

Name: _____

Schule: _____

Klasse: _____

13. Lëtzebuerger Naturwëssenschaftsolympiad



Halbfinale

16/12/2019

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:

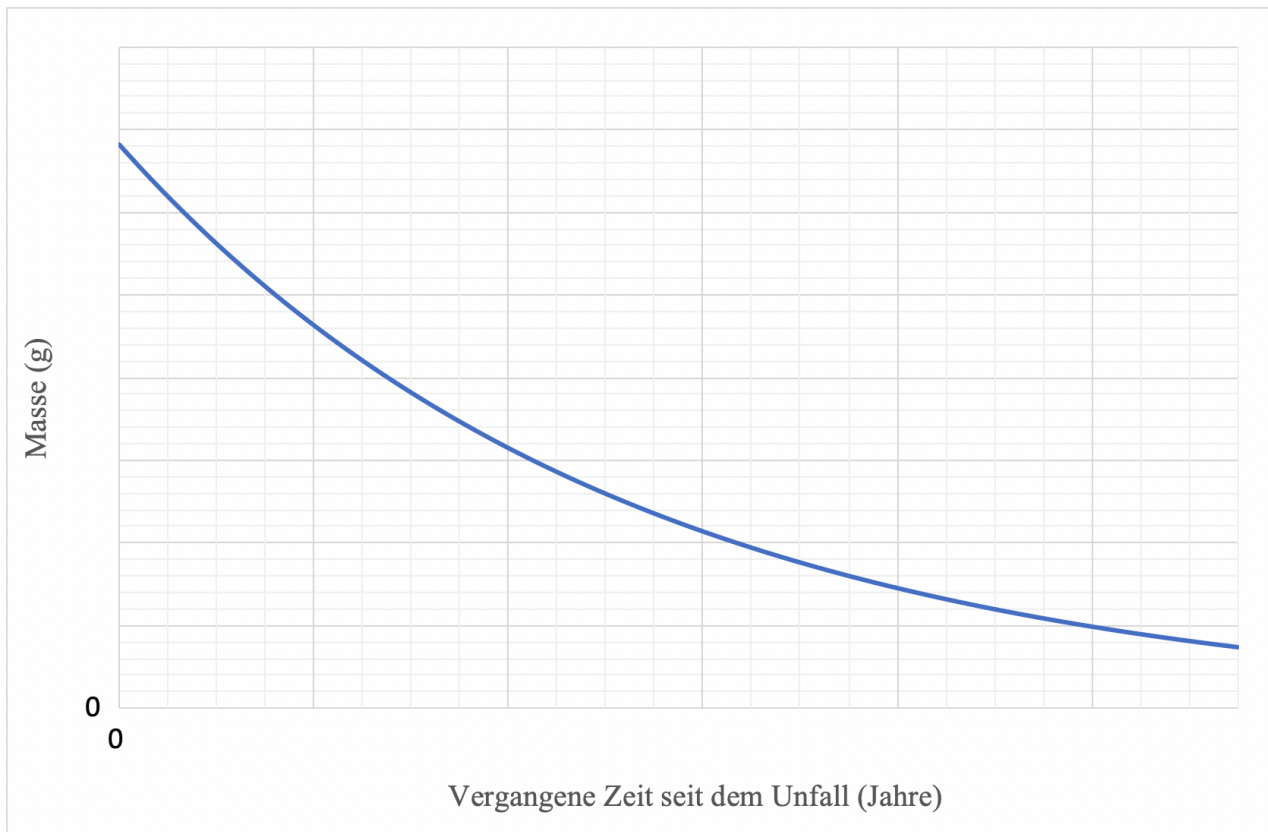
Teil 1: Physik

Aufgabe 1.1: Zerfall von Plutonium

/ 7 P.

Bei der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl im Jahre 1986 wurde neben vielen anderen Stoffen das radioaktive Element Plutonium 241 freigesetzt. Die Menge wurde auf 682 g geschätzt. Da Plutonium ein radioaktives Material ist zerfällt es nach einer gewissen Zeit in Americium 241. Bei einer Messung im Jahre 2012 wurde die Restmenge an Plutonium 241 auf 196 g geschätzt.

Der Zerfall von radioaktiven Elementen ist exponentiell und kann anhand des unten abgebildeten Diagramms modelliert werden.



- a. Skaliere die beiden Achsen und trage die fehlenden Werte in den Graphen ein. Etwaige Berechnungen müssen angegeben werden. (2 P.)

Wann ein radioaktives Teilchen zerfällt kann man nicht vorhersehen. Allerdings gibt es eine bestimmte Zerfallswahrscheinlichkeit, die für jedes Element bekannt ist. Diese gibt den Zeitraum an nach welcher die Hälfte der Anfangsmenge der Atomkerne zerfallen ist, dieser Zeitraum wird **Halbwertszeit** genannt.

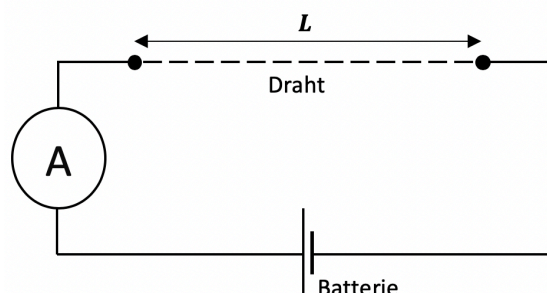
- b. Lies im Schaubild die Halbwertszeit von Plutonium ab und gib sie an! Erkläre! (1 P.)
- c. Nach welcher Zeit wäre nur noch 6,25% des ursprünglich radioaktiven Plutoniums vorhanden? Erkläre! (2 P.)
- d. Nach welcher Zeit wäre demnach kein Plutonium mehr in Tschernobyl auffindbar? Erkläre! (2 P.)

Aufgabe 1.2: Elektrischer Strom

/ 6 P.

An eine Batterie mit einer Spannung von 1,5 V werden unterschiedlich lange Metalldrähte zwischen den Plus- und den Minuspol geklemmt. Ziel des Versuchs ist es, einen Zusammenhang zwischen dem Strom I , welcher durch die Drähte fließt, und der Länge L der Metalldrähte zu ermitteln. Die Stromstärke I wird mittels eines Amperemeters (A) gemessen.

Der Versuchsaufbau sieht wie folgt aus:

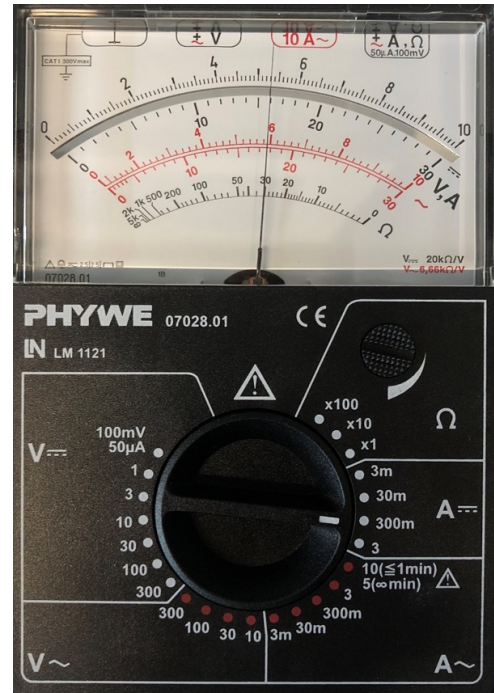


- a. Erkläre wieso beim Versuch darauf geachtet werden muss, dass alle Drähte aus demselben Material bestehen! (1 P.)

Der Versuch hat folgende Messwerte geliefert:

$L \text{ (cm)}$	5	10	15	20	25
$I \text{ (A)}$	0.64	0.32	0.24		0.14

- b. Der Messwert für eine Länge von 20 cm ist auf dem abgebildeten Foto dargestellt. Lies den Messwert ab und ergänze ihn in der Tabelle. (1 P.)



- c. Betrachte die Messwerte und finde den mathematischen Zusammenhang zwischen der Stromstärke I und der Länge L des Drahtes. Wie nennt man solch einen Zusammenhang? Gib eine Formel an, welche erlaubt, die Stromstärke I anhand der Länge L des Drahtes zu berechnen. Erkläre! (3 P.)
- d. Wie groß wäre die Stromstärke, wenn in unserem Experiment ein Draht mit einer Länge von 47 cm verwendet werden würde? Rechnung angeben! (1 P.)

Aufgabe 1.3: Fallschirmsprung**/ 12 P.**

Beim Fallschirmsprung spielt die Luftreibung eine entscheidende Rolle! Auf den Fallschirmspringer wirkt die konstante Gewichtskraft $\mathbf{F}_G = \mathbf{m} \cdot \mathbf{g}$ und die geschwindigkeitsabhängige Luftwiderstandskraft $F_{Luft}(v)$, für die in guter Näherung gilt:

$$F_{Luft}(v) = \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot \rho_L \cdot A \cdot v^2$$

mit:

- c_W : Widerstandsbeiwert (ohne Einheit) für den der Wert 1,11 angenommen wird
- ρ_L : Luftdichte für die der Wert $1,23 \frac{kg}{m^3}$ benutzt wird
- A : Fläche des fallenden Gegenstands; bei zusammengepacktem Fallschirm wird $A = 1,0 m^2$ angenommen. Bei entpacktem Fallschirm $A = 40 m^2$
- v : Fallgeschwindigkeit in $\frac{m}{s}$
- g : Fallbeschleunigung, $g = 9,81 \frac{N}{kg} = 9,81 \frac{m}{s^2}$

Für die resultierende Kraft F_{res} und die daraus sich ergebende Beschleunigung gilt dann:

$$F_{res} = F_G - F_{Luft} = m \cdot g - \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot \rho_L \cdot A \cdot v^2$$

Laut dem zweiten Newtonschen Axiom gilt: $F_{res} = m \cdot a$, wo a die Beschleunigung des Körpers darstellt.

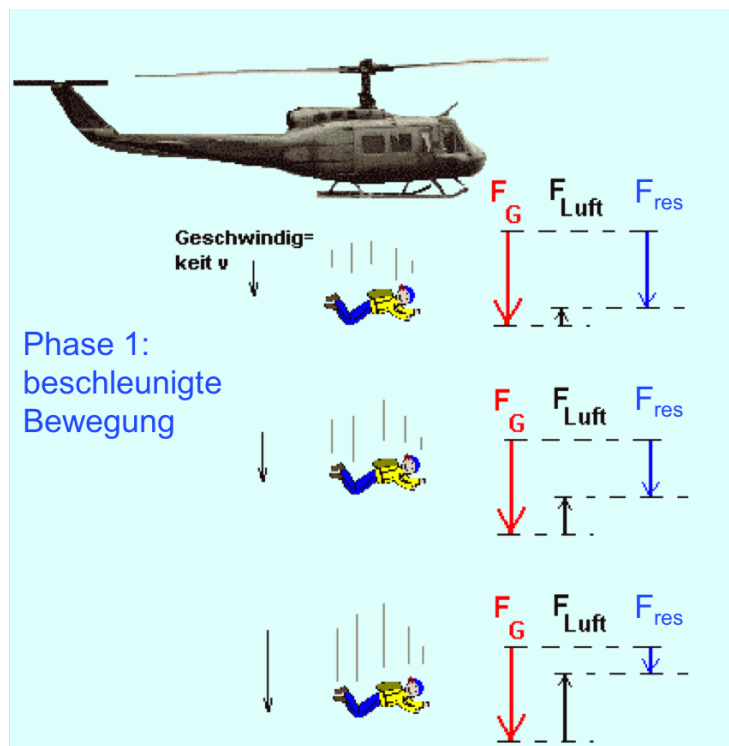
Man erhält dann:

$$m \cdot a = m \cdot g - \frac{1}{2} \cdot c_W \cdot \rho_L \cdot A \cdot v^2$$

Und für die Beschleunigung gilt dann:

$$a = g - \frac{c_W \cdot \rho_L \cdot A \cdot v^2}{2 \cdot m}$$

An der letzten Zeile sieht man, dass beim freien Fall mit Reibung keine konstante Beschleunigung vorliegt (a hängt noch von v ab!).

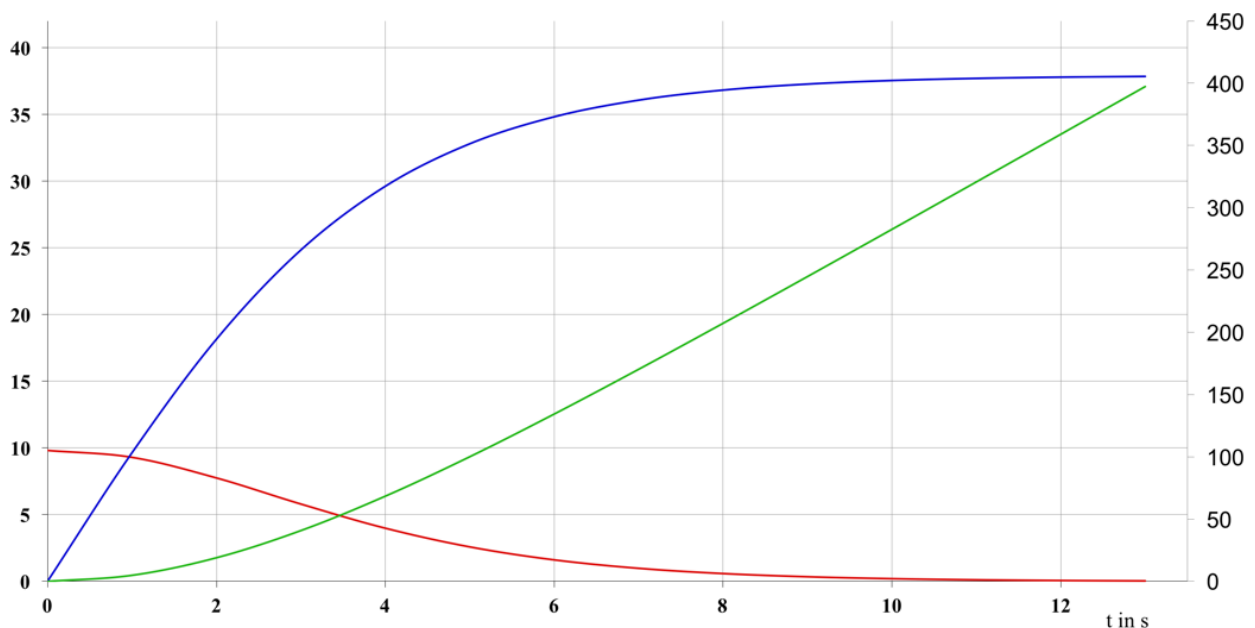


a. Bestimme die Beschleunigung beim Absprung aus dem Hubschrauber (dann ist $v = 0 \frac{m}{s}$).
(1 P.)

b. Wie verhält sich die Beschleunigung bei steigender Geschwindigkeit? Begründe deine Antwort. (2 P.)

c. Die folgende Abbildung zeigt die Fallstrecke, die Geschwindigkeit und die Beschleunigung des Fallschirmspringers in Abhängigkeit von der Fallzeit. Bestimme welche Kurve jeweils zur Fallstrecke, zur Geschwindigkeit und zur Beschleunigung passt.

Die Achseneinteilung auf der rechten Seite passt zu einer der drei Kurven. Alle Größen sind in SI-Einheiten ausgedrückt. (3x1 P. mit Begründung)



Rot: _____

Blau: _____

Grün: _____

Begründe kurz deine Überlegung:

- d. Ermittle mit Hilfe vom Schaubild nach welcher Fallzeit der Springer bei nicht geöffnetem Schirm ($A = 1,0 \text{ m}^2$) eine nahezu konstante Geschwindigkeit erreicht. Wie groß ist diese Geschwindigkeit? (2 P.)

- e. Überprüfe den bei d. gefundenen Wert der Geschwindigkeit mit Hilfe einer Rechnung. Benutze dazu $m = 100 \text{ kg}$ (Fallschirmspringer mit Ausrüstung). Tipp: Bei konstanter Geschwindigkeit ist die Beschleunigung a gleich null. (2 P.)

- f. Die nebenstehende Zeichnung zeigt den weiteren Verlauf des Fallschirmspringers beim Öffnen des Fallschirms. Skizziere die Geschwindigkeit in Abhängigkeit der Zeit für jede Phase des Sprungs. (2 P.)

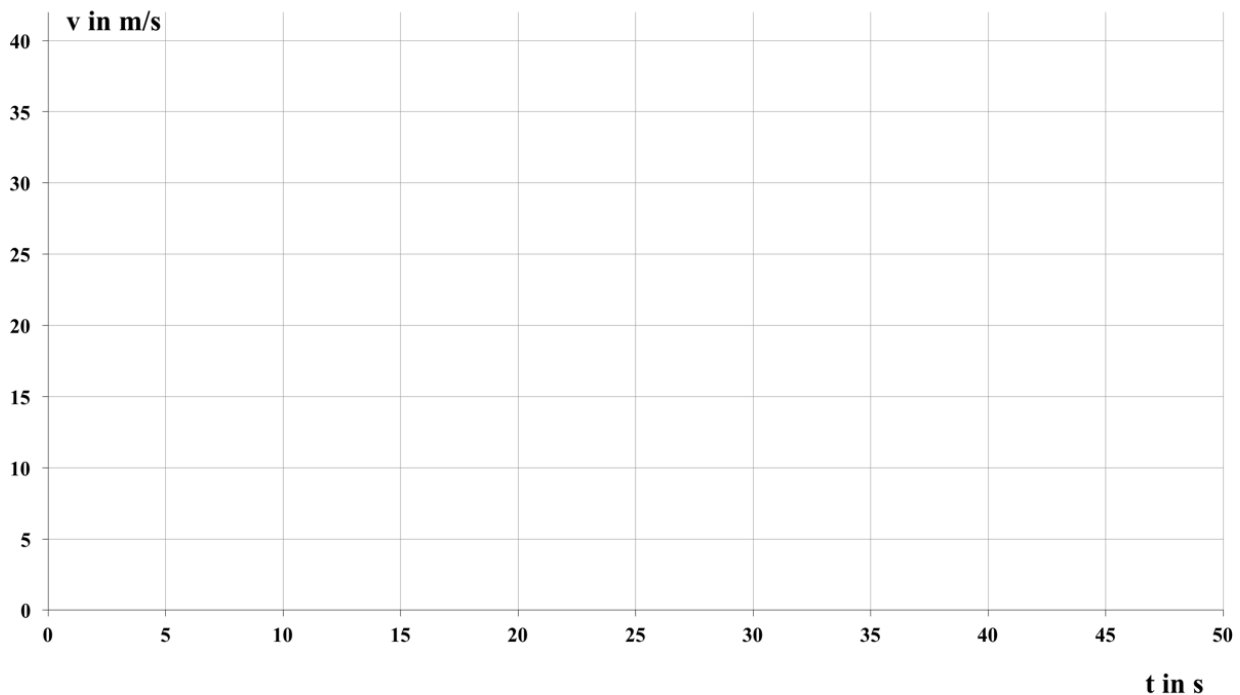
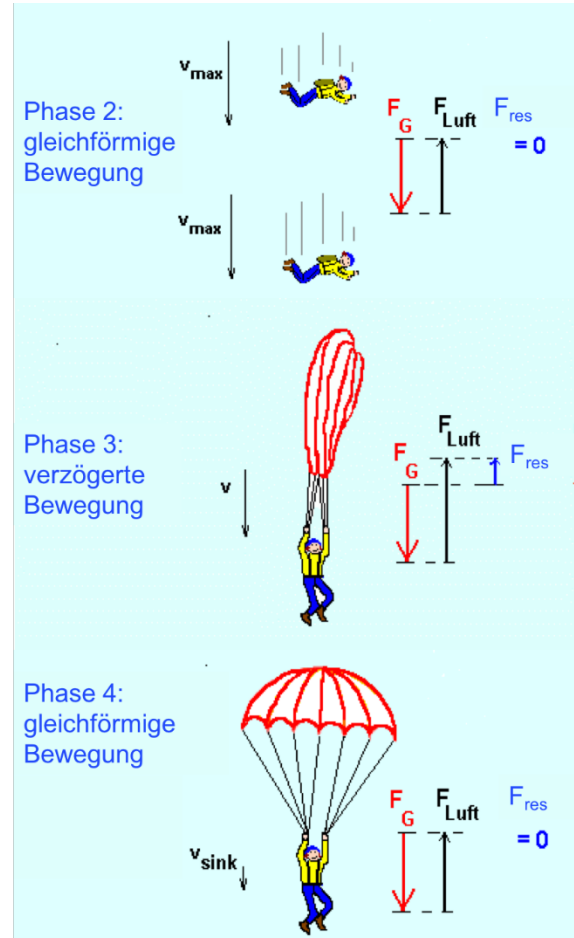
Phase 1: beschleunigte Bewegung während 10s

Phase 2: gleichförmige Bewegung während 20s

Phase 3: verzögerte Bewegung während 5s

Phase 4: gleichförmige Bewegung während 15s

Die Geschwindigkeit v_{sink} vor dem Aufprall mit dem Boden beträgt 5 m/s.



Aufgabe 1.4: Unsere Erde im Sonnensystem

/ 5 P.

Bei einer Geschwindigkeit von $3 \cdot 10^5$ km/s braucht das Licht exakt 8 Minuten und 20 Sekunden, um von der Sonne bis zur Erde zu gelangen.

a. Bestimme zunächst die Distanz Erde-Sonne. (1 P.)

b. Bestimme dann die Geschwindigkeit (in km/s) der Erde um die Sonne, wenn wir davon ausgehen, dass die Erde eine Kreisbewegung um die Sonne macht. (2 P.)

c. Anhand des 3. Kepler-Gesetzes sollst du nun die Masse der Sonne bestimmen. (2 P.)

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{K \cdot M}$$

wobei T: Umlaufzeit des Planeten um die Sonne (in s)

r: Radius der Kreisbahn (in m)

K: Gravitationskonstante; $K=6,67 \cdot 10^{-11}$ (in SI-Einheit)

M: Masse der Sonne (in kg)

Teil 2: Biologie

Aufgabe 2.1: Zellbiologie

/ 7 P.

Bei folgender Abbildung handelt es sich um die mikroskopische Ansicht einer Zelle (Okular x 10, Objektiv x 40). Diese wurde mit Iod-Kalium-Lösung (Lugol) gefärbt.



- a. Welcher Bestandteil der Zelle wird durch die Iod-Kalium-Lösung (Lugol) angefärbt? (1 P.)

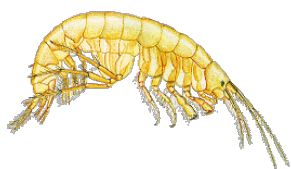
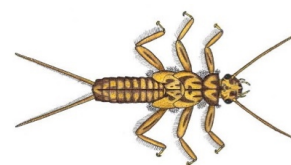
- b. Um welchen Typ Zelle handelt es sich (Tierzelle oder Pflanzenzelle)? Begründe deine Antwort. (3 P.)

- c. Fertige eine wissenschaftliche Zeichnung dieser Zelle an und beschrifte sie. (3 P.)

Aufgabe 2.2: Ökologie**/ 15 P.**

Du möchtest anhand der Wirbellose eines Flusses Rückschlüsse über die Sauberkeit dieses Fließgewässers ziehen (= Bioindikation). Die Methode beruht auf den unterschiedlichen Empfindlichkeiten der Arten gegenüber der Verschmutzung und dem Sauerstoffgehalt des Wassers.

Du hast fünf Steine in einem Bach umgedreht und folgende Tiere gesehen und gezählt (Die Bilder zeigen drei verschiedene Tierarten und die Anzahl der gefundenen Tiere pro Art).

**Tier 1:** 20 x gefunden**Tier 2:** 8 x gefunden**Tier 3:** 2 x gefunden

- a. Bestimme die Tiere mit Hilfe des Bestimmungsschlüssels auf den Seiten 13 und 14 und gib jeweils die Bestimmungsschritte an. (6 P.)

Tier 1 = _____

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

Tier 2 = _____

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

Tier 3 = _____

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

- b. Bestimme die Gewässergüte, indem du diese Anleitung durchliest und das folgende Blatt ausfüllst. (6 P.)

Anleitung zur Bestimmung der Gewässergüte

Probenahme gemäss Anleitung Bioindikation

1. **Anzahl**¹: Eintrag der Anzahl¹ der gefangenen Tiergruppen
2. **Häufigkeit**²: Zuordnung Anzahl zu Häufigkeit² mit Hilfe der Tabelle „Häufigkeit“²
3. **Gütefaktor**³: Zuordnung Tiergruppen zu Gewässergüteklassen
4. **Güteprodukt**⁴ = Häufigkeit² x Gütefaktor³
5. **Gesamthäufigkeit**⁵ = Summe der Häufigkeit²
6. **Gesamtsumme**⁶ = Summe aller Güteprodukte
7. **Saprobien-Index**⁷ = Gesamtsumme⁶ : Gesamthäufigkeit⁵
8. **Gewässergüte**⁸ Zuordnung Saprobien-Index⁷ zu Gewässergüte⁸ mit Tabelle „Gewässergüte“⁸








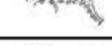










Erklärung: Eine **Saprobie** ist ein Lebewesen, das in oder auf faulenden Stoffen lebt und sich von ihnen ernährt. Der **Saprobien-Index** zeigt den Grad des Abbaus biologischer Stoffe an.

Tabelle Bestimmung der Häufigkeit²

	Anzahl	Häufigkeit ²
Einzelfund	1	0.5
vereinzelt	2-4	1.0
wenige Tiere	5-8	1.5
mässig viele	9-15	2.0
häufig	16-25	2.5
sehr häufig	25-40	3.0
massenhaft	> 40	3.5

Tabelle zur Bestimmung der Gewässergüte³

	Saprobien-Index ⁷	Gewässergüte ⁸
sauber und unbelastet	1.0 – 1.4	I
gering belastet	1.5 – 1.9	II
mässig belastet	2.0 – 2.2	III
kritisch belastet	2.3 – 2.9	IV
verschmutzt -stark belastet	3.0 – 4.0	V

	Tiergruppe	Anzahl ¹	Häufigkeit ²	Gütefaktor ³	Güteprodukt ⁴
	Steinfliegenlarve 		x	1.0	=
	Lidmückenlarve 		x	1.3	=
	Eintagsfliegenlarve abgeplattet 		x	1.3	=
	Winkelkopf-Strudelwurm 		x	1.5	=
	Hakenkäfer (Elmis) 		x	1.5	=
	Köcherfliegenlarve mit Köcher 		x	1.5	=
	Köcherfliegenlarve (Rhyacophila) 		x	1.5	=
	Eintagsfliegenlarve (Ephemera) 		x	1.7	=
	Flohkrebs 		x	2.0	=
	Napfschnecke 		x	2.0	=
	Köcherfliegenlarve 		x	2.0	=
	Dreikantmuschel (Wandermuschel) 		x	2.3	=
	Weisser Strudelwurm 		x	2.3	=
	Kriebelmückenlarve 		x	2.3	=
	Wasserassel 		x	3.0	=
	Roll-Egel 		x	3.0	=
	Rote Zuckmückenlarve 		x	3.8	=
	Schlammröhrenwurm (Tubifex) 		x	3.8	=
Gesamthäufigkeit ⁵				Gesamtsumme ⁶	

Auswertung

Gesamtsumme ⁶	:	Gesamthäufigkeit ⁵	=	Saprobien-Index ⁷
Gewässergüte ⁸				

Auswertung: Der Bach ist _____

Bestimmungsschlüssel:

7	mehr als drei Beinpaare	8
7*	höchstens drei Beinpaare (=Insektenlarven ²)	10
8	Körper seitlich zusammengedrückt (deutlich höher als breit), Tiere liegen auf der Seite	Bachflohkrebs (Abb. G)
8*	Körper nicht seitlich zusammengedrückt; Tiere laufen auf ihren Beinen oder Tiere ohne Beine	9
9	eines der vorderen Extremitätenpaare als deutliche Krebsschere ausgebildet	Flusskrebs (Abb. H)
9*	keine Scheren; Tiere asselartig	Wasserassel (Abb. I)
10	Insektenlarve ohne gegliederte Beine („Maden“), manchmal mit ungliederten Stummelfüßchen	11
10*	Insektenlarve mit gegliederten Laufbeinen	17
11	Bauchseite mit 8 Paaren von ungliederten, hakenbewehrten Stummelfüßchen; Hinterleib mit 2 Schwanzanhängen; Rücken mit hakenförmig gebogenen Fortsätze	Atherix spec. (Ibisfliege; Abb. K1)
11*	Bauchseite max. 5 Paar Stummelfüßchen	12
12	Hinterleib keulig verdickt und mit einer Haftscheibe am Ende; Kopf mit zwei einziehbaren Fangfächern	Kriebelmücken (Fam. Simuliidae; Abb. K2)
12*	Körper anders	13
13	Hinterleibsende zu einem dünnen Atemrohr ausgezogen, an dessen Spitze die Atemöffnungen liegen; an der Basis des Atemrohres zwei Kiemenschläuche	Faltenmücken (Fam. Liriopidae; Abb. K3)
13*	Körper anders	14
14	Hinterleib am Ende mit bis zu 6 lappen- oder fingerförmigen Anhängen, welche die Atemöffnungen umgeben	15
14*	Hinterleib anders	16
15	Atemöffnungen von 6, meist gleichgroßen Randlappen umgeben	Kohlschnaken (Fam. Tipulidae; Abb. K4)
15*	Atemöffnungen von weniger als 6 Randlappen umgeben	Stelmücken (Fam. Limoniidae; Abb. K5)
16	Körper schlank; je ein Paar Stummelfüßchen am ersten Rumpfsegment und am Ende des Hinterleibes	Zuckmücken (Fam. Chironomidae; Abb. K6)
16*	Körper anders	andere Fliegen und Mücken (Diptera)
17	mit Facettenaugen; ältere Larven mit äußerlich sichtbaren Flügelanlagen	18
17*	Augen in Form von einfachen Punktaugen (keine Facettenaugen!); ältere Larven ohne äußerlich sichtbare Flügelanlagen	26
18	Mit 2-3 langen, fadenartigen Schwanzanhängen	19
18*	Schwanzanhänge sehr kurz (Larven der Großlibellen, Abb. L1) oder in Form von 3 flachen, blattartigen Gebilden (Larven von Kleinlibellen, Abb. L2). Unterlippe zu einer „Fangmaske“ (Abb. L3) umgebildet	Libellen (Odonata; Abb. L1-L3)
19	an 5-7 Hinterleibssegmenten mit gefiederten, büschel- oder blättchenförmigen Kiemenanhängen; meist mit 3 Schwanzanhängen; Eintagsfliegen (Ephemeroptera; Abb. M1-5)	20
19*	Hinterleib seitlich ohne Kiemenanhänge; maximal zwei lange Schwanzanhänge; Steinfliegen (Plecoptera; Abb. N2-4)	24

Abb. G



Abb. H



Abb. I



Abb. K1



Abb. K2

Abb. K3

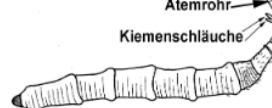


Abb. K4



Abb. K5



Abb. K6



Abb. L1

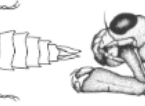
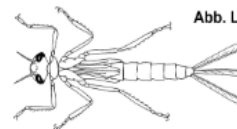


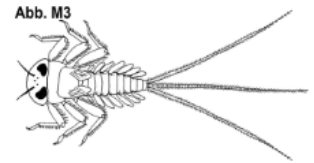


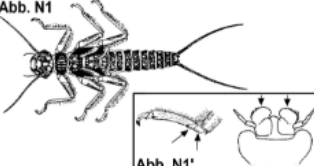
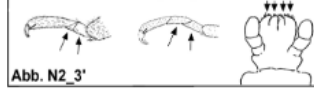
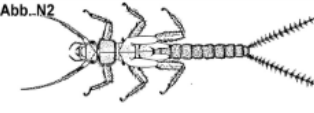






Abb. L3



Abb. L2



20 Körper schlank; Vorderbeine sind Grabbeine; Oberkiefer groß, den Vorderrand des Kopfes überragend Gemeine Eintagsfliegen (Fam. Ephemeridae; Abb. M1)	Abb. M1 
20* Die Vorderbeine sind keine Grabbeine; Oberkiefer kurz, den Vorderrand des Kopfes nicht überragend 21	
21 Körper abgeflacht, Hinterleib mit blättchenförmigen Kiemen (Abb. M2, M3) 22	Abb. M2 
21* Körper schlank; Rücken gewölbt; Kiemen sind einfache Blättchen oder Fäden oder Fadenbüschel (Abb. M4, M5) 23	
22 Körper behaart (lebende Tiere in der Regel mit Detrituspartikeln getarnt) Schmutzige Eintagsfliegen (Fam. Ephemerellidae; Abb. M2)	Abb. M3 
22* Körper breit abgeflacht; <u>keine Tarnung mit Detrituspartikeln</u> , nicht auffallend behaart, unter dem Kiemenblättchen mit einem Fadenbüschel Aderhafte (Fam. Heptageniidae; Abb. M3)	
23 Kiemen fadenförmig oder aus Fadenbüscheln bestehend; die beiden äußeren Schwanzanhänge allseitig behaart Aderhafte (Fam. Leptophlebiidae; Abb. M4)	Abb. M4 
23* Kiemen blättchenförmig; die beiden äußeren Schwanzanhänge nur auf der Innenseite behaart Glashafte (Fam. Baetidae; Abb. M5)	Abb. M5 
24 Die ersten beiden Tarsalglieder der Hinterbeine sehr klein, zusammengenommen weniger als halb so lang wie das langgestreckte 3. Glied (Abb. N1'). Unterlippe mit einem Paar von Laden (Abb. N1') Fam. Perlidae+ Perlodidae; Abb. N1)	Abb. N1 
24* Die beiden ersten Tarsalglieder der Hinterbeine zusammen genommen fast so lang (dabei das 1. Glied immer länger als das 2.), so lang oder länger als das 3. Glied (Abb. N2_3'). Unterlippe mit zwei Paaren von Laden (Abb. N2_3') 25	Abb. N2_3' 
25 Körper schmal, langgestreckt; Flügelanlagen parallel zur Körperlängsachse angeordnet; Hinterbeine relativ kurz und im ausgestreckten Zustand das Abdomen nicht überragend Fam. Leuctridae+ Capniidae; Abb. N2)	Abb. N2 
25* Flügelanlagen schräg nach hinten gerichtet (seitlich vom Körper abstehend) Hinterbeine relativ lang und im ausgestreckten Zustand das Abdomenende erreichend o. überragend Fam. Nemouridae+ Taeniopterygidae; Abb. N3)	Abb. N3 
26 Hinterleibsende mit einem Paar hakenförmiger Nachschieberklauen; Tiere frei oder in Köcher aus Sand oder organischem Material eingeschlossen (Köcherfliegen, Trichoptera) 27	
26* Keine derartigen Nachschieberklauen am Hinterleib 30	
27 Larven in einem Köcher aus Steinchen oder Pflanzenmaterial köcherbewohnende Arten (Abb. O1)	Abb. O1 
27* ohne Köcher, freilebende Arten 28	
28 Hinterleib drehrund, hellbraun, etwas eingeschlagen, verzweigte Kiemenbüschel am Hinterleib, die drei Brustsegmente mit dunklen Rückenplatten, oft in festsitzender Wohnröhre unter Steinen .. Wasserseelchen (Hydropsyche spec.; Abb. O2)	Abb. O2 
28* Körper anders 29	
29 Körper eher abgeplattet, oft hell oder grünlich gefärbt, nur das erste Brustsegment mit dunkler Rückenplatten Rhyacophila spec.; Abb. O3)	Abb. O3 
29* Färbung anders andere freilebende Köcherfliegenarten	

- c. Ameisen sind staatenbildende Insekten, die sich räuberisch ernähren. Sie fressen auch pflanzliche Stoffe (Proteine, Fette und Kohlenhydrate). Die Ameisen benötigen geeignete Nistplätze, in denen sich ihre Brut (Eier, Larven und Puppen) gut entwickeln kann.

In artenarmen Wäldern Malaysias leben Pflanzen der Gattung *Macaranga*. Mit diesen Pflanzen wurden Versuche durchgeführt, um die Beziehung zu den auf ihnen lebenden Ameisen besser zu verstehen.

Versuch 1: Im ersten Versuch wurden von 16 Exemplaren der Art *Macaranga bancana* alle Ameisen entfernt und eine Neubesiedlung durch Ameisen verhindert. 16 Kontrollpflanzen wurden unter Normalbedingungen beobachtet. Festgestellt wurde, dass die *Macaranga* höher wachsen, wenn die Ameisen anwesend waren.

Versuch 2: Bei anderen Pflanzen der Gattung wurde die Blattmasse vor und 40 Tage nach dem Ausschluss von Ameisen im Vergleich zu Kontrollpflanzen mit Ameisen bei drei *Macaranga*-Arten ermittelt.

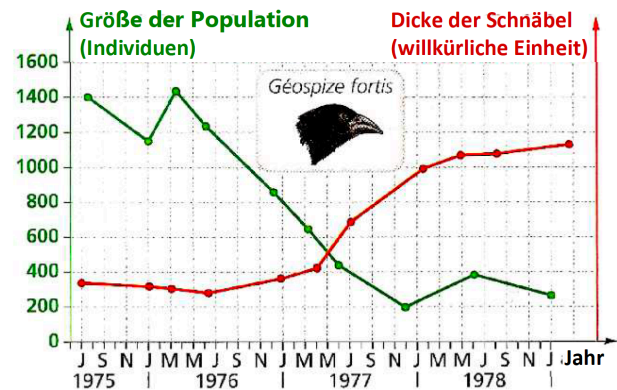
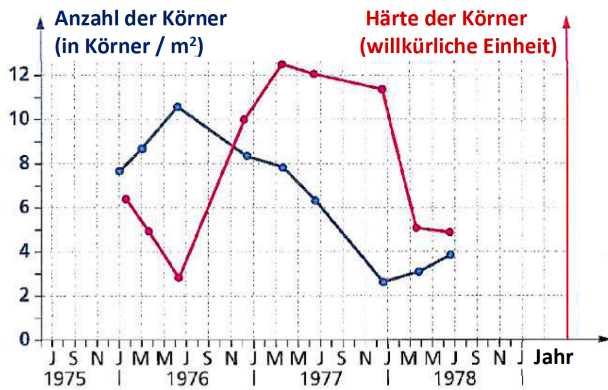
Art	<i>M. bancana</i>		<i>M. hosei</i>		<i>M. tanarius</i>	
	Ohne Ameisen	Mit Ameisen	Ohne Ameisen	Mit Ameisen	Ohne Ameisen	Mit Ameisen
Blattverlust in %	2,6	1,2	1,7	0,2	4,2	3,2

Interpretiere die Versuchsergebnisse ausführlich unter ökologischen Gesichtspunkten! (3 P.)

Aufgabe 2.3: Evolution

/ 8 P.

Folgende Grafiken zeigen die Menge und Härte der auf den Galapagosinseln vorkommenden Samen die dem berühmten ‘Darwinfink ‘ (eigentlich Mittel-Grundfink) *Geospiza fortis* als Nahrung dienen, sowie die Anzahl an Finken und deren Schnabeldicke im Verlauf mehrerer Jahre.



- a. Welche Folgen hatte die Dürre in den Jahren 1976 und 1977 für die Nahrung der Finken?
(2 P.)

- b. Welche Folgen hatte diese Nahrung für die Finkenpopulation? (2 P.)**

- c. Laut Charles Darwins Evolutionstheorie überlebt nur wer am besten angepasst ist (Survival of the fittest). Erkläre dieses Prinzip am Beispiel dieser Finken. (4 P.)

[illegible]

Teil 3: Chemie

Die vier folgenden Aufgaben zum Thema Kalkkreislauf und Calciumcarbonat 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 $6,022 \cdot 10^{23}$ **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 Molen in einer bestimmten Stoffportion:

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

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

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

- Die **durchschnittliche Reaktionsgeschwindigkeit** \bar{v} ist der Quotient aus einer Konzentrationsänderung und dem dazu benötigten Zeitraum, d. h.

$$\bar{v} = \frac{c_2 - c_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{Einheit: } \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{s}})$$

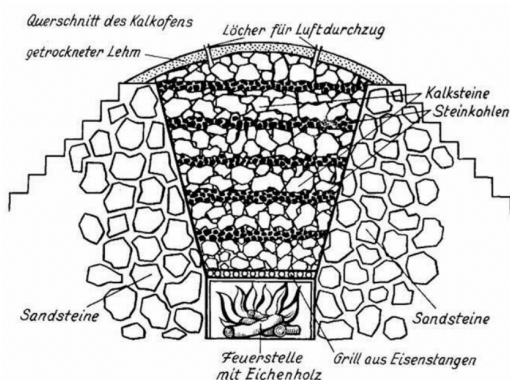
I. Der Kalkkreislauf (9 P.)

Der griechische Philosoph Theophrast (geboren um 327 vor Christus) berichtete über die Herstellung von Kalkmörtel. Der lateinische Name *calx* taucht bei Gaius Plinius dem Älteren (23–79 nach Christus) auf. Die Römer führten den Kalk als Baustoff in unseren Gegenden ein. Kalkstein musste in einem **Kalkofen** gebrannt werden.

Der Kalkofen hatte die Form eines Trichters und war in einen Abhang gebaut, was den Zugang erleichterte. Er war aus feuerfesten Steinen errichtet und außen mit Erde umgeben, damit er dem Druck standhielt, der beim Kalkbrennen entstand.



Freigelegter Kalkofen in Ettelbrück



Aufbau eines Kalkofens

Der untere Teil des Ofens war die Feuerkammer, die mit einem Gitterrost bedeckt war. Darauf lag die Füllung, die aus sich abwechselnden Schichten von Kalkstein und Steinkohle (früher Holzkohle) bestand. Für die fachgerechte Schichtung des Kalksteins bedurfte es besonderer Fachkenntnisse: Die Steine mussten abwechselnd schräg nach links und schräg nach rechts gelegt werden. Zum Schluss wurde der Ofen von einer kuppelförmigen Deckelhaube, bestehend aus einem Brei aus Lehm, Kalk und Wasser, bedeckt. Durch kleine

Löcher in dieser Decke wurde die Luftzufuhr geregelt. Nun wurde das Feuer angezündet, das sich durch den Rost auf die Kohlen zwischen den Steinschichten übertrug. Die untere Kalksteinschicht erhitze sich und wurde rotglühend. Das Feuer fraß sich langsam nach oben und wurde immer wieder durch die verschiedenen Steinkohleschichten angefacht. Das Ofeninnere erreichte eine Temperatur von etwa 900 bis 1000°C. Wenn die Glut am 4. oder 5. Tag die oberste Kalksteinschicht erreichte, waren die unteren Schichten schon weitgehend abgekühlt.

Der Ofen wurde ständig überwacht, und die Wärme wurde durch das Stopfen oder Öffnen von Löchern in der Decke geregelt. Beim Erhitzen der Kalksteine (Calciumcarbonat, CaCO_3) wurde Kohlendioxid (CO_2) freigesetzt und man erhielt den Branntkalk (Calciumoxid, CaO).

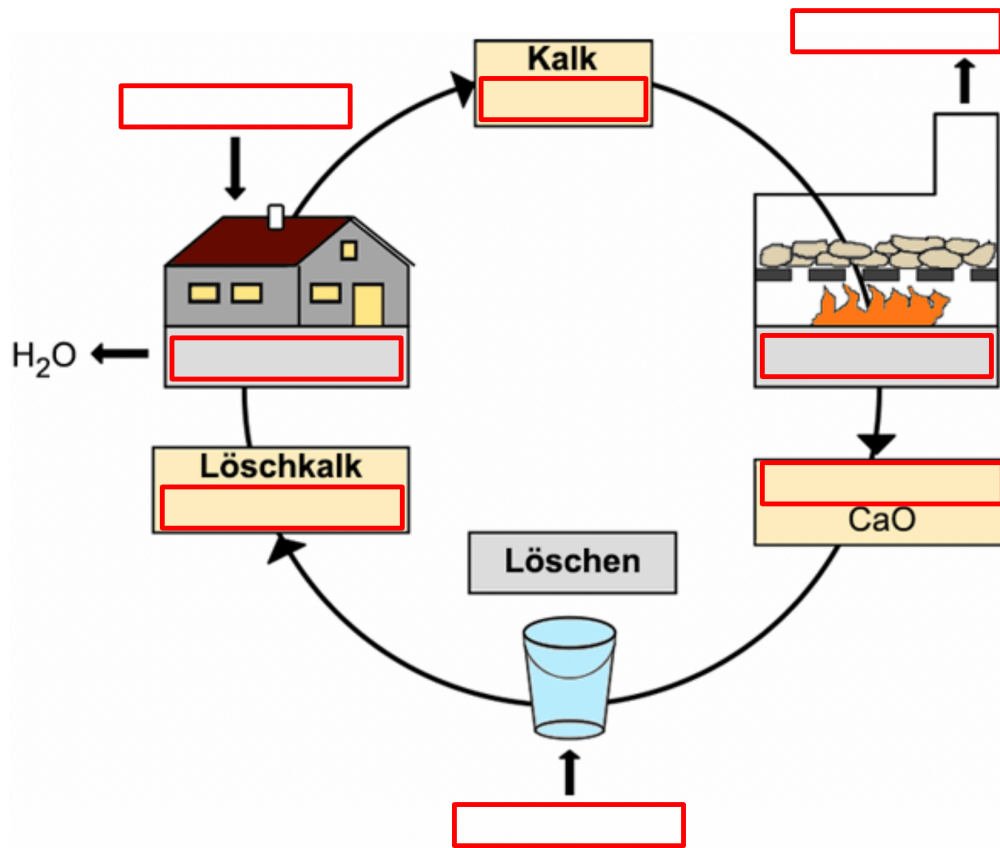
Nach etwa einer Woche wurde die Lehmdecke entfernt. Die Kalksteine waren nun grau und brüchig. Nach ihrer Abkühlung wurden sie mit der Hand oder mit der Schaufel herausgenommen, ev. gemahlen und mit Karren zum Kunden gebracht.

Nach der Zugabe von Wasser zerfielen die Steine zu einem „Brei“ und man erhält „gelöschten Kalk“ (Calciumhydroxid Ca(OH)_2), den man mit Sand und Kies vermischte. Dieser Mörtel wurde früher, als es noch keinen Zement gab, zum Hausbau verwandt. Beim Abbinden reagiert der Kalkbrei mit dem Kohlenstoffdioxid der Luft und bildet kristallinen, harten Kalk.

Auch Kalkfarbe wurde hergestellt, die besonders im Ösling regen Absatz fand. Damals war es nämlich Brauch, vor der Kirmes die Fassade der Bauernhäuser zu weißen. Kalk von weniger guter Qualität, der sogenannte Magerkalk, wurde auf den kalkarmen Böden des Öslings als Dünger auf die Felder gestreut.

Aufgabe 3.1: Der Kalkkreislauf**/ 4 P.**

Vervollständige den Kalkkreislauf mit den richtigen chemischen Formeln und Begriffen.

**Aufgabe 3.2: Verbrauch an Kohle****/ 5 P.**

Die Energie, die benötigt wird, um eine Masse von 1 g Calciumcarbonat umzuwandeln beträgt 1,79 kJ. Der Heizwert von Kohle beträgt 30 MJ/kg.

Eine Tonne Kalkstein (der Massenanteil an Calciumcarbonat beträgt 80%) soll in einem Ofen gebrannt werden. Welche Masse an Kohle wird mindestens für die Reaktion benötigt?

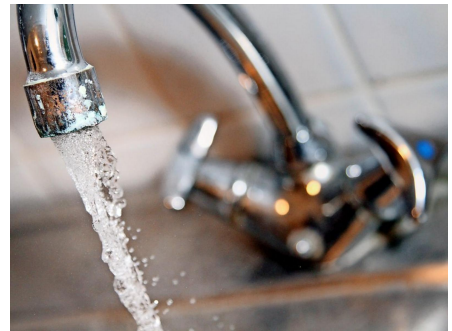
II. Calciumcarbonat (21 P.)

Calciumcarbonat kommt auch in vielen anderen Bereichen zum Einsatz, wie in der Landwirtschaft (Bodenentsäuerung), als weiße Farbe (z. B. für Wände), als Kreide (heute besteht Tafelkreide aber meistens aus Gips) oder auch in der Medizin. Hier vor allem bei Calciummangel (Calcium ist wichtig für viele Funktionen im Körper) und bei Sodbrennen (Überproduktion an Magensäure). Außerdem ist Calciumcarbonat im Leitungswasser enthalten und z. B. Hauptbestandteil von Eier- und Muschelschalen, von Schneckenhäusern sowie von Marmor.

Aufgabe 3.3: Wasserhärte

/ 6 P.

Trinkwasser enthält oft Kalk, so auch das luxemburgische, da es (an den meisten Stellen) durch den luxemburgischen Sandstein fließt, einem kalkhaltigen Gestein. Kalk schadet den Haushaltsgeräten, da er sich ablagert und so Heizspiralen zum Durchbrennen bringt. Der Kalkgehalt wird als Wasserhärte bezeichnet. 1 “Grad deutscher Härte” (1 °dH) entspricht 17,85 mg Calciumcarbonat pro Liter Wasser, 1 “Grad französischer Härte” (1 °fH) dagegen gibt die Konzentration an Ca^{2+} -Ionen im Wasser an, und zwar entspricht 1 °fH einem Gehalt von 0,1 mmol/L.



Peters Wasser zeigt einen Härtegrad von 15 °dH auf, das von Luc 25 °fH. Wer wird mehr Probleme mit seinen Haushaltsgeräten bekommen? Begründe deine Antwort mit einer Berechnung! (1 Mol Calciumcarbonat enthält 1 Mol Ca^{2+} -Ionen)

Aufgabe 3.4: Das Schneckenhäuschen**/ 15 P.**

Ein Schneckenhäuschen besteht größtenteils aus Calciumcarbonat. Lässt man ein leeres Schneckenhäuschen mit Salzsäure (HCl) reagieren, so entstehen Kohlenstoffdioxid, Wasser und Calciumchlorid (CaCl₂).



- 1) Lässt man diese Reaktion auf einer Waage ablaufen, so kann man z. B. alle 2 Minuten die Masse an entstandenem Kohlenstoffdioxid bestimmen. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Zeit (min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16
Masse an CO ₂ (g)	0	0,47	0,77	1,00	1,19	1,34	1,42	1,43	1,43

- a. Erstelle ein Diagramm, das den Verlauf der Masse an CO₂ in Abhängigkeit mit der Zeit darstellt. (4 P.)



- b.** Berechne die durchschnittliche Reaktionsgeschwindigkeit in den ersten 2 Minuten der Reaktion. Benutze anstelle der Konzentration die Masse und gib den Rechenweg sowie die korrekte Einheit an. (1,5 P.)
- c.** Berechne die durchschnittliche Reaktionsgeschwindigkeit in den letzten 2 Minuten der Reaktion. Gib den Rechenweg an. (0,5 P.)
- d.** Wie verändert sich die Reaktionsgeschwindigkeit im Laufe der Reaktion? (0,5 P.)
- 2)** Formuliere die Reaktionsgleichung (frz. équation chimique) der oben beschriebenen Reaktion. (2 P.)
- 3)** Bei der Reaktion des Schneckenhäuschens mit der Salzsäure entstehen 1,43 g Kohlenstoffdioxid.
- a.** Berechne die Masse an Calciumcarbonat, die in dem Schneckenhäuschen enthalten ist. Gib den Rechenweg an. (5 P.)
- b.** Berechne den Massenanteil an Calciumcarbonat in diesem Schneckenhäuschen, wenn du weißt, dass das gesamte Schneckenhäuschen 3,5 g wiegt. Gib den Rechenweg an. (1,5 P.)