

 FRANKFURT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft Prof. Welker, Dr. Dierschke	Studiengang Infrastruktur und Umwelt (Bachelor) Modul Naturwissenschaften SoSe 2023 27. Juli 2023
Name: Vorname:	Matr.-Nr.:

Prüfungsfähigkeit:

Ich erkläre, dass ich prüfungsfähig bin.

Prüfungsregularien:

Ich bestätige die Kenntnisnahme der folgenden Regularien (gemäß § 17 (1) AB Bachelor):

- Folgende Hilfsmittel sind zugelassen: Schreibgerät, Lineal, Taschenrechner, Vorlesungsunterlagen
- Versucht die Studierende oder der Studierende, das Ergebnis ihrer oder seiner Prüfungsleistungen durch Täuschung oder Benutzung nicht zugelassener Hilfsmittel zu beeinflussen, wird die betreffende Prüfungsleistung mit der Note „nicht ausreichend“ (5,0) oder mit „nicht bestanden“ bewertet.
- Eine Studierende oder ein Studierender, die oder der den ordnungsgemäßen Ablauf des Prüfungstermins stört, kann von der jeweiligen Prüferin oder dem jeweiligen Prüfer oder der oder dem Aufsichtführenden von der Fortsetzung der Prüfungsleistung ausgeschlossen werden; in diesem Fall wird die Prüfungsleistung mit der Note „nicht ausreichend“ (5,0) oder mit „nicht bestanden“ bewertet.

Allgemeine Hinweise:

- Bitte alle Lösungsblätter mit Namen und Matrikelnummer (leserlich) beschriften!
- Die Lösung muss nachvollziehbar sein. Nur ein Ergebnis mit den richtigen Einheiten gilt. Ungültige Berechnungen durchstreichen, da sonst die gesamte Aufgabe nicht gewertet werden kann.
- Belehrung über Rücktrittsmöglichkeiten von der Prüfung sowie über Täuschungsversuche ist schriftlich und mündlich zu Beginn der Prüfung erfolgt.

Zur Kenntnis genommen:

Unterschrift

Punkteverteilung der Aufgaben (nur zur Orientierung, 60 Punkte max.)

Aufgabe	Punkte
1	6
2	5
3	2
4	3
5	5
6	2
7	2
8	2
9	4
10	3
11	3

Aufgabe	Punkte
12	2
13	2
14	2
15	4
16	2
17	1
18	2
19	3
20	2
21	3
Summe	60

Aufgabe 1: Umrechnung von Einheiten

(6 Punkte)

	gegebener Wert		gesuchter Wert	
Bezeichnung	Wert	Einheit	Wert	Einheit
Druck	2.000	Pa		bar
	2.000	Pa		mWS
	7	mWS		bar
Durchfluss	27	m ³ /h		l/s
	3	l/s		m ³ /d
Geschwindigkeit	5	m/s		km/h
	4	m/h		m/s
Fläche	1.500	m ²		ha
	1,2	km ²		ha
	0,5	m ²		cm ²
Regensumme	200	mm		l/m ²
Regenintensität	6	l/(s · ha)		mm/h

Aufgabe 2: Physikalische Grundlagen Wasser

(5 Punkte)

a) Sind die folgenden Aussagen zutreffend? Bitte ankreuzen!

(4 richtig: 1 Punkt; 3 richtig: 0,5 Punkte, 1 und 2 richtig: 0 Punkte)

Bei über 4° Celsius verhält sich Wasser anders als andere Flüssigkeiten (Anomalie des Wassers).	Ja ☐	Nein ☐
Das Dichtemaximum von Wasser liegt bei 4 °C.	Ja ☐	Nein ☐
Die Dichte von gefrorenem Wasser sinkt mit fallender Temperatur.	Ja ☐	Nein ☐
Wasser dehnt sich oberhalb 10 ° C mit zunehmender Temperatur aus.	Ja ☐	Nein ☐

b) Sind die folgenden Aussagen zutreffend? Bitte ankreuzen!

(4 richtig: 1 Punkt; 3 richtig: 0,5 Punkte, 1 und 2 richtig: 0 Punkte)

Die Viskosität von Wasser nimmt mit ansteigender Temperatur ab.	Ja ☐	Nein ☐
Die Viskosität von Gasen nimmt mit ansteigender Temperatur ab.	Ja ☐	Nein ☐
Wasser lässt sich bei hohen Temperaturen gut komprimieren.	Ja ☐	Nein ☐
Die dynamische und die kinematische Viskosität lassen sich mit Hilfe der Dichte eines Stoffes umrechnen.	Ja ☐	Nein ☐

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

Je größer die spezifische Wärmekapazität eines Stoffes ist, desto langsamer erfolgt der Erwärmungsvorgang.	Ja ☐	Nein ☐
Metalle haben eine geringere Wärmekapazität als Wasser.	Ja ☐	Nein ☐
Die Wärmekapazität von Wasser wird in kJ/kg ausgedrückt.	Ja ☐	Nein ☐
Die Wärmekapazität von Wasser wird in kJ/(kg·K) ausgedrückt.	Ja ☐	Nein ☐

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

Je höher die Temperatur, desto mehr Wasserdampf (g H ₂ O-Dampf) befindet sich in der Atmosphäre.	Ja ☐	Nein ☐
Je höher die Temperatur, desto mehr Gase lösen sich im Wasser.	Ja ☐	Nein ☐
Bei 5.000 m über NN beträgt der Luftdruck ca. 80 % des Drucks auf Meereshöhe.	Ja ☐	Nein ☐
Je geringer der Druck, desto mehr Gase lösen sich in Wasser.	Ja ☐	Nein ☐

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

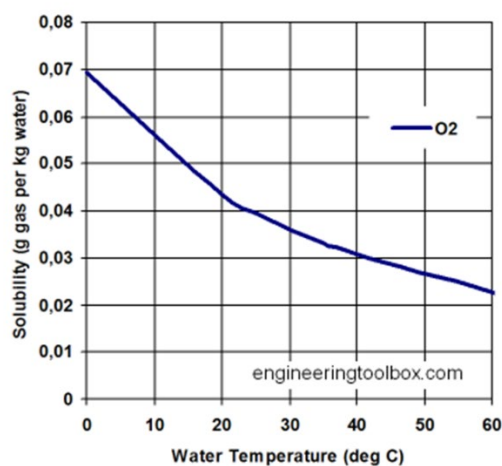
Bei der Verdunstung befinden sich die Wassermoleküle im Gleichgewicht zwischen der flüssigen und der gasförmigen Phase.	Ja ☐	Nein ☐
Die Erhöhung des Außendrucks führt zu einer höheren Konzentration des Gases in der Flüssigkeit.	Ja ☐	Nein ☐
Unerwünschte Gase lassen sich aus dem Wasser durch Turbulenz der Strömungen und große Phasengrenzfläche entfernen.	Ja ☐	Nein ☐
Unerwünschte Gase lassen sich aus dem Wasser durch Temperaturabsenkung entfernen.	Ja ☐	Nein ☐

Aufgabe 3 Anwendung Diagramme

(2 Punkte)

Wie groß ist die Löslichkeit von Sauerstoff in Wasser bei 10 °C und bei 20 °C jeweils in [g/kg]? Was bedeutet das für die Sauerstoffversorgung von wärmeren Fließgewässern?

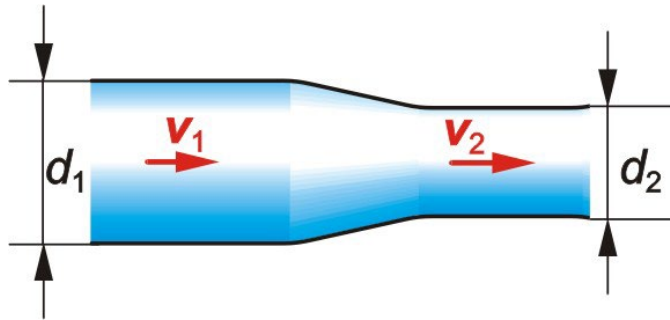
Sauerstoff



Aufgabe 4: Hydrodynamik**(3 Punkte)**

Berechnen Sie den Durchfluss Q in [l/s] sowie den Rohrdurchmesser d_2 in [mm].

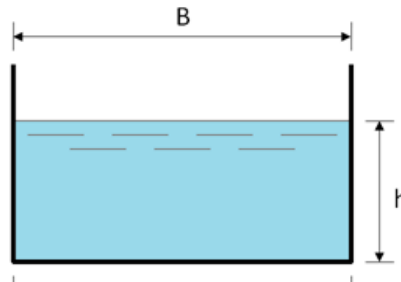
Angaben: $D_1 = 50$ mm, $v_1 = 1$ m/s, $v_2 = 8$ m/s



Aufgabe 5: Offenes Gerinne (Gauckler-Manning-Strickler)

(5 Punkte)

Für eine innerörtliche Entwässerungsplanung ist eine Ableitung des Niederschlagsabflusses in einem **Rechteckkastengerinne** vorgesehen. Ist die Ableitungskapazität Q_K des geplanten Gerinnes unter Verwendung der unten angegebenen Werte ausreichend?



Berechnungsgrundlagen

Abflusswirksame Fläche:

$A_u = 15.000 \text{ [m}^2\text{]}$

Bemessungsregen:

Dauer:

10 [min]

Häufigkeit:

0,2 [-]

Gerinnegeometrie:

Breite $B = 0,3 \text{ [m]}$; Höhe $h = 0,2 \text{ [m]}$

Rauigkeit:

$k_{st} = 50 \text{ [m}^{1/3}\text{/s]}$

Gefälle/ mittlere Geländeneigung:

0,9 [%]

Hinweise: Verwenden Sie die Starkniederschlagsstatistiktafel. Achten Sie beim Einsetzen auf die Einheiten!

Tabelle 5.1: Regenspenden $r \text{ [l/(s}\cdot\text{ha)]}$ nach KOSTRA-DWD

	Regenspende $r \text{ [l/(s}\cdot\text{ha)]}$			
Dauerstufe D [min]	für $n = 1 \text{ a}^{-1}$	für $n = 0,5 \text{ a}^{-1}$	für $n = 0,2 \text{ a}^{-1}$	für $n = 0,1 \text{ a}^{-1}$
10	145,4	188,5	245,5	288,6
15	119,4	153,3	198,1	231,9
20	101,4	129,9	167,6	196,2
30	77,8	100,2	129,9	152,3

Aufgabe 6: Phasenübergänge (Aggregatzustand)

(2 Punkte)

Welche Phasenübergänge finden bei den folgenden Alltagsbeobachtungen statt (Verwenden Sie bei den Antworten die Begriffe Schmelzen, Erstarren, Sieden, Kondensieren, Sublimieren, Resublimieren)?

1. Das Badezimmerfenster beschlägt sich beim Duschen.
2. Ein Glas Wasser wird über Wochen stehen gelassen, damit nimmt die Wassermenge ab.
3. Nasse Kleider im Winter ($< 0^{\circ}\text{C}$) draußen trocknen.
4. Mottenkugeln im Schrank verbreiten einen charakteristischen Geruch.

Aufgabe 7: Wasserstoffbrückenbindungen

(2 Punkte)

Erklären Sie, was Wasserstoffbrückenbindungen sind und erläutern Sie drei Beispiele für deren Auswirkungen.

Ist die Bindungsstärke dieser Bindungsart höher oder kleiner im Vergleich zu kovalenten Bindungen?

Aufgabe 8: Proteine

(2 Punkte)

Nennen Sie sechs Aufgaben, die Proteine in vielen Lebewesen erfüllen! Woraus bestehen Proteine chemisch?

Aufgabe 9: Elemente und Verbindungen

(4 Punkte)

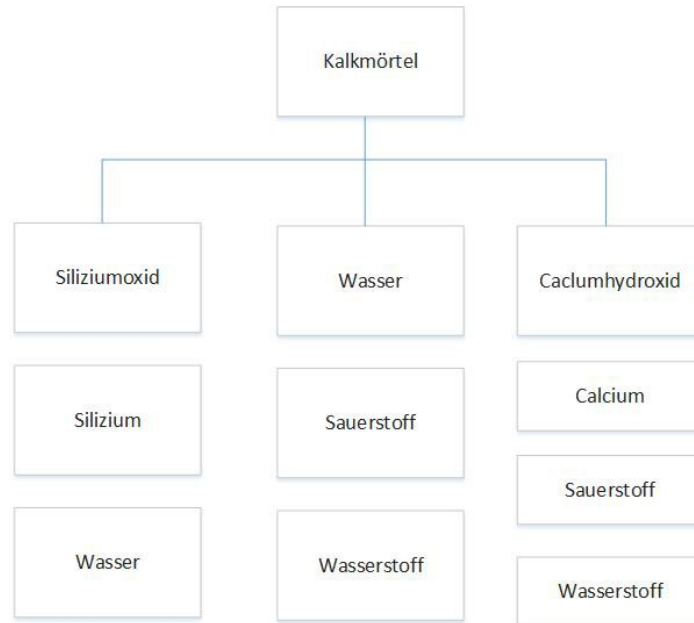
a) Welche Merkmale kennzeichnen chemische Elemente und Verbindungen?

Nennen Sie jeweils drei Eigenschaften oder Merkmale! (2 Punkte)

chemische Elemente:

chemische Verbindungen:

b) Markieren Sie farbig, ob es sich bei den Grundstoffen zur Herstellung von Kalkmörtel um ein chemisches Element, um eine chemische Verbindung oder um ein Stoffgemisch handelt. (2 Punkte)



Aufgabe 10: Hauptbindungsarten

(3 Punkte)

Nennen Sie die drei wichtigsten Hauptbindungsarten, nennen Sie jeweils ein Beispiel dazu und beschreiben Sie jeweils zwei charakteristische Eigenschaften.

Aufgabe 11: Periodensystem

(3 Punkte)

- Welche Ordnungszahl hat Chlor?
- Welcher Gruppe gehört Chlor an?
- Handelt es sich bei Chlor um ein Metall, Halbmetall oder Nichtmetall?
- Wie groß ist die Massenzahl von Chlor?
- Wieviele Außenelektronen besitzt Chlor und wie viele würde es gerne aufnehmen um die Oktettregel zu erfüllen?
- Nennen Sie drei Elemente, die den Halbmetallen zugeordnet werden!

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: Metalle Nichtmetalle Halbmetalle															2 He 4,00
2	3 Li 6,939	4 Be 9,012	8 O 15,999 Ordnungszahl Kurzzeichen relative Atommasse (= Massenzahl)									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	* alle Isotope dieser Grundstoffe sind radioaktiv									13 Al 26,982	14 Si 28,086	15 P 30,974	16 S 32,064	17 Cl 35,492	18 Ar 39,948	
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									

Aufgabe 12: Berechnung von Reaktionsenthalpien**(2 Punkte)**

Berechnen Sie die Reaktionsenthalpie ΔH_{R0} für das Brennen von Kalkstein (CaCO_3).
Ist diese Reaktion exotherm oder endotherm?

$\Delta H_{B0}(\text{CaO})_s$: - 635 kJ/mol
 $\Delta H_{B0}(\text{CO}_2)_g$: - 394 kJ/mol
 $\Delta H_{B0}(\text{CaCO}_3)_s$: -1.207 kJ/mol

**Aufgabe 13: Berechnung pH Wert****(2 Punkte)**

Berechnen Sie den pH-Wert einer 0,080 M HCl-Lösung (Salzsäure: starke Säure).

Aufgabe 14: Chemische Grundlagen

(2 Punkte)

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 ☐	Nein ☐
Die Begriffe „homogen“ und „heterogen“ können synonym verwendet werden.	Ja ☐	Nein ☐
Verbindungen sind Verbände aus gleichartigen Atomen.	Ja ☐	Nein ☐
Ein Element kann durch chemische Verfahren weiter in einfache Bestandteile zerlegt werden.	Ja ☐	Nein ☐

b) 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 höhere Masse als Protonen auf.	Ja ☐	Nein ☐
Die Anzahl der Protonen ist bestimmend für die Festlegung des Elementes.	Ja ☐	Nein ☐
Die Elektronen sind bestimmend für die Eigenschaften des Elementes.	Ja ☐	Nein ☐
Isotope sind Atome eines Elementes, die sich einzig in der Neutronenanzahl unterscheiden.	Ja ☐	Nein ☐

Aufgabe 15: Redoxreaktionen

(4 Punkte)

- a) Erklären Sie das Ionisierungsbestreben von Metallen und benennen Sie jeweils ein Beispiel für ein edles und unedles Metall. Was passiert, wenn man metallisches Aluminium in eine Silberlösung gibt? (2 Punkte)

K	Mg	Al	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb	Cu	Ag	Hg	Au
geben leicht Elektronen ab						nehmen leicht Elektronen auf					
K ⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Zn ²⁺	Fe ³⁺ Fe ²⁺	Ni ²⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Cu ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Au ³⁺

- b) Erklären Sie, was ein Redoxpotenzial ist. Welches ist das stärkste Reduktionsmittel, welches das stärkste Oxidationsmittel? (2 Punkte)

Aufgabe 16: Abwasserreinigung

(2 Punkte)

Welche Schäden oder negative Folgen in einem Gewässer können durch vermehrte Abwassereinleitungen von folgenden Stoffen ausgehen?

CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf), BSB (Biologischer Sauerstoffbedarf):

NH_4^+ (Ammonium):

NO_3^- (Nitrat):

Phosphor:

Aufgabe 17: Abwasserreinigung - Phosphor

(1 Punkt)

Mit welchen verfahrenstechnischen Varianten wird Phosphor aus dem Abwasser entfernt?

Aufgabe 18: Abwasserbiologie

(2 Punkte)

- 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 ☐	Nein ☐
Heterotrophe Abwasserbakterien benötigen organischen Kohlenstoff zum Wachstum.	Ja ☐	Nein ☐
Autotrophe Abwasserbakterien benötigen organischen Kohlenstoff zum Wachstum.	Ja ☐	Nein ☐
Bakterien benötigen eine feste Aufwuchsfläche zur Vermehrung.	Ja ☐	Nein ☐

- b) 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 ☐	Nein ☐
Unter anoxischen Bedingungen ist gelöster Sauerstoff vorhanden.	Ja ☐	Nein ☐
Unter anoxischen Bedingungen ist gebundener Sauerstoff vorhanden.	Ja ☐	Nein ☐
Unter anoxischen Bedingungen ist kein Sauerstoff vorhanden.	Ja ☐	Nein ☐

Aufgabe 19: Trinkwasser

(3 Punkte)

Nennen Sie drei Verfahren zur Aufbereitung von Rohwasser zu Trinkwasser und beschreiben Sie das Verfahrensprinzip!

Aufgabe 20: Atmosphäre

(2 Punkte)

Nennen Sie vier wichtige Luftschadstoffe und benennen Sie deren Hauptquellen.

Aufgabe 21: Ökotoxikologie

(3 Punkte)

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

Lösungen

Aufgabe 1: Umrechnung von Einheiten

(6 Punkte)

	gegebener Wert		gesuchter Wert	
Bezeichnung	Wert	Einheit	Wert	Einheit
Druck	2.000	Pa	0,02	bar
	2.000	Pa	0,203	mWS
	7	mWS	0,686	bar
Durchfluss	27	m³/h	7,5	l/s
	3	l/s	259,2	m³/d
Geschwindigkeit	5	m/s	18	km/h
	4	m/h	0,0011	m/s
Fläche	1.500	m²	0,15	ha
	1,2	km²	120	ha
	0,5	m²	5000	cm²
Regensumme	200	mm	200	l/m²
Regenintensität	6	l/(s · ha)	2,16	mm/h

Aufgabe 2: Physikalische Grundlagen Wasser

(5 Punkte)

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

Bei über 4° Celsius verhält sich Wasser anders als andere Flüssigkeiten (Anomalie des Wassers).	Ja ☐	Nein ☒
Das Dichtemaximum von Wasser liegt bei 4 °C.	Ja ☒	Nein ☐
Die Dichte von gefrorenem Wasser sinkt mit fallender Temperatur.	Ja ☐	Nein ☒
Wasser dehnt sich oberhalb 10 ° C mit zunehmender Temperatur aus.	Ja ☒	Nein ☐

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

Die Viskosität von Wasser nimmt mit ansteigender Temperatur ab.	Ja ☒	Nein ☐
Die Viskosität von Gasen nimmt mit ansteigender Temperatur ab.	Ja ☐	Nein ☒
Wasser lässt sich bei hohen Temperaturen gut komprimieren.	Ja ☐	Nein ☒
Die dynamische und die kinematische Viskosität lassen sich mit Hilfe der Dichte eines Stoffes umrechnen.	Ja ☒	Nein ☐

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

Je größer die spezifische Wärmekapazität eines Stoffes ist, desto langsamer erfolgt der Erwärmungsvorgang.	Ja ☐	Nein ☐
Metalle haben eine geringere Wärmekapazität als Wasser.	Ja ☐	Nein ☐
Die Wärmekapazität von Wasser wird in kJ/kg ausgedrückt.	Ja ☐	Nein ☐
Die Wärmekapazität von Wasser wird in kJ/(kg·K) ausgedrückt.	Ja ☐	Nein ☐

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

Je höher die Temperatur, desto mehr Wasserdampf (g H ₂ O-Dampf) befindet sich in der Atmosphäre.	Ja ☐	Nein ☐
Je höher die Temperatur, desto mehr Gase lösen sich im Wasser.	Ja ☐	Nein ☐
Bei 5.000 m über NN beträgt der Luftdruck ca. 80 % des Drucks auf Meereshöhe.	Ja ☐	Nein ☐
Je geringer der Druck, desto mehr Gase lösen sich in Wasser.	Ja ☐	Nein ☐

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

Bei der Verdunstung befinden sich die Wassermoleküle im Gleichgewicht zwischen der flüssigen und der gasförmigen Phase.	Ja ☐	Nein ☐
Die Erhöhung des Außendrucks führt zu einer höheren Konzentration des Gases in der Flüssigkeit.	Ja ☐	Nein ☐
Unerwünschte Gase lassen sich aus dem Wasser durch Turbulenz der Strömungen und große Phasengrenzfläche entfernen.	Ja ☐	Nein ☐
Unerwünschte Gase lassen sich aus dem Wasser durch Temperaturabsenkung entfernen.	Ja ☐	Nein ☐

Aufgabe 3 Anwendung Diagramme

(2 Punkte)

Lösung:

0,057 g/ kg bei 10 °C und 0,043 g/kg bei 20 °C

Bei wärmeren Fließgewässern ist der gelöste Sauerstoff im Wasser geringer → häufiger Sauerstoffmangel und Organismensterben

Aufgabe 4: Hydrodynamik

(3 Punkte)

Lösung:

$$Q = v \cdot A$$

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

$$Q = 1 \text{ m/s} \cdot 0,00196 \text{ m}^2 = 0,00196 \text{ m}^3/\text{s} = 1,96 \text{ l/s}$$

$$A_2 = Q/v_2 = 0,00196 \text{ m}^3/\text{s} / 8 \text{ m/s} = 0,000245 \text{ m}^2$$

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,000245}{\pi}} = 0,0177 \text{ m} = 17,7 \text{ mm}$$

Aufgabe 5: Offenes Gerinne (Gauckler-Manning-Strickler)

(5 Punkte)

Lösung Aufgabe 5

Bestimmung benötigte Ableitungskapazität:

Auswahl Regenspende und Berechnung QR

$r = 245,5 \text{ [l/s ha]} (1 \text{ P}) (10 \text{ min; } n=0,2) Q \text{ Ableitung} = A_u \cdot r = 245,5 \cdot 1,5 \text{ [ha]} = 368,25 \text{ [l/s]}$

Bestimmung reale Ableitungskapazität QK Kastengerinne:

Aquer: $B \cdot h = 0,3 \cdot 0,2 = 0,06 \text{ [m}^2\text{]}$

Benetzter Umfang $U = B + 2h = 0,3 + 2 \cdot 0,2 = 0,7 \text{ [m]}$

Hydraulischer Radius $R = A_{\text{quer}} / U = 0,0857 \text{ [m]}$

Fließgeschw. Gerinne $v = k_{\text{st}} \cdot J^{1/2} (0,0944) \cdot R^{2/3} (0,19435) = 0,921 \text{ [m/s]}$

Ableitungskapazität $Q = v \cdot A = 0,921 \cdot 0,06 = 0,055 \text{ [m}^3\text{/s]} = 55,312 \text{ [l/s]}$

→ Ableitungskapazität reicht nicht aus, da $55,3 \text{ [l/s]} \ll 368,25 \text{ [l/s]}$!

Aufgabe 6: Phasenübergänge (Aggregatzustand) (2 Punkte)

1. Das Badezimmerfenster beschlägt sich beim Duschen. **Kondensieren**
2. Ein Glas Wasser wird über Wochen stehen gelassen, damit nimmt die Wassermenge ab. **Verdunsten = Verdampfen ohne Sieden**
3. Nasse Kleider im Winter ($< 0^\circ\text{C}$) draußen trocknen. **Erstarren mit anschließender Sublimation**
4. Mottenkugeln im Schrank verbreiten einen charakteristischen Geruch. **Sublimieren**

Aufgabe 7: Wasserstoffbrückenbindungen (2 Punkte)**Lösung:**

Definition: Intermolekulare Nebenbindungsform zwischen einem H-Atom und einem polaren Atomen eines Nachbarmoleküls (z.B. O des Wassers oder N, F)

- Wasser: (Eigenschaften: max. Dichte bei 4°C , hohe Wärmekapazität, hohe Oberflächenspannung und Viskosität, sehr geringe Kompressibilität)
- DNA (Basenpaarung)
- Proteine: (Faltung, räumliche Struktur)

Bindestärke geringer als kovalenten Bindungen

Aufgabe 8: Proteine (2 Punkte)

- Enzyme: Katalyse chemischer Reaktionen im Zellstoffwechsel

- Transportproteine: (Hämoglobin)
- Speicherproteine (Globuline sind Nahrungs- bzw. Energiespeicher, Albumin der Milch)
- Bewegungsproteine (Proteinfilamente im Muskel Actin und Myosin)
- Stütz- bzw. Skleroproteine (Kollagen)
- Kontrollproteine (Repressorproteine)
- Rezeptorproteine (Nervenzellen: Neurotransmitter)
- Antikörperproteine (Komponente Antikörper)
- Toxische Proteine (Schlangengifte)
- Bausteine sind Aminosäuren

Aufgabe 9: Elemente und Verbindungen

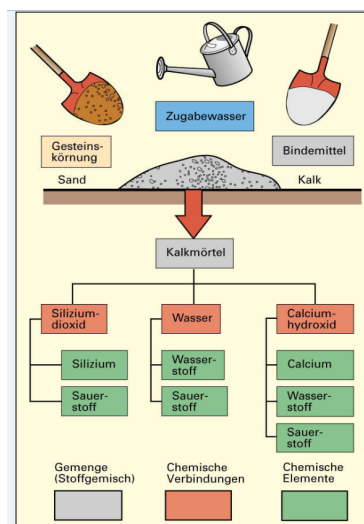
(4 Punkte)

chemische Elemente:

1. Verbände aus gleichartigen Atomen
2. kann nicht durch chemische Verfahren in einzelne Bestandteile zerlegt werden
3. positiv geladene Protonen bestimmen die Festlegung des Elements
4. chemisches Verhalten wird vorwiegend bestimmt durch Elektronen

chemische Verbindungen:

1. Moleküle aus verschiedenen Atomen
2. Art der Verbindung ist festgelegt
3. Bestandteile können durch physikalische Verfahren i.d.R. nicht getrennt werden



Aufgabe 10: Hauptbindungsarten**(3 Punkte)****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 EN 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, erreichen Edelgaskonfiguration durch gemeinsame frei bewegliche Elektronen.
 - Metalle, wie Fe
 - Oft im festen Zustand, gute Elektronen- und Wärmeleiter, Verformbarkeit, Löslichkeit eher gering

Aufgabe 11: Periodensystem**(3 Punkte)****Lösung:**

- a) 17
- b) Hauptgruppe 7 oder Halogene
- c) Nichtmetall
- d) 35,492
- e) 7 und möchte 1 weiteres aufnehmen
- f) Bor, Silicium, Arsen

Aufgabe 12: Berechnung von Reaktionsenthalpien**(2 Punkte)****Lösung:**

$$\Delta H_{\text{Ro}} = [(\Delta H_{\text{Bo}}(\text{CaO})_{\text{s}}) + (\Delta H_{\text{Bo}}(\text{CO}_2)_{\text{g}})] - [\Delta H_{\text{Bo}}(\text{CaCO}_3)_{\text{s}}]$$

$$\Delta H_{\text{Ro}} = [-635 \text{ kJ/mol} + -394 \text{ kJ/mol}] - [-1207 \text{ kJ/mol}] \Delta H_{\text{Ro}} = +178 \text{ kJ/mol}$$

Das Kalkbrennen ist endothermer Vorgang.

Aufgabe 13: Berechnung pH Wert

(2 Punkte)

Lösungsweg

HCl ist eine starke Säure und ist daher vollständig dissoziiert.

Es gilt $[H_3O^+] = [Cl^-] = 0,080 \text{ M}$

$$pH = -\lg(0,080) = -(-1,1) = 1,1$$

Aufgabe 14: Chemische Grundlagen

(2 Punkte)

c) 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 ☐	Nein ☒
Die Begriffe „homogen“ und „heterogen“ können synonym verwendet werden.	Ja ☐	Nein ☒
Verbindungen sind Verbände aus gleichartigen Atomen.	Ja ☐	Nein ☒
Ein Element kann durch chemische Verfahren weiter in einfache Bestandteile zerlegt werden.	Ja ☐	Nein ☒

d) 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 höhere Masse als Protonen auf.	Ja ☐	Nein ☒
Die Anzahl der Protonen ist bestimmend für die Festlegung des Elementes.	Ja ☒	Nein ☐
Die Elektronen sind bestimmend für die Eigenschaften des Elementes.	Ja ☒	Nein ☐
Isotope sind Atome eines Elementes, die sich einzig in der Neutronenanzahl unterscheiden.	Ja ☒	Nein ☐

Aufgabe 15: Redoxreaktionen

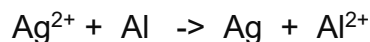
(4 Punkte)

a) Lösung:

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

Edles Metall: Ag, Au

Unedles Metall: Zn, Al, Mg



Aluminium löst sich auf, Silber scheidet sich am Aluminium ab

b) 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

Aufgabe 16: Abwasserreinigung

(2 Punkte)

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 17: Abwasserreinigung - Phosphor

(1 Punkt)

Lösung:

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

Aufgabe 18: Abwasserbiologie

(2 Punkte)

c) 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 ☐	Nein ☒
Heterotrophe Abwasserbakterien benötigen organischen Kohlenstoff zum Wachstum.	Ja ☒	Nein ☐
Autotrophe Abwasserbakterien benötigen organischen Kohlenstoff zum Wachstum.	Ja ☐	Nein ☒
Bakterien benötigen eine feste Aufwuchsfläche zur Vermehrung.	Ja ☐	Nein ☒

d) 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 ☒	Nein ☐
Unter anoxischen Bedingungen ist gelöster Sauerstoff vorhanden.	Ja ☐	Nein ☒
Unter anoxischen Bedingungen ist gebundener Sauerstoff vorhanden.	Ja ☒	Nein ☐
Unter anoxischen Bedingungen ist kein Sauerstoff vorhanden.	Ja ☐	Nein ☒

Aufgabe 19: Trinkwasser

(3 Punkte)

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, ClO₂, Filter
- Aktivkohle: Filtration/Sorption große Oberfläche

Aufgabe 20: Atmosphäre

(2 Punkte)

SO₂: Energiewirtschaft, Industrie, Haushalte

NO_x: Verkehr, Energiewirtschaft, Industrie

CO: Verkehr

PM₁₀: Verkehr, Industrie, Haushalte

Aufgabe 21: Ökotoxikologie

(3 Punkte)

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