ebenso schwarzbraune Gefieder von Kopfplatte und Nacken über. Die hellbraune Säumung des Körpergefieders lässt die dunkelbraune Musterung spitz zulaufend erscheinen. Der Spiegel ist dunkelblau metallisch und schwarz-weiß gerahmt.  
♀ Stockente – *Anas platyrhynchos*
- 13' Der Schnabel ist gelb-orange mit einem schwarzen Rücken. Der dunkelbraune Augestreif, wie auch die Kopfplatte sind nur angedeutet und hebensich kaum von hellbraun des Kopfgefieders ab. Die Musterung des Körpergefieders wirkt relativ grob: Die hellbraune Säumung ist schmal und lässt die dunkelbraune Musterung länglich oval wirken. Der Spiegel ist schwarz und weiß.  
♀ Schnatterente – *Anas strepera*
- 13'' Der Schnabel ist dunkelgrau mit einem hellen, leicht orangenen Rand. Der schwarzbraune Augestreif und die Kopfplatte hebt sich deutlich vom hellbraunen Kopfgefieder ab. Die Musterung des Körpergefieders ist an der Brust gepert und wird durch die zum Schwanz hin schmaler werdende hellbraune Säumung flächig und lässt das Gefieder allgemein dunkel wirken. Das Muster wirkt wie breite Halbkreise oder Schuppen. Auffallendes Merkmal ist das Hellblau der Armdecken, sowie der hellgrüne metallische Spiegel.  
♀ Blauflügelente – *Anas discors*

**Aufgabe 2.4: Quecksilbergehalt in Speisefischen**

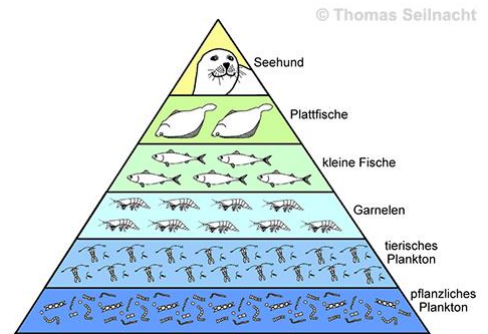
/ 6 P.

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfiehlt eine maximale tägliche Aufnahme (MDI) von 0.1 Mikrogramm ( $\mu\text{g}$ ) Quecksilber (Hg) pro kg Körpergewicht. Deshalb wird der Quecksilbergehalt im Speisefisch regelmäßig kontrolliert. Der Quecksilbergehalt in Milligramm/kg für 9 Fischarten ist in der nebenstehenden Abbildung gezeigt. Die horizontalen Balken stellen die Bandbreite der gemessenen Werte dar, die kleinen vertikalen Balken Mittelwerte.

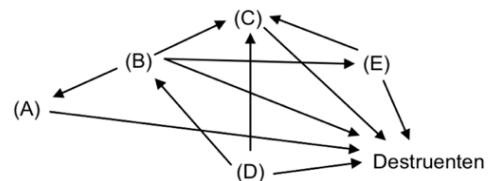


Welche Schlussfolgerung kann man aufgrund der Untersuchungsergebnisse ziehen?

- Wie oft darf ein Mensch von 75 kg aufgrund der Quecksilberbelastung der Meere Thunfisch (1 Portion ca. 200 g) essen? (2 P.)
- Wie erklärt sich die relativ hohe Quecksilberkonzentration beim Heilbutt gegenüber der Konzentration an Hg in der Atlantischen Makrele? (2 P.)



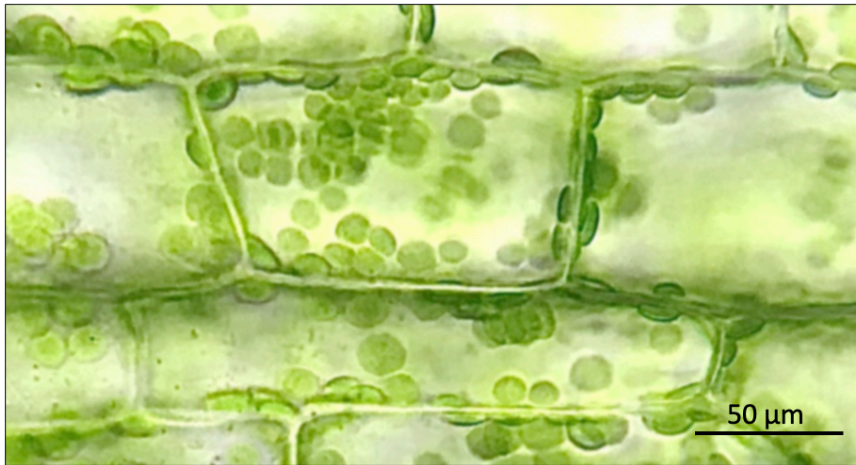
- Die nachfolgende Abbildung zeigt ein Nahrungsnetz eines Ökosystems im Atlantik mit 5 verschiedenen Arten (A - E) und den Pfeilen des jeweiligen Energieflusses. Welche Art bezeichnet man als Produzent? Nenne ein Beispiel für diesen Produzenten. (2 P.)



**Aufgabe 2.5: Zellen**

**/ 5,5 P.**

Folgende Aufnahme zeigt Zellen (ungefärbt) der Wasserpest.



- a. Fertige eine wissenschaftliche Zeichnung einer Zelle an. Beschrifte die deutlich erkennbaren Zellbestandteile. (4 P.)
- b. Durch welche Zellstrukturen lassen sich Pflanzenzellen von den Tierzellen unterscheiden? (1,5 P.)

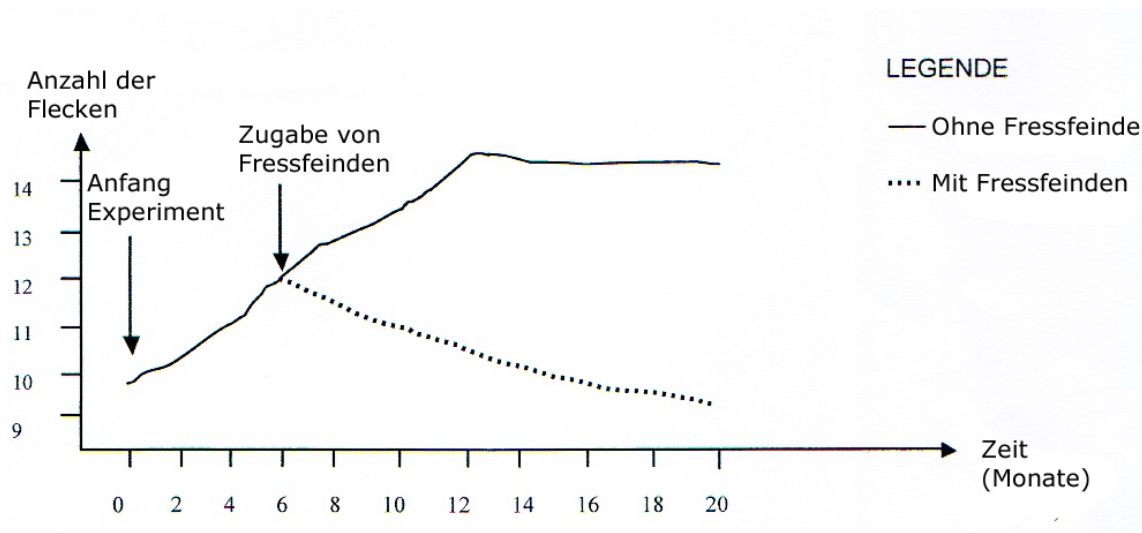


**Aufgabe 2.6: Evolution****/ 5 P.**Dokument 1:

Guppys sind kleine Fische, die bei Aquarienbesitzern sehr beliebt sind. Ursprünglich stammen sie aus dem nördlichen Südamerika und der Karibik. Die Männchen besitzen grelle, bunte Flecken unterschiedlicher Form und Anzahl. Diese Flecken sind ein sekundäres Geschlechtsmerkmal. Die Anzahl der Flecken wird über mehrere Generationen hinweg verfolgt.

Dokument 2:

Für ein Experiment wurde zum Zeitpunkt 0 eine Gruppe Guppys (Männchen und Weibchen) in einem Aquarium angesiedelt. Die Dekoration und die Umgebung entsprechen dem natürlichen Lebensraum der Tiere.



a. Erkläre den Verlauf der Kurven anhand der Dokumente. (4 P.)

b. Welches Aussehen haben die männlichen Guppys in freier Wildbahn? (1 P.)

## Teil 3: Chemie

Die vier folgenden Aufgaben zum Thema **Kupfer** können unabhängig voneinander gelöst werden. Lies dir die „Kleine Hilfe“ gut durch, sie kann dir bei der einen oder anderen Aufgabe weiterhelfen!

### Kleine Hilfe:

- Der **Massenanteil w** gibt an, welchen Anteil die Masse des betrachteten Stoffs an der Gesamtmasse des Stoffgemischs hat. Der Massenanteil wird in Prozent angegeben.

$$w = \frac{m(\text{betrachteter Stoff})}{m(\text{Stoffgemisch})} \cdot 100 \quad (\text{„Einheit“: \%})$$

- Ein **Mol** ist eine Stoffportion, die **6,022 · 10<sup>23</sup> 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:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

$$M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot M(\text{Fe}) + 3 \cdot M(\text{O}) = 2 \cdot 55,8 + 3 \cdot 16,0 = 159,6 \text{ g/mol}$$

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

$$n = \frac{m}{M} \quad (\text{Einheit: mol}) \quad (1 \text{ mmol} = 10^{-3} \text{ mol})$$

- Die **Massenkonzentration** (frz. concentration massique) **β** gibt die Masse des gelösten Stoffs an, die in einem Liter Lösung enthalten ist.

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

**PERIODENSYSTEM DER ELEMENTE**  
Tableau périodique des éléments

1,0 H																		4,0 He
6,9 Li	9,0 Be											10,8 B	12,0 C	14,0 N	16,0 O	19,0 F	20,2 Ne	
23,0 Na	24,3 Mg											27,0 Al	28,1 Si	31,0 P	32,1 S	35,5 Cl	39,9 Ar	
39,1 K	40,1 Ca	45,0 Sc	47,9 Ti	50,9 V	52,0 Cr	54,9 Mn	55,8 Fe	58,9 Co	58,7 Ni	63,5 Cu	65,4 Zn	69,7 Ga	72,6 Ge	74,9 As	79,0 Se	79,9 Br	83,8 Kr	
85,5 Rb	87,6 Sr	88,9 Y	91,2 Zr	92,9 Nb	95,9 Mo	(98,0) Tc	101,1 Ru	102,9 Rh	106,4 Pd	107,9 Ag	112,4 Cd	114,8 In	118,7 Sn	121,7 Sb	127,6 Te	126,9 I	131,3 Xe	
132,9 Cs	137,3 Ba	178,5 Hf	180,9 Ta	183,8 W	186,2 Re	190,2 Os	192,2 Ir	195,1 Pt	197,0 Au	200,6 Hg	204,4 Tl	207,2 Pb	209,0 Bi	(209) Po	(210) At	(222) Rn		
(223) Fr	226,0 Ra	(261) Rf	(262) Db	(266) Sg	(267) Bh	(269) Hs	(271) Mt	(272) Ds	(285) Rg	(285) Cn	(289) Fl	(293) Lv	(293) Ts	(293) Og	(293) Lr	(293) Uu		
Lanthanoide lanthanides		138,9 La	140,1 Ce	140,9 Pr	144,2 Nd	(147,0) Pm	150,4 Sm	152,0 Eu	157,2 Gd	158,9 Tb	162,5 Dy	164,9 Ho	167,3 Er	168,9 Tm	173,0 Yb	175,0 Lu		
Actinoide actinides		227,0 Ac	232,0 Th	231,0 Pa	238,0 U	237 Np	(244) Pu	(243) Am	(247) Cm	(247) Bk	(251) Cf	(252) Es	(257) Fm	(258) Md	(259) No	(262) Lr		

■ Nichtmetalle - non-métal    ● fest - solide  
■ Edelgase - gaz noble    ● flüssig - liquide  
■ Metalle - métal    ● gasförmig - gazeux  
■ Halbmatalle - métalloïde

**Aufgabe 3.1: Vom Malachit zum Kupferbeil**

/ 11 P.

Als 1991 im Ötztal in Südtirol (Italien) die mumifizierte Leiche von „Ötzi“ gefunden wurde, staunten die Wissenschaftler nicht schlecht über sein Beil aus 99 %-igem Kupfer, starb er doch schon vor etwa 5 300 Jahren. Kupfer und Gold sind die ersten Metalle, die der Mensch zu Schmuck und Alltagsgegenständen verarbeitet hat, da sie gediegen (Gold immer, Kupfer manchmal), d. h. rein, elementar vorkommen. Allerdings gibt und gab es in den Alpen nicht annähernd genug gediegenes Kupfer, um ein solches Beil herzustellen. Der Mensch muss es bereits zu der Zeit geschafft haben, das Metall aus seinen Erzen zu gewinnen. Es gibt Hinweise darauf, dass Menschen in Israel dies bereits vor etwa 6 500 Jahren bewerkstelligen konnten. In den Alpen findet man Kupfer unter anderen in Form von Malachit, einem basischen Kupfercarbonat (einem sogenannten Doppelsalz aus Kupfer(II)-carbonat  $\text{CuCO}_3$  und Kupfer(II)-hydroxid  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ), das auch gerne weltweit als Schmuckstein dient.

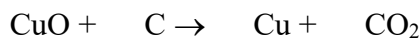


Kupferbeil:  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14690470>

Beim Erhitzen über  $230\text{ }^\circ\text{C}$  zerfällt Malachit nach folgender Gleichung (nicht ausgeglichen):

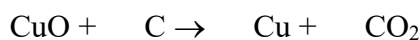


In Gegenwart von Koks (Kohle) erhält man oberhalb von  $530\text{ }^\circ\text{C}$  elementares Kupfer nach folgender Gleichung (nicht ausgeglichen):



Malachit:  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=5694935>

- a. Gleiche die 2 Reaktionsgleichungen hier aus. (2 P.)



- b. Die 2 Reaktionen benötigen eine stete Energiezufuhr. Wie nennt man solche Reaktionen? (1 P.)
- c. Wie lautet der Fachbegriff für die zweite Reaktion, bei der das Kupfer(II)-oxid Sauerstoff abgibt? (1 P.)

- d. Die Kupferklinge hat eine Masse von 174 g. Welche Masse an Malachit wurde zu ihrer Herstellung benötigt? Gib den Rechenweg an! (5 P.)

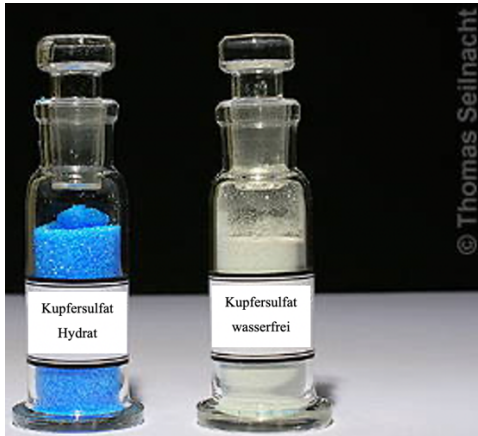
- e. Das Foto zeigt einen Kirchturm in Dresden, bei dem ein Teil des Daches neu mit Kupfer verkleidet wurde. Die grünen Teile des Daches sind älter. Erkläre! (2 P.)



<http://striesen-oiger.de/2016/09/29/gruen-wird-rot/>

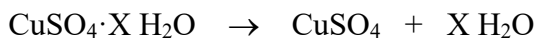
**Aufgabe 3.2: Kupfersalze****/ 8 P.**

Kupfer(II)-sulfat ( $\text{CuSO}_4$ ), auch Kupfervitriol genannt, besteht aus Kupfer- ( $\text{Cu}^{2+}$ ) und Sulfat-Ionen ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) und ist im wasserfreien Zustand ein weißer Feststoff der gut in Wasser löslich ist und eine blaue Lösung bildet. Wird Kupfersulfat aus einer wässrigen Lösung durch Verdunsten des Wassers gewonnen bilden sich blaue Kupfersulfat-Kristalle. Diese Form von Kupfersulfat enthält Wassermoleküle in einem bestimmten Verhältnis  $X$  (= ganze Zahl) in der Kristallstruktur und wird als Kupfersulfat-Hydrat bezeichnet ( $\text{CuSO}_4 \cdot X \text{H}_2\text{O}$ ). Dieses Verhältnis zwischen Wasser und Kupfersulfat ist dabei konstant und kann mit einem Versuch bestimmt werden.



Erhitzt man das blaue Kupfersulfat Hydrat über  $200^\circ\text{C}$  wird das gesamte Kristallwasser freigesetzt und übrig bleibt das wasserfreie weiße Kupfersulfat.

Mit der folgenden chemischen Gleichung kann dieser Vorgang beschrieben werden:



Bei einem Versuch wird 10,0 g blaues Kupfersulfat-Hydrat erhitzt und man erhält 6,39 g weißes wasserfreies Kupfersulfat.

- a. Die Masse einer wasserfreien Kupfersulfat Einheit ist 8,87-mal höher als die Masse eines Wassermoleküls. Bestimme das Verhältnis  $X$  zwischen Wasser und Kupfersulfat. (3 P.)

Der Vorgang kann auch rückgängig gemacht werden, wenn man Wasser zu wasserfreiem Kupfersulfat gibt, welches sich dann blau verfärbt.

Das wasserfreie Kupfersulfat kann z. B. als Trocknungsmittel, beispielsweise zur Herstellung von wasserfreiem Ethanol, dienen.

- b.** Welche zusätzliche Anwendung von wasserfreiem Kupfersulfat kannst du dir vorstellen?  
(1 P.)

Gemischt mit einer Calciumhydroxid-Suspension wird Kupfersulfat als Bordeauxbrühe im Bioweinbau z. B. zur Bekämpfung von Pilzkrankungen eingesetzt. Wegen möglicher Bodenbelastung mit Kupfersalzen wird aber nach Alternativen gesucht.

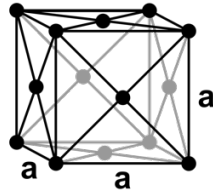


<https://www.delinat.com/weinlese-blog/kupfer-und-schwefel-auf-die-dosis-kommt-es-an/>

- c.** Ein Arbeiter soll in einem Weinanbaugebiet eine Parzelle mit einer Fläche von 12,4 ha mit Bordeauxbrühe behandeln. Die zur Verfügung stehende Spritze besitzt einen fest eingestellten Durchfluss so dass bei einer Behandlung 200 L Lösung pro Hektar regelmäßig verteilt werden. Die Dosierung soll 400 mg Kupfersulfat pro Quadratmeter Anbaufläche betragen. Welche Massenkonzentration (in g/L) wird benötigt, um diese Dosierung zu erreichen? Welche Masse an Kupfersulfat wird zur Herstellung der Lösung benötigt, wenn man damit die ganze Parzelle behandeln will? (4 P.)

**Aufgabe 3.3: Kupfer-Metallgitter****/ 5 P.**

Auf dem folgenden Bild ist die kubische *Elementarzelle* des Kupfers abgebildet. Sie stellt das Metallgitter des Kupfers dar. Eine Elementarzelle enthält 4 Kupfer-Atome. Die Länge der Elementarzelle  $a$  beträgt  $0,3615 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ).



© Wikipedia

- a. Berechne die Masse in g einer Elementarzelle indem du die Masse von 4 Kupfer-Atomen mithilfe der molaren Masse berechnest.  $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g/mol}$ . (2 P.)
  
- b. Berechne das Volumen der Elementarzelle in  $\text{cm}^3$ . (2 P.)
  
- c. Berechne die Dichte des Kupfers in  $\text{g/cm}^3$  und bestimme, ob es sich bei Kupfer um ein Schwermetall handelt oder nicht. Bedingung damit es sich um ein Schwermetall handelt: Dichte  $> 5 \text{ g/cm}^3$ . (1 P.)

**Aufgabe 3.4: Bronzemedaille****/ 6 P.**

Die erste hergestellte Legierung der Menschheit war Bronze. Es handelt sich dabei um eine Mischung aus Kupfer und Zinn (Sn). Die Bronzemedaille, die den Athleten 2018 bei den Olympischen Winterspielen im südkoreanischen Pyeongchang verliehen wurde, besitzt einen Durchmesser von 92,6 mm und eine Höhe von 8,23 mm. Die Dichte dieser Bronze beträgt etwa  $8,9 \text{ g/cm}^3$ . Die Masse dieser Bronze besteht zu etwa 90 % aus Kupfer und zu etwa 10 % aus Zinn.

- a. Berechne die Masse einer Bronzemedaille. (3 P.)



<https://www.olympic.org/fr/mc/dailles-pyeongchang-2018>

- b. Berechne die Anzahl an Zinn-Atomen in einer Bronzemedaille. (3 P.)