

Klausurvorbereitung NaWi – Übungsaufgaben mit Lösung

Aufgabe 1: Umrechnung von Einheiten

(ca. 12 Minuten)

Bezeichnung	gegebener Wert		gesuchter Wert	
	Wert	Einheit	Wert	Einheit
Druck	1,5	bar	15,3	mWS
	250	Pa	0,0255	mWS
	7	bar	700.000	Pa
Durchfluss	5	l/s	18	m ³ /h
	3.000	m ³ /d	125	m ³ /h
Geschwindigkeit	0,015	m/s	0,054	km/h
	200	km/h	55,5	m/s
Fläche	12	ha	120.000	m ²
	12	km ²	1.200	ha
	12	m ²	120.000	cm ²
Regensumme	750	l/m ²	750	mm
Regenintensität	25	l/(s · ha)	0,15	mm/min

Aufgabe 2: Physikalische Grundlagen Wasser

(ca. 6 Minuten)

- a) Sind die folgenden Aussagen zutreffend? Bitte ankreuzen!
(4 richtig: 1 Punkt; 3 richtig: 0,5 Punkte, 1 und 2 richtig: 0 Punkte)

Wasser verhält sich oberhalb 4° Celsius anders als andere Flüssigkeiten (Anomalie des Wassers).	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Wasser dehnt sich mit zunehmender Temperatur aus (oberhalb 4 °C).	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Das Dichteminimum von Wasser liegt bei 4 °C.	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Die Dichte von Wasser steigt mit zunehmendem Salzgehalt.	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>

- b) Sind die folgenden Aussagen zutreffend? Bitte ankreuzen!
(4 richtig: 1 Punkt; 3 richtig: 0,5 Punkte, 1 und 2 richtig: 0 Punkte)

Die Wärmekapazität ist die Wärmemenge Q, die benötigt wird um 1 kg eines Stoffes um 1 K zu erwärmen	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Je größer die spezifische Wärmekapazität eines Stoffes ist, desto langsamer erfolgt der Erwärmungsvorgang.	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Der Energieeintrag zur Erhöhung der Temperatur wird in in kN/kg ausgedrückt.	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Die Wärmekapazität von Wasser wird in kJ/(kg·C) ausgedrückt.	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>

- c) Sind die folgenden Aussagen zutreffend? Bitte ankreuzen!
(4 richtig: 1 Punkt; 3 richtig: 0,5 Punkte, 1 und 2 richtig: 0 Punkte)

„Kondensierte Stoffe“ ist der Überbegriff für Fluide und feste Stoffe.	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Gase sind kompressibel.	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Flüssigkeiten sind i.d.R. kompressibel.	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Der Dampfdruck ist das Maß für die Flüchtigkeit eines Stoffes und ist temperaturabhängig.	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>

Aufgabe 3

Anwendung Diagramme

(ca. 5 Minuten)

3.1 Bei welcher Temperatur beginnt H_2S an zu siedend, bei welcher zu gefrieren?
(ca. 1 Minute)

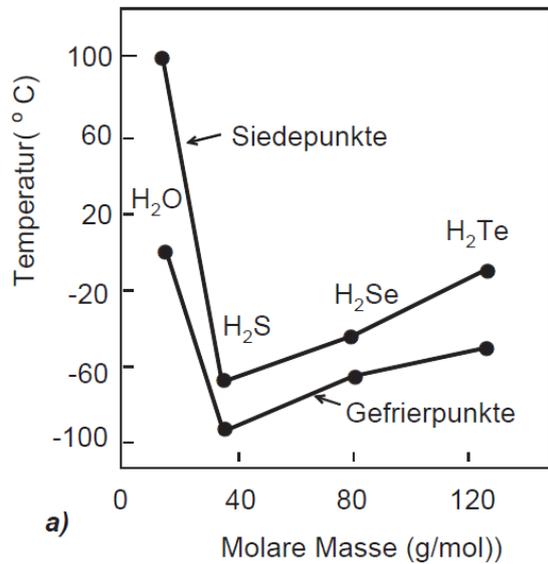
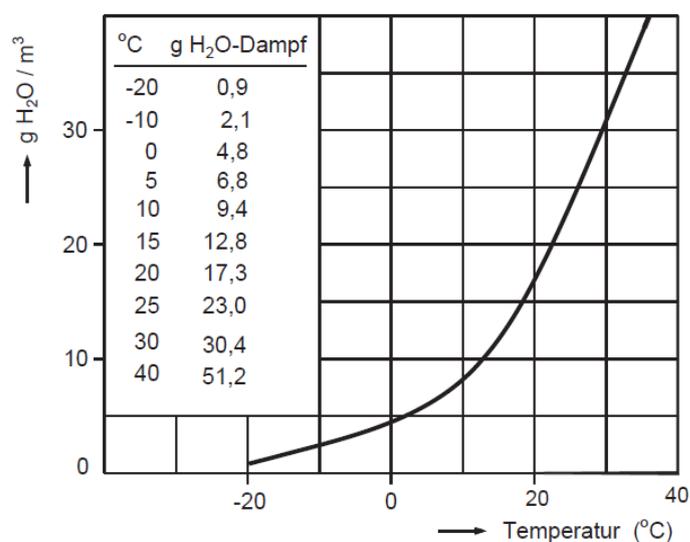


Abbildung 6.1

a) Siede- und Gefrierpunkte der Wasserstoffverbindungen der Elemente der VI. Hauptgruppe des PSE; b) Wasserstoffbrückenbindung bei Wassermolekülen

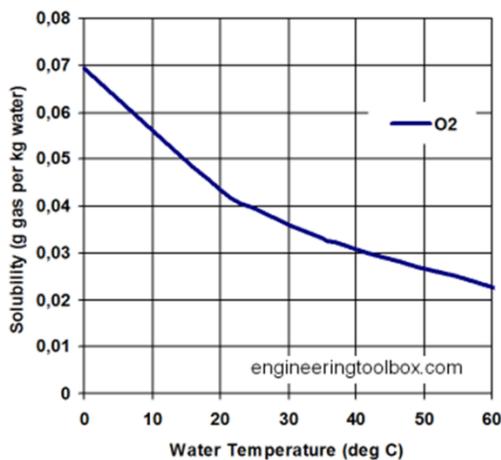
3.2 Wieviel g Wasser kann sich maximal in 30°C warmer Luft befinden?
(ca. 1 Minute)



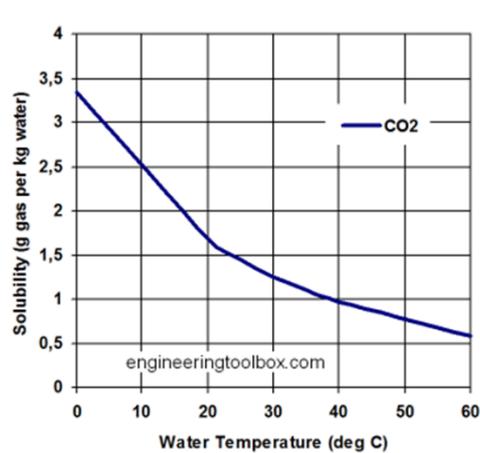
3.3 Wieviel Sauerstoff (Diagramm links) kann sich in 20° C warmen Wasser lösen? (ca. 0,5 Minuten)

3.4 Erläutern Sie anhand des Diagrammes (Kohlendioxid) rechts, warum eine Flasche mit Sprudelwasser überschäumt, wenn man sie aus einem erhitzten Kofferraum eines Autos entnimmt und öffnet! (ca. 2,5 Minuten)

Sauerstoff



Kohlendioxid



Lösung:

3.1 Siedepunkt: ca. 100 °C; Gefrierpunkt: ca. 0 °C

3.2: 30,4 g

3.3: 0,042 g/l

3.4: Löslichkeit CO₂ in Wasser bei höheren Temperaturen geringer → stärkerer Austrag in Luft

Aufgabe 4: Gasaustausch

(ca. 2 Minuten)

Nennen Sie zwei technische Anwendungen für die Entfernung von Gasen aus einem Wasser sowie die erforderliche technische Anlage!

Lösung:

- Physikalische **Entsäuerung von Trinkwasser** mittels Verrieselung oder Wellbahnbelüfter
- **Austrag von Störgasen** (Schwefelwasserstoff, geruchs- und geschmacksbildenden Stoffe, Schadstoffe etc.) z. B. mittels Verrieselung über Füllkörper

Aufgabe 5: Dampfdruck

(ca. 6 Minuten)

5.1 Erläutern Sie kurz, warum es aus physikalischen Gründen schwerer gelingt, ein Ei in 5.000 m Höhe ü. N.N. hart zu kochen?

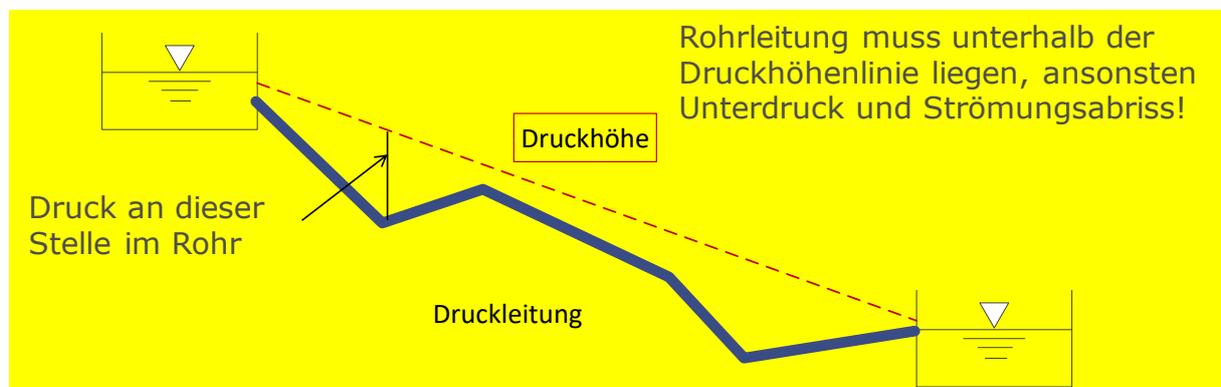
Lösung:

Druck fällt ab von ca. 100.000 Pa (N.N.) auf ca. 50.000 Pa. Bei geringerem Druck ist der Siedepunkt von Wasser viel geringer als 100 °C → Temperatur flüssiges Wasser reicht nicht aus, um Eiweiß zu denaturieren

5.2 Was passiert mit einem Wasserstrom, in einer Druckrohrleitung, die oberhalb der Drucklinie liegt? Erläutern Sie dies anhand einer Skizze!

Lösung:

Strömungsabriss



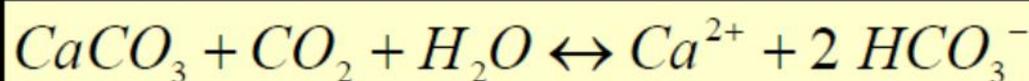
Aufgabe 6: Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht

(ca. 2 Minuten)

Wie lautet die chemische Formel für das chemische Gleichgewicht aus den Komponenten Calciumcarbonat, Calciumhydrogencarbonat, Kohlendioxid und Wasser? In welche Richtung wird die Gleichung beim Ausfallen von Calciumcarbonat verschoben und welche Randbedingungen forcieren dies?

Lösung:

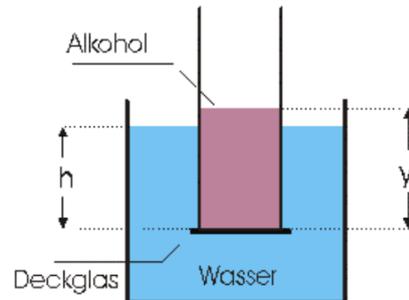
Gleichung nach links verschoben, Erhitzen forcirt das Ausfallen von Calciumcarbonat



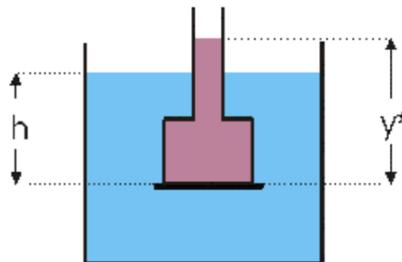
Aufgabe 7: Hydrostatik

(ca. 12 Minuten)

Ein zylindrisches Glasrohr (innere Querschnittsfläche 15 cm^2) wird am unteren Ende mit einer kreisförmigen Glasplatte ($m_g = 10 \text{ g}$; Querschnittsfläche 16 cm^2) abgedeckt und $h = 40 \text{ cm}$ unter Wasser getaucht.



- Erläutern Sie, wieso die Glasplatte dabei nicht abfällt.
- Berechnen Sie, wie hoch man nun in das Rohr (von der Glasplatte aus gerechnet) Alkohol ($\rho = 0,80 \text{ g/cm}^3$) gießen muss, sodass die Glasplatte gerade abfällt.
- Erläutern Sie, was sich am Ergebnis von Teilaufgabe b) ändert, wenn das Glasrohr nicht mehr zylindrisch ist, sondern im oberen Teil nur noch die halbe Querschnittsfläche besitzt.



Lösung:

a) Der Schweredruck, der an der Unterseite der Glasplatte herrscht bewirkt eine Druckkraft, die größer ist als die Gewichtskraft der Glasplatte. Daher fällt diese nicht ab.

b) Die Glasplatte fällt gerade ab, wenn Kräftegleichgewicht herrscht:

$$F_{G,W} = F_{G,AI} + F_{G,DG} \Leftrightarrow A_R \cdot \rho_W \cdot g \cdot h = A_R \cdot \rho_{AI} \cdot g \cdot y + m_{DG} \cdot g$$

Division durch g und Auflösen nach y ergibt

$$A_R \cdot \rho_W \cdot h = A_R \cdot \rho_{AI} \cdot y + m_{DG} \Leftrightarrow y = \frac{A_R \cdot \rho_W \cdot h - m_{DG}}{\rho_{AI} \cdot A_R}$$

Einsetzen der gegebenen Werte liefert

$$y = \frac{15 \cdot 1,0 \cdot 40 - 10}{0,80 \cdot 15} \frac{\text{g}}{\frac{\text{g}}{\text{cm}}} \approx 49 \text{cm}$$

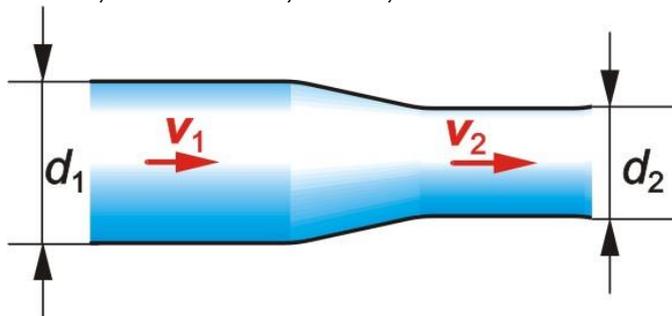
c) Es ändert sich nichts, da der Druck einer Flüssigkeitssäule unabhängig von Form oder Querschnitt, nur von der Füllhöhe abhängig wirkt

Aufgabe 8: Hydrodynamik

(ca. 5 Minuten)

Berechnen Sie den Durchfluss in [l/s] sowie die Geschwindigkeit v_2 in [m/s] am Auslass des Rohres.

Angaben: $D_1 = 50 \text{ mm}$, $D_2 = 20 \text{ mm}$, $v_1 = 0,8 \text{ m/s}$.



Lösung:

$$Q = v \cdot A$$

$$A_1 = \pi d^2/4 = \pi \cdot (0,05 \text{ m})^2 / 4 = 0,00196 \text{ m}^2$$

$$Q = 0,8 \text{ m/s} \cdot 0,00196 \text{ m}^2 = 0,00157 \text{ m}^3/\text{s} = 1,57 \text{ l/s}$$

$$A_2 = \pi d^2/4 = \pi \cdot (0,02 \text{ m})^2 / 4 = 0,0003 \text{ m}^2$$

$$v_2 = 0,00157 \text{ m}^3/\text{s} / 0,0003 \text{ m}^2 = 5,2 \text{ m/s}$$

Aufgabe 9: Gauckler-Manning-Strickler**(ca. 5 Minuten)**

Die hydraulische Rauigkeit k_{St} eines Gewässers soll ermittelt werden. Dazu sind an dem Gewässer verschiedene Untersuchungen durchgeführt worden:

- nach Flügelmessung: Durchfluss $Q = 2,4 \text{ m}^3/\text{s}$
- Fließquerschnitt $A = 1,6 \text{ m}^2$
- aus Längsprofil: Sohlgefälle $I_{So} = 0,015 \text{ m/m}$
- aus Querprofil: benetzter Umfang $l_U = 2,1 \text{ m}$ (andere Bezeichnungen möglich!)

Berechnen Sie die hydraulische Rauigkeit k_{St} mit Hilfe der angegebenen Daten!

Lösung:

Fließgeschwindigkeit $v = Q/A = 1,5 \text{ m/s}$

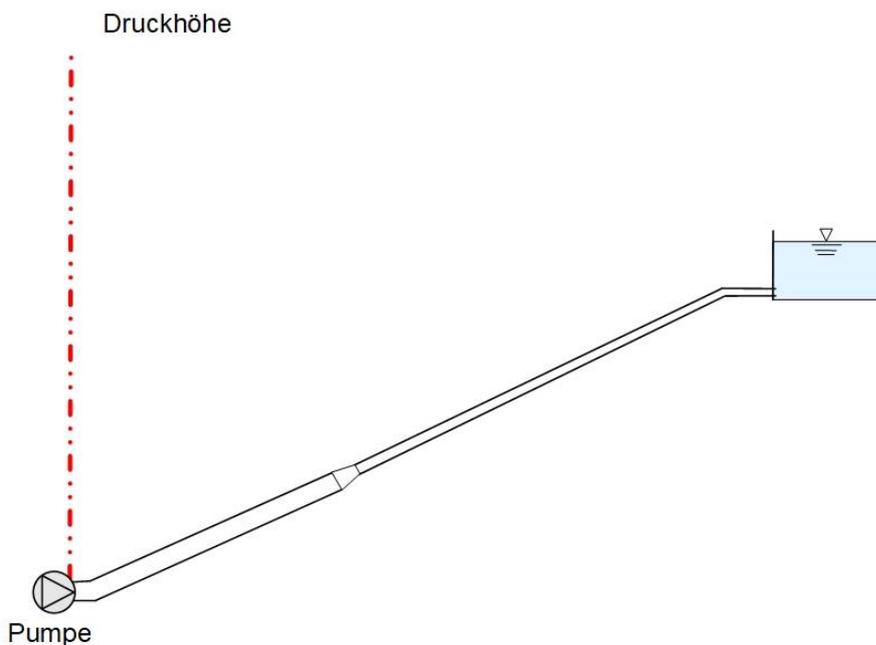
$$k_{St} = \frac{v}{r_{hy}^{2/3} * I_{So}^{1/2}} = \frac{v}{(A / l_U)^{2/3} * I_{So}^{1/2}} = \frac{1,5 \text{ m/s}}{(1,6 \text{ m}^2 / 2,1 \text{ m})^{2/3} * (0,015 \text{ m/m})^{1/2}} \approx 15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$$

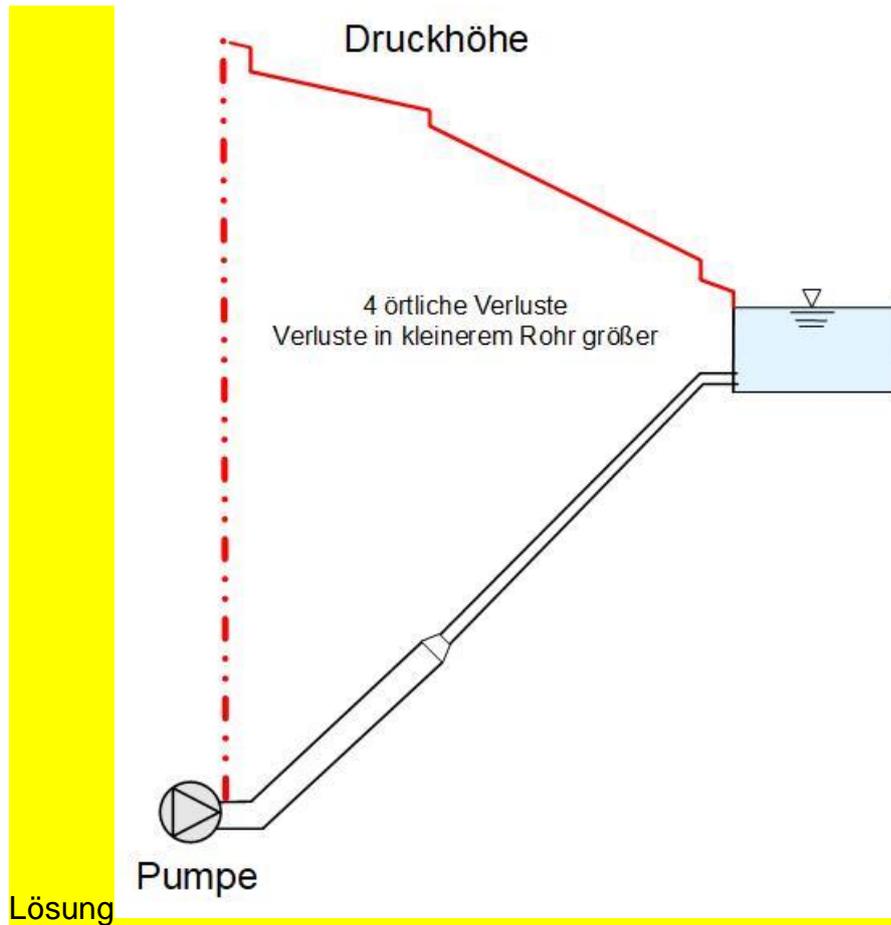
Hinweis:

Gewässerformen und Möglichkeit der Ermittlung des benetzten Umfanges anschauen zur Klausurvorbereitung!

Aufgabe 10: Druckhöhen**(ca. 5 Minuten)**

Zeichnen Sie qualitativ die Druckhöhe in das nachfolgende System!





Lösung

Aufgabe 11: Chemische Grundlagen

(ca. 8 Minuten)

a) Sind die folgenden Aussagen zutreffend? Bitte ankreuzen!
(4 richtig: 1 Punkt; 3 richtig: 0,5 Punkte, 1 und 2 richtig: 0 Punkte)

Eine Mischung ist immer homogen.	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Die Begriffe „homogen“ und „heterogen“ können synonym verwendet werden.	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Elemente sind Verbände aus gleichartigen Atomen.	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Ein Element kann durch chemische Verfahren weiter in einfache Bestandteile zerlegt werden.	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>

b) Sind die folgenden Aussagen zutreffend? Bitte ankreuzen!
(4 richtig: 1 Punkt; 3 richtig: 0,5 Punkte, 1 und 2 richtig: 0 Punkte)

Bei einer Mischung kann die Zusammensetzung variieren.	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Bei der Herstellung einer Mischung wird i.d.R. weder Wärme freigesetzt noch aufgenommen.	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Bei einer Verbindung haben sich mindestens zwei verschiedene Elemente miteinander verbunden.	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Die Eigenschaften einer Verbindung entsprechen denen der einzelnen Elemente.	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>

c) Sind die folgenden Aussagen zutreffend? Bitte ankreuzen!
 (4 richtig: 1 Punkt; 3 richtig: 0,5 Punkte, 1 und 2 richtig: 0 Punkte)

Die Elektronen eines Atoms weisen eine geringere Masse als Protonen auf.	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Die Anzahl der Protonen ist bestimmend für die Festlegung des Elementes.	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Die Elektronen sind bestimmend für die Eigenschaften des Elementes.	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Isotope sind Atome eines Elementes, die sich einzig in der Protonenanzahl unterscheidet.	Ja <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>

d) Sind die folgenden Aussagen zutreffend? Bitte ankreuzen!
 (4 richtig: 1 Punkt; 3 richtig: 0,5 Punkte, 1 und 2 richtig: 0 Punkte)

Säuren geben Protonen ab.	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Basen nehmen Protonen auf.	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Wasser kann Säure (Protonendonator) und Base (Protonenakzeptor) sein.	<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Pufferlösungen besitzen einen instabilen pH-Wert, der sich bei geringen Dosierung einer Säure oder Base wesentlich verändert.	Ja <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>

Aufgabe 12: Periodensystem

(ca. 7 Minuten)

Tabelle 1: Periodensystem der Elemente (gekürzt)																									
Periode	Hauptgruppen		Nebengruppen								Hauptgruppen														
	I	II	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa	Ia	IIa	III	IV	V	VI	VII	VIII									
1	1 H 1,008		Bezeichnungen: <div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">8</div> — Ordnungszahl <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">O</div> — Kurzzeichen <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">15,999</div> — relative Atommasse (≈ Massenzahl) </div> <div style="margin-left: 20px;"> Metalle Nichtmetalle Halbmetalle </div>																						2 He 4,00
2	3 Li 6,939	4 Be 9,012										5 B 10,811	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 12,998	10 Ne 20,183								
3	11 Na 22,989	12 Mg 24,312										13 Al 26,982	14 Si 28,086	15 P 30,974	16 S 32,064	17 Cl 35,492	18 Ar 39,948								
* alle Isotope dieser Grundstoffe sind radioaktiv																									
4	19 K 39,102	20 Ca 40,08	21 Sc 44,956	22 Ti 47,9	23 V 50,942	24 Cr 51,996	25 Mn 54,938	26 Fe 55,847	27 Co 58,933	28 Ni 58,71	29 Cu 63,54	30 Zn 65,37	31 Ga 69,72	32 Ge 72,59	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,909	36 Kr 83,80							
5	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,905	40 Zr 91,22	41 Nb 92,906	42 Mo 95,94	43 Tc 99	44 Ru 101,07	45 Rh 102,905	46 Pd 106,04	47 Ag 107,87	48 Cd 112,40	49 In 114,82	50 Sn 118,69	51 Sb 121,75	52 Te 127,6	53 J 126,9	54 Xe 131,30							
6	55 Cs 132,90	56 Ba 137,34	57 La 138,91	72 Hf 178,49	73 Ta 180,948	74 W 183,948	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,09	79 Au 196,967	80 Hg 200,59	81 Tl 204,37	82 Pb 207,192	83* Bi 208,98	84* Po 210	85* At 210	86* Rn 222							
7	87* Fr 223	88* Ra 226,05	89* Ac 227	104* Rf 258	105* Db 260	106* Sg 261	107* Bh 262	108* Hs 263	109* Mt 266																

- Welche Ordnungszahl hat Phosphor?
- Welcher Hauptgruppe gehört Phosphor an?
- Handelt es sich bei Phosphor um ein Metall, Halbmetall oder Nichtmetall?
- Wie groß ist die relative Atommasse/ Massenzahl von Phosphor?
- Nennen Sie drei Elemente, die den Metallen zugeordnet werden:
- Nennen Sie drei Elemente, die als radioaktiv gelten:
- Nennen Sie drei Elemente, die schwerer als Eisen sind:

Lösung

- 15
- Hauptgruppe V
- Nichtmetall
- 30,974
- Fe, Au, Pt
- Po, Rn, Bi
- Ag, Au, Pt

h) Sinken oder steigen die folgenden Eigenschaften mit aufsteigender Zahl der Hauptgruppe?

Beispielangabe: Atomradius: sinkend

Tendenz zur Bildung von Anionen:

Metallcharakter:

Notwendige Ionisierungsenergie:

Lösung:

Tendenz zur Bildung von Anionen: steigend

Metallcharakter: sinkend

Notwendige Ionisierungsenergie: steigend

Aufgabe 13: Bindungsformen

(ca. 4 Minuten)

Beschreiben Sie die drei wichtigsten Hauptbindungsarten, nennen Sie jeweils ein Beispiel und beschreiben Sie jeweils zwei charakteristische Eigenschaften dieser Verbindungen.

Lösung:

• **Atombindung:**

- Oktettregel erfüllt: gemeinsame Nutzung Elektronen
- Methan
- niedrige Schmelzpunkte: viele flüssig oder gasförmig bei Raumtemperatur, viele nicht löslich in Wasser, keine elektrischen Leiter

• **Ionenbindung:**

- Ionisierung der Atome, Differenz Elektronegativität zwischen beiden Atomen sehr hoch → geben Elektronen ab oder nehmen auf
- Salze, wie Kochsalz
- Salze haben hohe Schmelz- und Siedepunkte und sind oft in polaren Lösungsmitteln löslich (z.B. Wasser), gute elektrische Leiter, spröde

• **Metallbindung:**

- Metalle sind elektropositiv, sie erreichen die Edelgaskonfiguration durch gemeinsame frei bewegliche Elektronen.
- Metalle, wie Fe
- Oft im festen Zustand, gute Elektronen- und Wärmeleiter, Verformbarkeit, Löslichkeit eher gering

Aufgabe 14: organische Verbindungen

(ca. 4 Minuten)

Nennen Sie vier Gruppen an organischen Verbindungen mit jeweils einem Beispiel.

Lösung:

- Alkane (Propan)
- Alkene (Buten)
- Cycloalkane (Cyclohexan)
- Aromaten (Benzol)
- Heterocyclen (Coffein)
- Carbonsäuren (Essigsäure)

Aufgabe 15: Makromoleküle

(ca. 4 Minuten)

Wie lassen sich Makromoleküle definieren und welche Eigenschaften haben sie?
Nennen Sie jeweils ein Beispiel für ein natürliches und ein künstliches Makromolekül.

Lösung:

Verbände von mehr als 1.000 Molekülen und i.d.R. kein scharfer Schmelzpunkt

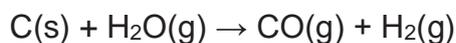
Natürlich: Cellulose, Proteine

Künstlich: PE, PP, PVC

Aufgabe 16: Reaktionsenthalpien

(ca. 7 Minuten)

In speziellen Generatoren wird einer Koksschicht C(s) abwechselnd Luft und Wasserdampf zugeführt. Die Zuführung von Wasserdampf - auch Kaltblasen genannt - verläuft nach der folgenden Reaktion.



Berechnen Sie die **Reaktionsenthalpie** ΔH_{R0} für diese Reaktion.
Ist diese Reaktion exotherm oder endotherm?

Bildungsenthalpien ΔH_{B0}

$\Delta H_{B0}(\text{C})_{\text{s}}$: 0 kJ/mol

$\Delta H_{B0}(\text{H}_2\text{O})_{\text{g}}$: -241,8 kJ/mol

$\Delta H_{B0}(\text{CO})_{\text{g}}$: -110,5 kJ/mol

$\Delta H_{B0}(\text{H}_2)_{\text{g}}$: 0 kJ/mol

Lösung:

$$\Delta H_{R0} = [(\Delta H_{Bo}(CO)_s) + (\Delta H_{Bo}(H_2)g)] - [\Delta H_{Bo}(C)_s + \Delta H_{Bo}(H_2O)g]$$

$$\Delta H_{R0} = [-110,5 \text{ kJ/mol} + 0 \text{ kJ/mol}] - [0 + -241,8 \text{ kJ/mol}] = +113,1 \text{ kJ/mol}$$

Die Reaktion ist ein endothermer Vorgang.

Aufgabe 17: pH-Wert**(ca. 7 Minuten)**

a) Wie lautet die Definition des pH-Wertes?

Lösung:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \text{ bzw. } [\text{H}^+]$$

b) Ordnen Sie folgende Stoffe einem sauren bzw. basischen pH-Wert zu:

Backpulver:

Blut:

Natronlauge (1 mol/l):

Seife:

Tomatensaft:

Urin:

Lösung:

Backpulver: basisch 8,5

Blut: neutral 7,4

Natronlauge (1 mol/l): basisch 14

Seife: basisch 8,2

Tomatensaft: 4,1 sauer

Urin: sauer 6,0

c) Was passiert chemisch bei der Neutralisationsreaktion von Salzsäure und Natronlauge?

Lösung: Reaktion zwischen Salzsäure und Natronlauge zu einem neutralen Salz (NaCl) und Wasser

- d) Berechnen Sie den pH-Wert von Schwefelsäure (H₂SO₄) mit einer Konzentration von 0,005 mol/l.

Hinweis: Die Schwefelsäure kann zwei Hydroniumionen abgeben (2 H₃O⁺)

Lösung
Schwefelsäure kann 2 Protonen abgeben.

$$\text{pH} = -\lg(2 \cdot 0,005) = -(-2) = 2$$

- e) Welche Konzentration an H₃O⁺ in mol/l liegt bei einem pH-Wert von 2,4 vor?

Lösung
 $2,4 = -\lg c(\text{H}_3\text{O}^+) [\text{mol/l}]$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) [\text{mol/l}] = 10^{-2,4}$$

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) [\text{mol/l}] = 3,98 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

Aufgabe 18: Haber-Bosch Verfahren

(ca. 4 Minuten)

Erläutern Sie das Prinzip des Haber-Bosch Verfahrens. Welche Randbedingungen sind die Voraussetzung für die Entstehung vom Ammoniak?

Welche Auswirkungen hatte diese Entdeckung?

Lösung:

Reaktion von Wasserstoff und Stickstoff zu Ammoniak

Randbedingungen:

- hoher Druck (> 200 bar),
- hohe Temperatur (ca. 400–500 °C) und
- Katalysator Eisen (FeO und Fe₂O₃) → Verschiebung Gleichgewicht auf Ammoniakseite und Geschwindigkeit schneller

Ammoniak: wichtigster Ausgangsstoff für Salpetersäure, Pflanzenschutzmittel, Düngemitteln, Farbstoffen sowie Kunstfasern...)

Aufgabe 19: Redoxreaktionen

(ca. 16 Minuten)

a) Definieren Sie eine Oxidationsreaktion und eine Reduktionsreaktion und schreiben Sie jeweils ein Beispiel einer Reaktionsgleichung dazu auf! In welche Richtung wird die Oxidationszahl bei einer Oxidation verändert? (ca. 4 Minuten)

Lösung:

Oxidation: Abgabe von Elektronen, Erhöhung der Oxidationszahl



Reduktion: Aufnahme von Elektronen, Verringerung der Oxidationszahl



b) Erklären Sie das Ionisierungsbestreben von Metallen und benennen Sie jeweils ein Beispiel für ein edles und unedles Metall. Was passiert, wenn man metallisches Zink (Zinknagel) in eine Kupferlösung gibt? (ca. 2 Minuten)

Das Diagramm zeigt die Ionisierungsneigung von Metallen in Abhängigkeit von ihrer Position in der Periodenfolge. Die Metalle sind in zwei Reihen angeordnet: K, Mg, Al, Zn, Fe, Ni, Sn, Pb, Cu, Ag, Hg, Au in der oberen Reihe und K⁺, Mg²⁺, Al³⁺, Zn²⁺, Fe³⁺/Fe²⁺, Ni²⁺, Sn²⁺, Pb²⁺, Cu²⁺, Ag⁺, Hg²⁺, Au³⁺ in der unteren Reihe. Ein grüner Balken verläuft durch die Mitte, der von links nach rechts abwärts geneigt ist. Über dem Balken steht 'geben leicht Elektronen ab' und unter dem Balken steht 'nehmen leicht Elektronen auf'.

Lösung:

Ionisierungsbestreben: Bestreben des Metalls durch Bildung von Kationen in Lösung zu gehen

Edles Metall: Ag, Au

Unedles Metall: Zn, Al, Mg



Zink löst sich auf, Kupfer scheidet sich am Zinknagel ab

c) Erklären Sie, was ein Redoxpotenzial ist. Welches ist das stärkste Reduktionsmittel, welches das stärkste Oxidationsmittel? (ca. 2 Minuten)

Lösung:

Redoxpotenzial: Messung Spannung an Edelmetall-Elektrode gegen die Normalwasserstoffelektrode ($[\text{H}_2/2\text{H}_3\text{O}^+] = 0 \text{ mV}$) bei 25°C, 1bar

Stärkstes Oxidationsmittel: Fluor

Stärkstes Reduktionsmittel: Lithium

d) Erklären Sie, warum es bautechnisch gesehen ungünstig ist, ein Kupferdach mit einem Zinkfallrohr zu kombinieren! (ca. 2 Minuten)

Lösung:

In Regenwasser gelöste Cu-Ionen (Oxidationsmittel) sind in der Lage, Zink bzw. verzinkte Stahlteile (Reduktionsmittel!) korrosiv anzugreifen und allmählich aufzulösen.

e) Beschreiben Sie die Unterschiede zwischen einem galvanischen Element und einer Elektrolyse (ca. 2 Minuten)

Lösung:

Galvanisches Element:

- Ablauf der Reaktion: selbständig
- Energieumwandlung: chem. → elektr. Energie
- Produkte: energieärmer
- Strom: liefert elektr. Strom

Elektrolyse

- Ablauf der Reaktion: erzwungen
- Energieumwandlung: elektr. → chem. Energie
- Produkte: energiereicher
- Strom: verbraucht elektr. Strom

f) Was ist der Unterschied zwischen Primär –und Sekundärelementen? Benennen Sie drei Beispiele für Sekundärelemente. (ca. 2 Minuten)

Lösung:

Primärelemente (Batterien, nicht aufladbar)

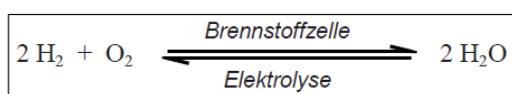
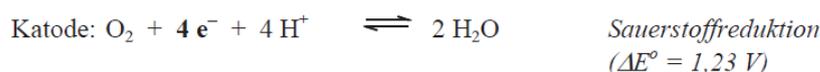
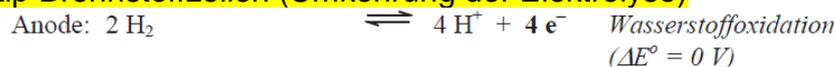
Sekundärelemente (Akkumulatoren, aufladbar)

- Blei-Akkumulator (Autobatterie)
- Ni/Cd-Akkumulatoren (Kleingeräte)
- Li-Polymer-Akkumulatoren

g) Beschreiben Sie das Prinzip einer Brennstoffzelle. Was ist der Unterschied zur Stromgewinnung bei galvanischen Elementen? (ca. 2 Minuten)

Lösung:

Prinzip Brennstoffzellen (Umkehrung der Elektrolyse)



Unterschied zum Galvanischen Element: Edukte (H₂ und O₂ werden erst bei Energiebedarf zugeführt)

Aufgabe 20: Korrosion

(ca. 8 Minuten)

- a) Was ist der Unterschied zwischen chemischer und elektrochemischer Korrosion? (ca. 2 Minuten)

Lösung:

Chemische Korrosion: Direkte Reaktion Metall mit Umgebung (O_2 , Cl , SO_4) zu Produkten

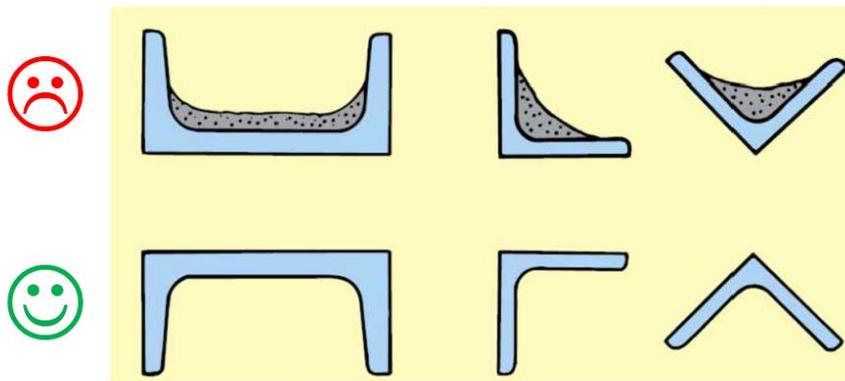
Elektrochemische Korrosion: wässriger Elektrolyt, in dem zwei, in der Regel voneinander abhängige, allerdings an lokal unterschiedlichen Stellen des Metalls stattfindende Elektrodenreaktionen ablaufen

- b) Skizzieren Sie ein gutes und ein schlechtes Beispiel zum aktiven Korrosionsschutz durch sachgerechte konstruktive Gestaltung! (ca. 2 Minuten)

Lösung:

Aktiver Korrosionsschutz: sachgerechte konstruktive Gestaltung

- Vermeidung von Wasseransammlungen (verbunden mit Schmutzansammlungen) durch Gewährleistung von Wasserabfluss
- ⇒ geneigte und abgeschrägte Oberflächen
- ⇒ oben offene Profile vermeiden bzw. schräg anordnen (Wasserabfluss)



[bauen-mit-stahl]

- c) Welche Korrosionsvorgänge gibt es in einem Kanalnetz? Wie kann ein Kanalnetz vor Korrosion geschützt werden? (ca. 2 Minuten)

Lösung:

Biogene Korrosion durch Bildung von Schwefelsäure durch Mikroorganismen

Gegenmaßnahmen: Belüftung sicher stellen, Fließgeschwindigkeit ausreichend hoch → Turbulenz

- d) Erklären Sie, was eine „Opferanode“ bedeutet und nennen Sie ein Beispiel! (ca. 2 Minuten)

Lösung:

Opferanode: Kontakt Werkstück (z.B. Eisen bleibt erhalten) mit einem unedleren Metall (z.B. Material Opferanode: Magnesium, löst sich auf)

Aufgabe 21: Umweltchemie**(ca. 2 Minuten)**

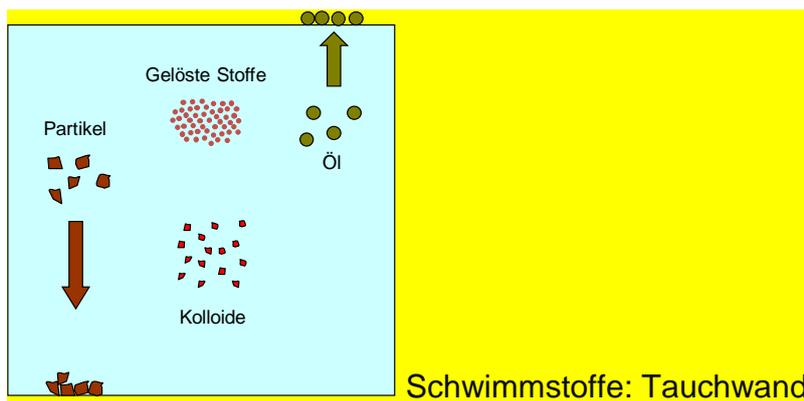
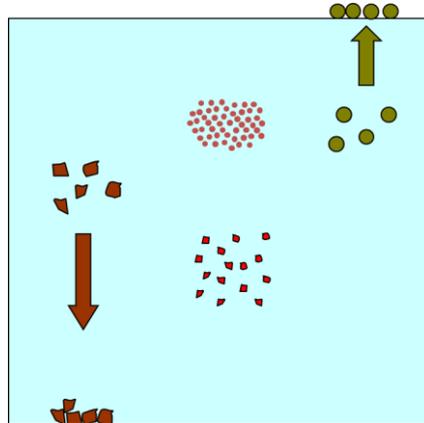
Ordnen Sie nachfolgend genannte anthropogene Stoffe den hauptsächlichsten Herkunftsbereichen häusliches Schmutzwasser (S), Regenwasser (R) und Landwirtschaft (L) zu:

Stoff/Stoffgruppe	Herkunftsbereiche Schmutzwasser (S), Regenwasser (R) und Landwirtschaft (L)
Antibiotika	S
Crystal Meth	S
Harnstoff	S
Insektizide	R, L
Koffein	S
Kupfer	R
Mecoprop	R, L
Mikroplastik	R, S
Mineralöl	R
Nitrat	L
Phosphor	S, L
Streusalz	R
Tenside	S
Verbrennungsprodukte PAK	R

Aufgabe 22: Abwasserinhaltsstoffe

(ca. 6 Minuten)

In der Abbildung sehen Sie von ihrem Verhalten her unterschiedliche, in einem Abwasserreinigungsprozess, vorkommende Stoffe. Beschriften Sie die Stoffe und ergänzen Sie sie um mindestens ein mögliches Reinigungsverfahren!



Sinkstoffe: Sedimentation, Schwebstoffe: Flockung und anschließende Sedimentation, Filtration

Welche Schäden oder negative Folgen in einem Gewässer können von folgenden Stoffen ausgehen:

CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf), BSB (Biologischer Sauerstoffbedarf)

NH_4^+ (Ammonium)

NO_3^- (Nitrat)

Phosphor

Lösung:

CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf), BSB (Biologischer Sauerstoffbedarf): Übermaß führt zu hohem Sauerstoffverbrauch im Gewässer → Sauerstoffmangel

NH_4^+ (Ammonium): bei bestimmten Randbedingungen (hohe Temperatur, hoher pH Wert) hohe Mengen an NH_3 Ammoniak → direktes Fischgift

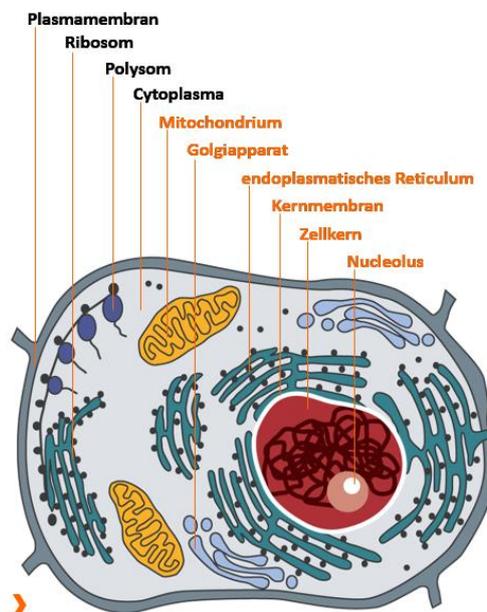
NO_3^- (Nitrat): Düngende Wirkung, im Übermaß Eutrophierung → Sauerstoffmangel

Phosphor: Düngende Wirkung, im Übermaß Eutrophierung → Sauerstoffmangel

Aufgabe 23: Abwasserbiologie

(ca. 3 Minuten)

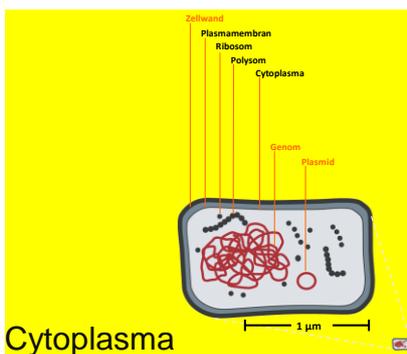
Markieren Sie diejenigen Zellbestandteile der gezeigten tierischen Zelle, die auch in einem Bakterium vorkommen! Welche Zellart ist größer?



Plasmamembran

Ribosom

Polysom, tierische Zelle ist viel größer



Cytoplasma

Aufgabe 24: Abwasserbiologie

(ca. 6 Minuten)

- a) Sind die folgenden Aussagen zutreffend? Bitte ankreuzen!
(4 richtig: 1 Punkt; 3 richtig: 0,5 Punkte, 1 und 2 richtig: 0 Punkte)

Alle Abwasserbakterien benötigen Sauerstoff zum Wachstum.	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Heterotrophe Abwasserbakterien benötigen organischen Kohlenstoff zum Wachstum.	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Autotrophe Abwasserbakterien benötigen organischen Kohlenstoff zum Wachstum.	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Bakterien benötigen eine feste Aufwuchsfläche zur Vermehrung.	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>

- b) Sind die folgenden Aussagen zutreffend? Bitte ankreuzen!
(4 richtig: 1 Punkt; 3 richtig: 0,5 Punkte, 1 und 2 richtig: 0 Punkte)

Das Bakterienwachstum ist exponentiell.	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Das Bakterienwachstum hängt vom Nahrungsangebot ab.	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Das Bakterienwachstum wird durch Substratmangel limitiert.	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Das Bakterienwachstum hängt von der Abwassertemperatur ab.	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>

- c) Sind die folgenden Aussagen zutreffend? Bitte ankreuzen!
(4 richtig: 1 Punkt; 3 richtig: 0,5 Punkte, 1 und 2 richtig: 0 Punkte)

Unter aeroben Bedingungen ist gelöster Sauerstoff vorhanden.	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Unter anoxischen Bedingungen ist gelöster Sauerstoff vorhanden.	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>
Unter anoxischen Bedingungen ist gebundener Sauerstoff vorhanden.	Ja <input checked="" type="checkbox"/>	Nein <input type="checkbox"/>
Unter anoxischen Bedingungen ist kein Sauerstoff vorhanden.	Ja <input type="checkbox"/>	Nein <input checked="" type="checkbox"/>

Aufgabe 25: Nitrifikation Abwasserbiologie

(ca. 4 Minuten)

Welche Randbedingungen beeinflussen die autotrophe Nitrifikation bei der Umwandlung von Ammonium in Nitrat in der Abwasserreinigung?

Lösung:

- Stickstoffoxidierende Bakterien (autotroph) werden erst tätig, wenn ein gewisser Kohlenstoffabbau erfolgt ist, anderenfalls haben die heterotrophen Bakterien einen Wachstumsvorteil.
- Sie haben eine längere Generationszeit als heterotrophe Bakterien, d.h. sie können sich nur entwickeln, wenn sie mindestens 12 Tage im System gehalten werden → größere Beckenvolumen
- Stark temperaturabhängig ($T > 12^{\circ}\text{C}$) und pH labil (Entstehung H^+ → Eigenhemmung bei gering gepufferten Wässern)

Aufgabe 26: Phosphor Abwasserreinigung

(ca. 1 Minute)

Mit welchen verfahrenstechnischen Varianten wird Phosphor aus dem Abwasser entfernt?

Lösung:

- Chemische Phosphorfällung
- Biologische Phosphorelimination durch Wechsel anerob/aerob Milieu

Aufgabe 27: Trinkwasser

(ca. 8 Minuten)

Nennen Sie drei Verfahren zur Aufbereitung von Rohtrinkwasser zu Trinkwasser und beschreiben Sie das Verfahrensprinzip?

Lösung:

- Fällung/Flockung: Zusatz Fällmittel (Überführung gelöst in ungelöst) und anschließende Flockung (Aggregation Flocken)
- Enthärtung: Kalkausfällung durch basisch stellen mit Calciumhydroxid, oder Ionentauscher
- Entsäuerung: Belüftung oder Filtration über Dolomit
- Enteisung/Entmanganung: Belüftung (Oxidation Fe und Fällung) oder Zusatz Kaliumpermanganat (Ausfällung Braunstein)
- Entkeimung: UV, Ozon, ClO_2 , Filter
- Aktivkohle: Filtration/Sorption große Oberfläche

Aufgabe 28: Trinkwasser - Härte

(ca. 2 Minuten)

Wie ist die Härte eines Wassers definiert? Was ist der Unterschied zwischen der Karbonat- und der Nichtkarbonathärte?

Lösung:

Gesamthärte: Summe an Calcium und Magnesiumionen (Gesamthärte)

Karbonathärte: Summe an Calcium und Magnesiumionen mit Hydrogencarbonat und Carbonat als Anion

Nichtkarbonathärte: Summe an Calcium und Magnesiumionen mit anderen Verbindungen als Anion (z.B. Sulfat, Chlorid)

Aufgabe 29: Trinkwasser- Kalk-Kohlensäure- GG

(ca. 8 Minuten)

Ein Rohtrinkwasser weist die folgenden Parameter auf:

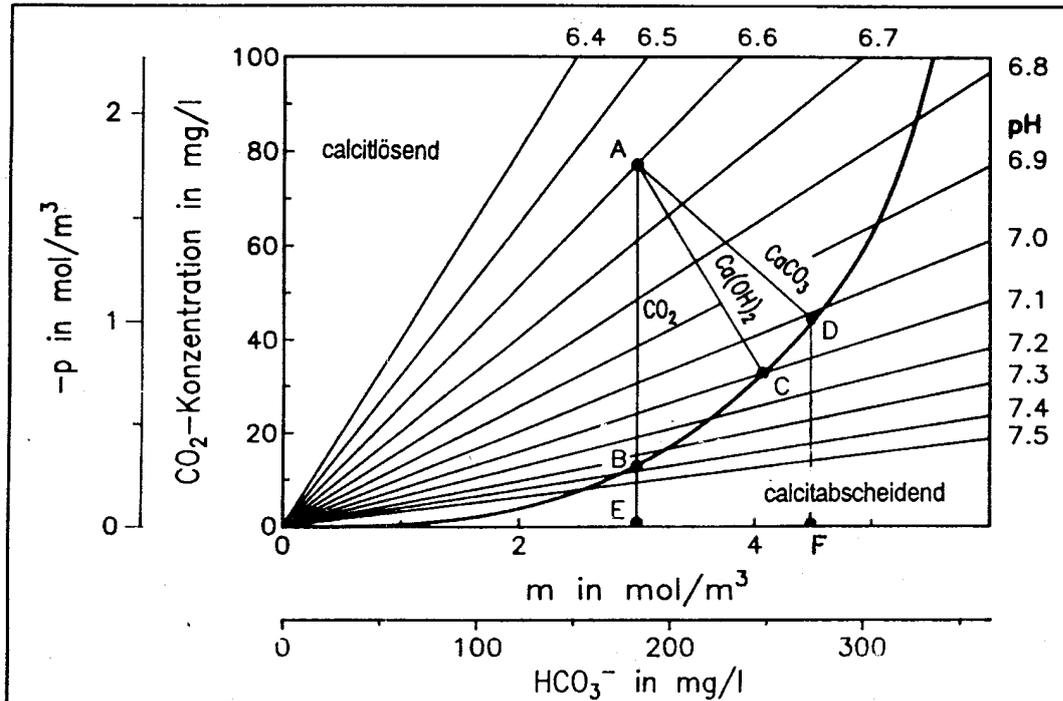
Freie Kohlensäure: 80 mg/l

Gebundene Kohlensäure: 140 mg/l

pH Wert: 6,5

Beurteilen Sie mit Hilfe der folgenden Abbildung, ob das Wasser im Kalk-Kohlensäure-GG ist. Bitte zeichnen Sie Ihre Einschätzung in die Zeichnung ein?

Wenn nein, welche ungünstigen Eigenschaften weist das Rohtrinkwasser auf und welche Verfahren zur Aufbereitung würden Sie vorschlagen?



Lösung:

Bewertung Rohtrinkwasser: nicht im KKG

Einschätzung Eigenschaften: stark calcitlösend

Vorschlag Aufbereitung: Belüftung oder Filtration über Kalk/Dolomit

Aufgabe 30: Trinkwasser

(ca. 2 Minuten)

Was sind die hygienischen Anforderungen an Trinkwasser und mit welchen Parametern werden sie kontrolliert?

Lösung:

Frei von Krankheitserregern, keimarm, bei Verdachtsfällen Sonderuntersuchungen

Keimzahl (KBE) 100 / ml (22°C)

E.Coli 0/ 100 ml

Enterkokken 0/ 100 ml

Aufgabe 31: Trinkwasser

(ca. 2 Minuten)

Welche Verfahren sind zur Entkeimung von Trinkwasser in zentralen Versorgungsstrukturen gut geeignet?

Lösung:

Gut geeignet: UV, ClO₂, Filter, Ozon

Weniger geeignet: Destillation, Cl₂

Aufgabe 32: Atmosphäre

(ca. 8 Minuten)

Nach welchen Kriterien werden die Hauptquellen von Stoffeinträgen in die Atmosphäre eingeteilt und benennen Sie jeweils ein Beispiel?

Diffus (PKW)/ punktuell (Schornstein)

Natürlich (Waldbrände, Vulkane)/ anthropogen (Landwirtschaft, Industrie, Verkehr)

Nennen Sie vier wichtige Luftschadstoffe und benennen Sie deren Hauptquellen.

SO₂: Energiewirtschaft, Industrie, Haushalte

NO_x: Verkehr, Energiewirtschaft, Industrie

CO: Verkehr

PM₁₀: Verkehr, Industrie, Haushalte

Welche Stoffemissionen in die Atmosphäre konnten in Deutschland stark minimiert werden und welche positive Auswirkungen hatte dies?

SO₂ und Verringerung saurer Regen (pH Wert höher)

NO_x und Verringerung saurer Regen (pH Wert höher)

PM₁₀: Industrie, Verkehr, LW

Dioxine: MVA, Kohleverarbeitung

Welches sind die wichtigsten luftseitig transportierten Mikroschadstoffe (Stoffe mit geringen Wirkkonzentrationen) und welche Wirkungen haben diese?

PAK: cancerogen langlebig, Anreicherung in Umweltkompartimenten, schlecht abbaubar

Dioxine: akute Wirkung in kleinsten Konzentrationen, im Tierversuch cancerogen, langlebig, Anreicherung in Umweltkompartimenten, schlecht abbaubar, POP Substanz (dirty twelve)

Aufgabe 33: Ökotoxikologie

(ca. 12 Minuten)

Von welchen Kriterien sind das Aufkommen und die Verteilung von Stoffen in den Umweltkompartimenten abhängig?

Lösung:

- Quellen, Eintragungsmengen- und -charakteristika
- Physikalisch-chemische Stoffeigenschaften (z.B. Wasser- bzw. Fettlöslichkeit, Verteilungskoeffizienten Octanol/Wasser, Luft/Wasser etc.)
- Physikalisch-chemische und biologische Eigenschaften des Ökosystems (z.B. Temperatur, pH-Wert, Schwebstoffgehalt, Redoxverhältnisse..)
- Transformationsprozesse (Photolyse, Redoxreaktionen und biotischer Abbau...)

Beschreiben Sie zwei wichtige Transferprozesse von Stoffen zwischen den Umweltkompartimenten: Benennen Sie zwei Kenngrößen zur Quantifizierung dieser Prozesse.

Lösung:

Wasser in Atmosphäre/Luft : K_H Henry Konstante

Wasser in Boden/Sediment : K_p Wert

Wasser in Lebewesen/Biota : K_{ow} Wert

Beschreiben Sie den Unterschied zwischen akuter und chronischer Toxizität in der Ökotoxikologie. Nennen Sie zwei Beispiele für eine Toxizität in den aquatischen Ökosystemen.

Lösung:

Akute Toxizität: Eintreten einer Wirkung nach einem einmaligen Kontakt bzw. nach kurzer Zeitdauer (Stunden bis Tage) mit dem Stoff (z.B. LC₅₀)

Chronische Toxizität: Wirkung Stoff erst nach längerer Expositionszeit (Tage bis Jahre) (z.B. NOEC)

Beispiele: Immobilisierung von Daphnien

LC50 an Fischen

Benennen Sie die Phasen des Metabolismus von Fremdstoffen. Welcher Effekt ist aus Sicht des Organismus das Hauptziel?

Lösung:

Phase 1: Oxygenase

Phase 2: Umwandlung in wasserlösliche Komponente

Hauptziel (Entgiftung durch vermehrte Ausscheidung)

Welche Störungen des Hormonsystems treten in aquatische Organismen auf und nennen Sie zwei Beispiele von Stoffen mit hormonellen Wirkungen.

Lösung:

Estrogene (verweiblichende) und androgene (vermännlichende) Wirkungen

Tributylzinn TBT: androgen

Nonylphenol NP: Metabolit aus Nonylphenoethoxylat NPEO, Estradiol,

Ethinylestradiol: estrogen

Beschreiben Sie das PEC/PNEC Prinzip zur Ersteinschätzung von Stoffen in Ökotoxikologie.

Lösung:

PEC: Predicted Environmental Concentration: Ermittlung aus Daten zur Mobilität, der Persistenz, der Bioakkumulation zusammen mit physikalisch-chemischen Eigenschaften → Abschätzung PEC

PNEC: Predicted No-Effect Concentration: Ermittlung aus NOEC (No Effect Concentration) und Sicherheitsfaktoren (10 bis 1.000) in Abhängigkeit von Datenlage

Bildung Quotient aus PEC/PNEC über 1: weitere Untersuchungen oder unter 1: geringes Risiko