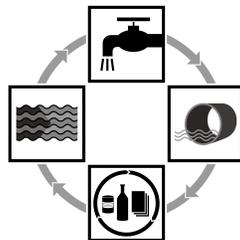




Aufgabensammlung



Meisterprüfung 2009 Abwassermeister

Umwelttechnische Berufe

Handlungsspezifische Qualifikationen

Sehr geehrte Damen und Herren,
sehr geehrte Lehrgangsteilnehmer,

wir freuen uns, dass der Prüfungsausschuss Meister in den umwelttechnischen Berufen diese Prüfungsaufgaben freigegeben hat.

Damit stehen Ihnen Übungsaufgaben für die Fortbildung in diesem Bereich zur Verfügung. Dem Ziel einer Einheit zwischen Ausbildung und Prüfung kommen wir dadurch ein Stück näher.

Der Prüfungsausschuss hat die Lösungsanleitungen zu den Prüfungsaufgaben nicht freigegeben, damit die Lösungen der Aufgaben von Ihnen selbst oder mit Kollegen gemeinsam erarbeitet werden können.

Wir wünschen Ihnen einen entsprechenden Lernfortschritt, gute Erkenntnisse bei der Bearbeitung dieser Prüfungsaufgaben und einen erfolgreichen Verlauf ihrer Fortbildung.

Mit freundlichen Grüßen

Robert Holaschke
Zuständige Stelle

Besuchen Sie uns auch im Internet. Unter www.bvs.de stehen Ihnen weitere Informationen für Aus- und Weiterbildung zur Verfügung. Dieses Angebot wird ständig aktualisiert und erweitert.

Meisterprüfung 2009

Geprüfter Abwassermeister/Geprüfte Abwassermeisterin Handlungsspezifische Qualifikationen

Grundfall

15 min

Sie haben Ihren Arbeitsplatz gewechselt und sind in der Abwasserentsorgung der Gemeinde Musterhausen in Bayern als Betriebsleiter beschäftigt und dort für die technischen Einrichtungen verantwortlich.

Die Abwasserableitung des kommunalen Bereichs erfolgt im Mischsystem. Die angeschlossenen Gewerbeflächen werden im Trennsystem entwässert. Folgende Sonderbauwerke sind vorhanden:

- 2 Pumpwerke (PW)
- 4 Mischwasserbehandlungsanlagen (MBA)

Das Hauptklärwerk (ARA A) mit mechanisch-biologischer und chemischer Abwasserreinigung ist nach ATV-Arbeitsblatt A131 ausgelegt auf 45.000 EW₆₀. Für die Gewerbeflächen sind 6.000 Einwohnergleichwerte mit eingeplant. Die Gewerbebetriebe arbeiten täglich gleichzeitig von 7:00 Uhr bis 16:00 Uhr mit einer Mittagspause von einer Stunde und haben für die Planung 800 m³/d an Abwassermenge angemeldet.

Es existiert ein weiteres Klärwerk (ARA B) mit einer Auslegung von 3.600 EW₆₀.

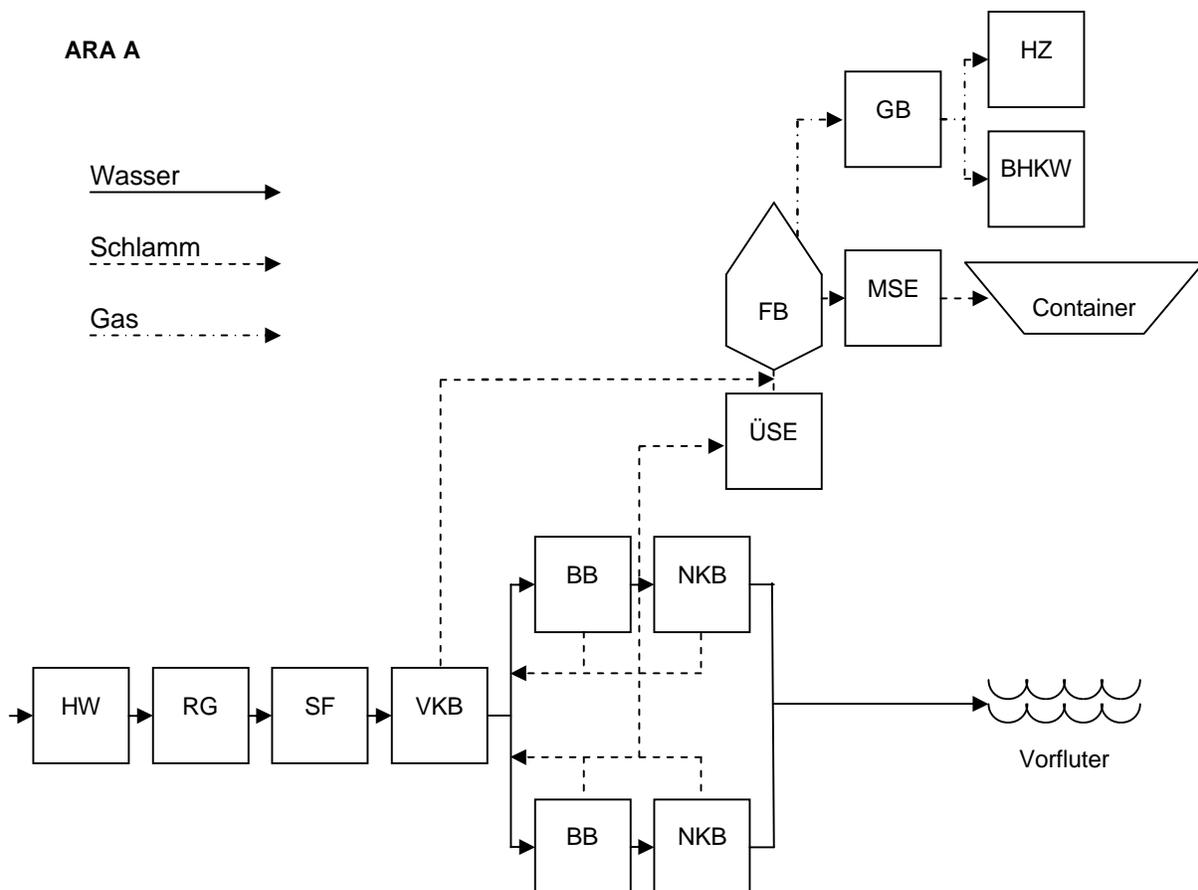
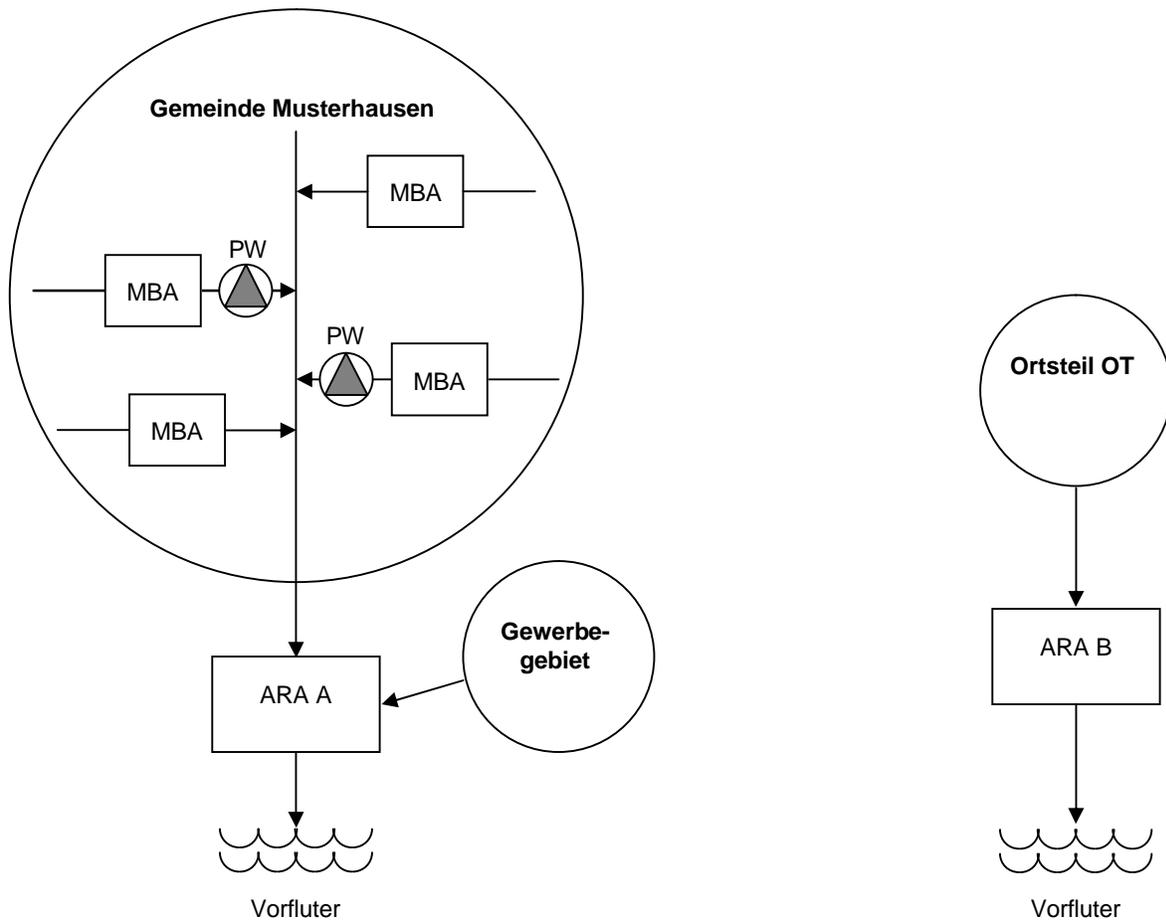
Das Hauptklärwerk ist wie folgt aufgebaut:

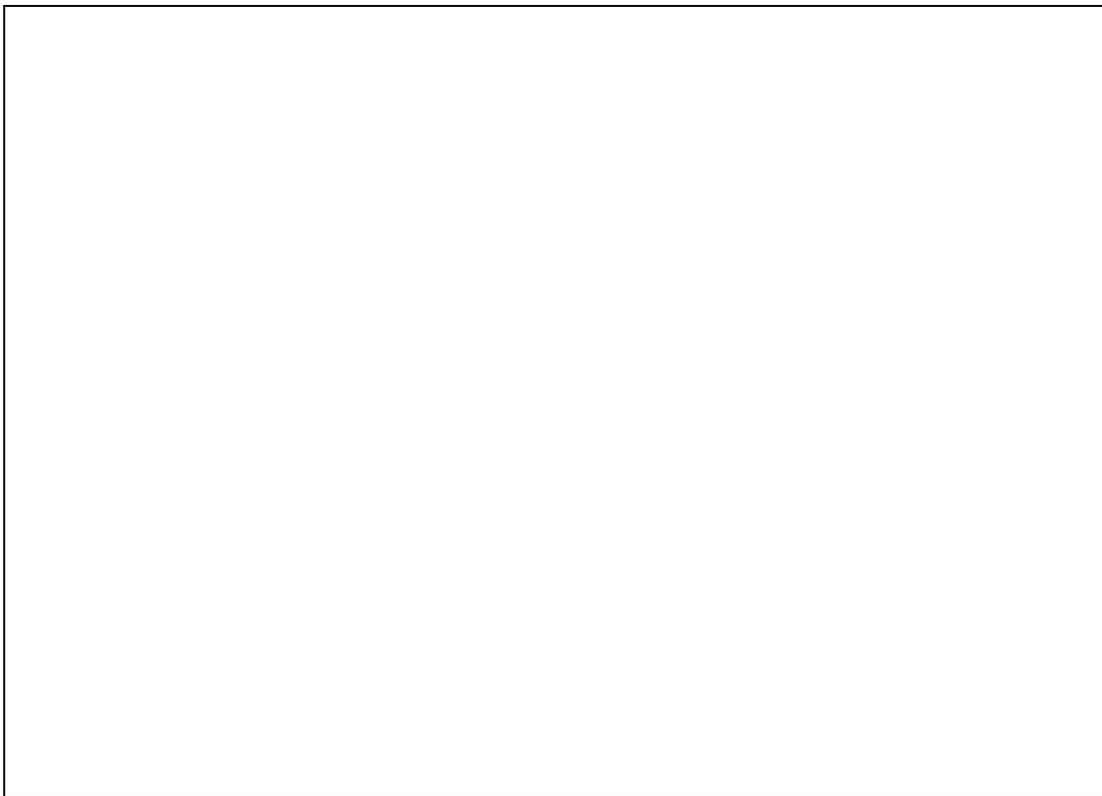
- Hebeanlage (HW)
- Rechengebäude mit Grob- und Feinrechen (RG)
- 1 belüfteter Langsandfang (SF)
- 1 Vorklärbecken mit 2 Kammern (VKB)
- 2 Belebungsbecken mit simultaner Denitrifikation rund (BB)
- 2 Nachklärbecken rund (NKB)
- Faulturm (FB)
- Schlammbehandlung mit Überschussschlammeindickung (ÜSE) und maschineller Faulschlammwässerung (MSE)
- Gasbehälter (GB)
- Gasverwertung mit Heizung (HZ) und Blockheizkraftwerk (BHKW).

Für die Arbeiten in der Abwasserentsorgung stehen eigene Mitarbeiter

- 1 Fachkraft für Abwassertechnik
- 1 Elektroinstallateur
- 1 Maschinenschlosser
- 2 ungelernete Hilfskräfte
- 1 Auszubildende im Beruf Fachkraft für Abwassertechnik

und Dienstleistungsunternehmen zur Verfügung.





Meisterprüfung 2009
Geprüfter Abwassermeister/Geprüfte Abwassermeisterin
Handlungsspezifische Qualifikationen
Technik

Prüfungsdatum: 19.-23.01.2009

Prüfungsort: Lauingen

Dauer: 240 Minuten

Hinweise:

- Diese Aufgabe umfasst einschließlich des Deckblattes **24** Seiten.
- Bei den folgenden Aufgaben ist entweder die richtige Antwort (**nur eine**) eindeutig anzukreuzen oder die Frage frei zu beantworten. Sind bei den Ankreuzfragen mehrere Antworten möglich, wird darauf gesondert hingewiesen. Es ist grundsätzlich davon auszugehen, dass für die frei zu beantwortenden Fragen die vorgesehenen Zeilen zur Beantwortung der jeweiligen Frage ausreichen.
- In diesem Prüfungsteil können insgesamt **156** Punkte bei **25** Fragen erreicht werden. Die Teilpunkte sind in Klammern bei der Frage angegeben.
- Es darf **nicht** mit Bleistift gearbeitet werden. (**Ausnahme: Zeichnungen**)
- Notwendige Erläuterungen, Gedankengänge, Nebenrechnungen usw. sind auf der Rückseite der Aufgabenblätter vorzunehmen.
- Hilfsmittel: gemäß Hilfsmittelregelung

Erreichte Punkte: _____

Festgesetzte Note: _____

	Erstprüfer	Zweitprüfer
Erreichte Punkte:	_____ : 1,56 _____	_____ : 1,56 _____
Note:	_____	_____
Unterschrift:	_____	_____

Notenstufen:		
100 - 92 Punkte = 1	80 - 67 Punkte = 3	49 - 30 Punkte = 5
91 - 81 Punkte = 2	66 - 50 Punkte = 4	29 - 0 Punkte = 6

Die Abwasserreinigungsanlage ARA A wurde vom Planer wie folgt ausgelegt:

45.000 EW ₆₀	1 EW entspricht 60 g BSB ₅ /d im Rohabwasser und 45 g BSB ₅ /d im Zulauf zur Biologie
Schmutzwasseranfall von Einwohnern	150 l/(E x d)
Fremdwasseranfall Q _f	15 % des täglichen Trockenwetterzulaufs
Mischwasseranfall Q _m	2 Q _s + Q _f

1. Als neuer Betriebsleiter der Abwasserreinigungsanlage ARA A wollen Sie wissen, wie Ihr Klärwerk ausgelastet ist. Berechnen Sie deshalb, für welche Belastungen Ihr Klärwerk ausgelegt ist! (Geben Sie bei allen Berechnungen die Dimensionen an!)

Bitte beachten Sie, dass es sich bei den folgenden Aufgaben 1 a) – g) um Auslegungs- bzw. Planungsdaten handelt!

a) Schmutzwasseranfall der Einwohner in m³/d gemäß Planung (1 P)

b) Roh-BSB₅-Fracht im Zulauf gemäß Planung (1 P)

c) Sedimentierte BSB₅-Fracht nach Vorklärung gemäß Planung (1 P)

- d) Fremdwasseranfall in l/s gemäß Planungsdaten (3 P)
- e) Geplanter maximaler Trockenwetterabfluss bei $Q_{t\ 14}$ in m^3/h (3 P)
- f) Geplanter Mischwasseranfall Q_m in m^3/h (1 P)
- g) Mit welchem prozentualen BSB_5 -Abbau in der Vorklärung hat der Planer gerechnet? (1 P)

2. Auf Grund von Messungen im Zulauf der Abwasserreinigungsanlage ARA A stellen Sie folgende Ist-Belastung der Anlage fest:

BSB₅-Zulauf 313 mg/l

Q_d 6.420 m³/d

Q_{min} 35 l/s

Ihnen ist bekannt, dass an die ARA A 29.000 Einwohner angeschlossen sind. Die Gewerbeflächen bringen laut Überwachungsprotokoll täglich 500 kg BSB₅ und 700 m³ Abwasser.

Geben Sie bei allen Berechnungen die Dimensionen an!

- a) Berechnen Sie den Fremdwasserzufluss in %, wenn Sie 0,5 l/s je 1.000 Einwohner als Nachtzufluss ansetzen können! (2 P)

- b) Was ist bezüglich der Abwasserabgabe zu beachten, wenn der Fremdwasseranteil größer als 25 % ist und welche Folge kann sich einstellen? (2 P)

- c) Berechnen Sie den spezifischen Schmutzwasseranfall je Einwohner in Liter pro Tag! (2 P)

- d) Berechnen Sie die spezifische Schmutzfracht im Rohabwasser in Gramm je Einwohner und Tag! (2 P)
- e) Auf Anfrage einer Bürgerinitiative sollen Sie ausrechnen, wie hoch die prozentuale Auslastung Ihres Klärwerks bezogen auf den Roh-BSB₅ wäre, wenn Sie das Abwasser der 3.000 Einwohner, die an die ARA B angeschlossen sind, zusätzlich in die ARA A aufnehmen würden. Nehmen Sie an, dass die Einwohner die gleiche spezifische Schmutzfracht bringen! (3 P)
- f) Der maximale Zulauf zur ARA A beträgt bei Trockenwetter 460 m³/h. Wie hoch ist die Aufenthaltszeit im VKB (Beckenvolumen 2 x 350 m³)? (1 P)

3. Die ARA A besitzt zwei Belebungsbecken mit je 4.000 m^3 Beckenvolumen. Sie stellen fest, dass in einem von den beiden Belebungsbecken bauliche Schäden vorhanden sind, für deren Reparatur Sie das Becken für einen Monat außer Betrieb nehmen müssen. Für die Arbeiten wählen Sie den Monat August, in dem wegen Betriebsferien aus den Gewerbeflächen keine Schmutzwasserableitung erfolgt. Die Schmutzwassermengen und Schmutzfrachten der Einwohner, die an die Anlage angeschlossen sind, nehmen nach Erfahrungen der letzten Jahre während der Betriebsferien um 25 % ab.

Die letzten mengenproportionalen Messungen des BSB_5 im Normalbetrieb ergaben im Zulauf Belebung einen Wert von 252 mg/l .

- a) Wie hoch ist der prozentuale Abbau an BSB_5 in der Vorklärung? (1 P)

Rechnen Sie damit, dass der Roh- BSB_5 aus dem Gewerbegebiet prozentual in gleichem Maße reduziert wird.

- b) Wie hoch ist die BSB_5 -Fracht in die Belebung während der Betriebsferien? (5 P)

- c) Berechnen Sie, mit welchem Trockensubstanzgehalt das während der Reparatur verbleibende Belebungsbeckenvolumen gefahren werden muss, um Kohlenstoffabbau, Nitrifikation und Denitrifikation zu gewährleisten! (2 P)
Rechnen Sie mit einer zulässigen Schlammbelastung von $0,07 \text{ kg BSB}_5/\text{kgTS}_{\text{BB}}$!

4. a) Welche Behörde haben Sie vor Inangriffnahme der Maßnahme der Aufgabe 3 zu unterrichten? (1 P)

- b) Nennen Sie **vier** Vorbereitungsmaßnahmen, die Sie vor der Außerbetriebnahme durchführen müssen! (4 P)

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. Nach dem Abschluss der Reparaturarbeiten und Wiederinbetriebnahme der Belebung rechnen Sie bei normalen Verhältnissen die tägliche Überschussschlammproduktion der ARA A nach.
Die abfiltrierbaren Stoffe am Ablauf-Vorklärbecken TS_0 betragen 213 mg/l.
Gehen Sie von einem Schlammalter von 15 Tagen aus!

- a) Ermitteln Sie rechnerisch die spezifische Überschussschlammproduktion in kg TS/kg BSB₅! (2 P)
Benutzen Sie hierzu die nachfolgende Tabelle!

Tabelle: spezifische Überschussschlammproduktion in kg TS/kg BSB₅ (aus A 131)

TS ₀ /BSB ₅	Schlammalter in Tagen					
	4	6	8	10	15	25
0,4	0,74	0,70	0,67	0,64	0,59	0,52
0,6	0,86	0,82	0,79	0,76	0,71	0,64
0,8	0,98	0,94	0,91	0,88	0,83	0,76
1,0	1,10	1,06	1,03	1,00	0,95	0,88
1,2	1,22	1,18	1,15	1,12	1,07	1,00

- b) Ermitteln Sie rechnerisch den täglichen Überschussschlammfall in kg TS/Tag! (1 P)

Sie messen den tatsächlichen täglichen Überschussschlammanfall $Q_{\text{ÜS}}$ mit $150 \text{ m}^3/\text{d}$ bei einem Trockensubstanzgehalt von $9,2 \text{ g/l}$ im Rücklaufschlamm, aus dem der Überschussschlamm abgezogen wird.

c) Rechnen Sie nach, ob die Menge mit dem rechnerischen Wert übereinstimmt! (1 P)

d) Berechnen Sie das Schlammalter Ihrer Belebung, wenn Sie dort im Mittel $3,1 \text{ g/l}$ Schlamm-TS einhalten! (1 P)

6. Ihre Überschussschlammwässerungseinrichtung ist in der Lage, den Überschussschlamm auf 5% TS einzudicken. (1 P)

Ermitteln Sie die Überschussschlammmenge, die Sie täglich dem Faulturm zuführen müssen!

7. a) Ermitteln Sie den theoretischen Sauerstoffverbrauch für den Abbau des BSB₅, wenn Sie im Zulauf zur Biologie 1.350 kg/d BSB₅ gemessen haben und die Abwassertemperatur 12°C beträgt! (2 P)

Gehen Sie von einem Schlammalter von 15 Tagen aus!
Benutzen Sie hierzu nachfolgende Tabelle!

Spezifischer Sauerstoffverbrauch OV_c in kg O₂/kg BSB₅ (A 131)

T °C	Schlammalter in Tagen					
	4	8	10	15	20	25
10	0,85	0,99	1,04	1,13	1,18	1,22
12	0,87	1,02	1,07	1,15	1,21	1,24
15	0,92	1,07	1,12	1,19	1,24	1,27
18	0,96	1,11	1,16	1,23	1,27	1,30
20	0,99	1,14	1,18	1,25	1,29	1,32

- b) Warum steigt der spezifische Sauerstoffverbrauch OV_c mit steigendem Schlammalter? (2 P)

- c) Was können Sie tun, um den damit verbundenen höheren spezifischen Sauerstoffverbrauch zu vermeiden und so Energie zu sparen? (2 P)

- d) Ihre Belebung benötigt deutlich mehr Sauerstoff, als Sie bei der Aufgabe 7 a) für den BSB_5 -Abbau errechnet haben. Was ist der Grund dafür? (3 P)

8. Aus betrieblichen Gründen müssen Sie den Überschussschlamm ohne Eindickung in den Zulauf zum belüfteten Sandfang zurückführen.

- a) Sie stellen fest, dass daraufhin Ihre $\text{NO}_3\text{-N}$ -Werte im Ablauf ansteigen. Was kann die Ursache sein? (3 P)

- b) Wenn diese Maßnahme länger andauern sollte, müssen Sie reagieren. Was könnten Sie unternehmen? (1 P)

9. Sie betreiben eine gezielte chemische Phosphorelimination mit Hilfe von Fe-III-Chlorid-Sulfat als Simultanfällung.

Sie haben im Zulauf zur Belebung aus einer mengenproportionalen Probe $8,5 \text{ mg/l P}_{\text{ges}}$ gemessen. Im Ablauf sind $0,1 \text{ mg/l P}_{\text{ges}}$ enthalten. Nehmen Sie an, dass ein Drittel der P-Fracht in der Belebung in den Belebtschlamm eingebaut wird. Sie geben täglich 1.000 kg Fällmittel mit $12,5 \% \text{ Fe}^{+++}$ zu.

- a) Berechnen Sie den Beta-Wert, wenn Sie die biologische P-Elimination mit einem Drittel der Zulaufmengen ansetzen! (5 P)

- b) Um den Beta-Wert zu verbessern, wollen Sie die vorhandene mengenproportionale Fällmitteldosierung in den Ablauf Belebung durch eine frachtproportionale Dosierung ersetzen. Welche Messung wäre neben den Durchflussmessungen noch erforderlich, um möglichst exakt zu dosieren? (2 P)
-

10. a) Skizzieren Sie, wie die Dosierstelle im Gerinne aussehen muss, um eine optimale Fällmittelverwertung zu erzielen und beschreiben Sie kurz, worauf es bei der Gestaltung ankommt! (4 P)

Skizze:

Beschreibung:

- b) Nennen Sie **drei** weitere Orte für mögliche Dosierstellen! (3 P)

1. _____

2. _____

3. _____

11. Sie werden darauf angesprochen, doch eine gezielte biologische P-Elimination einzusetzen. (4 P)

Nennen Sie **zwei** Vor- und **zwei** Nachteile der gezielten Bio-P-Elimination!

Vorteile:

1. _____

2. _____

Nachteile:

1. _____

2. _____

12. Im Einzugsgebiet Ihrer Abwasserreinigungsanlagen wird eine neue Wasserversorgung in Betrieb genommen. Die Folge davon ist, dass die Säurekapazität im Zulauf Ihrer Abwasseranlagen auf 4,0 mmol/l sinkt.

- a) Nennen Sie **drei** mögliche negative Folgen, die sich im Hinblick auf die Abwasserreinigung einstellen können! (3 P)

1. _____

2. _____

3. _____

- b) Nennen Sie **zwei** Chemikalien, die Sie einsetzen können, um die Säurekapazität wieder zu erhöhen! (2 P)

1. _____

2. _____

- c) In Aufgabe 8 a) ist angegeben, dass die $\text{NO}_3\text{-N}$ -Werte im Ablauf steigen. Ihr Klärwerk kann trotzdem die Ablaufwerte des Bescheids einhalten. (3 P)

Könnte die schwächere Denitrifikation dazu beitragen, die Nachteile der geringeren Säurekapazität wenigstens teilweise auszugleichen? Begründen Sie Ihre Antwort!

- d) Es wird Ihnen empfohlen, statt des zur P-Fällung eingesetzten sauren Fällmittels ein alkalisches zu verwenden. (2 P)

Welche **zwei** alkalischen Fällmittel kennen Sie?

1. _____

2. _____

- e) Worauf müssen Sie bei einer Umstellung unbedingt achten? (2 P)

13. Sie stellen eine gegenüber der Auslegung höhere BSB_5 -Fracht nach der Vorklärung fest. (2 P)

Welche Konsequenzen können sich für die Parameter $\text{NH}_4\text{-N}$ und $\text{NO}_3\text{-N}$ im Ablauf ergeben?

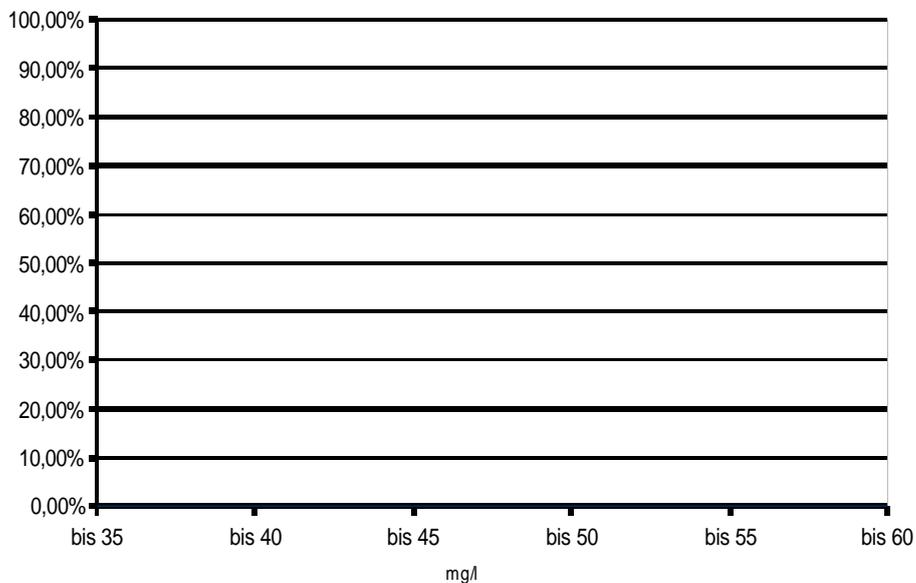
14. Im wasserrechtlichen Erlaubnisbescheid der ARA A ist als Überwachungswert für den Parameter CSB die Mindestanforderung von 90 mg/l festgelegt. Um zukünftig weniger Abwasserabgabe zu bezahlen, möchten Sie einen niedrigeren Überwachungswert im wasserrechtlichen Erlaubnisbescheid beantragen.

a) Entscheiden Sie anhand der nachstehenden Messergebnisse der Eigenüberwachung für den Parameter CSB [mg/l] mit einem Summenhäufigkeitsdiagramm, welchen Überwachungswert Sie ausreichend sicher einhalten können! (7 P)

38 25 30 38 57 42 48 38 27 30 44 46 38 40 41 62 36 42 43 42

Klassen mg/l	Häufigkeit	Summenhäufigkeit	Summenhäufigkeit %
bis 35			
36 bis 40			
41 bis 45			
46 bis 50			
51 bis 55			
größer 55			

Summenhäufigkeit in %



- b) Geben Sie eine kurze Begründung für die Wahl des von Ihnen gewählten Überwachungswerts für die Bescheidsänderung! (2 P)

- c) Die Bescheidsänderung kann einige Zeit dauern. Was können Sie tun, um schon vorher eine Verringerung der Abwasserabgabe zu erzielen und welche Bedingungen sind dafür zu erfüllen? (3 P)

15. Sie hatten im Vorjahr (2007) einen Fremdwasserzufluss von 36 %. Die Überwachungsergebnisse des WWA für N_{ges} waren: (5 P)

Datum	27. März	16. Mai	5. August	21. Oktober
Wert	23,4 mg/l	15,9 mg/l	12,3 mg/l	17,8 mg/l

In 2006 hatten Sie bei der Abwasserabgabe für den Parameter N_{ges} bei drei maßgeblichen Überwachungsergebnissen die Ermäßigung erhalten. Für 2007 hat das Landratsamt die Ermäßigung nicht gewährt.

Ist dies zu Recht geschehen oder sollten Sie Widerspruch einlegen?
Die Mindestanforderung ist 18 mg/l. Begründen Sie Ihre Antwort!

$$AW = MA \cdot \frac{100 - \text{Fremdwasseranteil}}{75}$$

16. Die Schlammmentwässerungsanlage der ARA A muss komplett erneuert werden. Sie sind somit ein Jahr lang nicht in der Lage, Ihren Schlamm selbst zu entwässern. Sie können den Faulschlamm zur Überbrückung der Ausfallzeit Ihrer Schlammmentwässerung in einem Stapelbecken mit 6.000 m^3 Volumen zwischengelagern. Der TS-Gehalt beträgt wegen einer Voreindickung 5,5 %. Das Stapelbecken ist demnächst voll und Sie holen sich drei Angebote für eine mobile Lohnpressung ein.

Angebot 1 Kammerfilterpresse mit Kalk- und Eisen III – Konditionierung

Angebot 2 Bandfilterpresse

Angebot 3 Dekanter

	TS-Gehalt im entw. Schlamm	Rüst- kosten Aufbau	Rüst- kosten Abbau	Mietpreis je m^3 Schlamm	Strom- verbrauch
Angebot 1	42 %	450,00 €	250,00 €	5,20 €	5,5 kWh
Angebot 2	29 %	400,00 €	200,00 €	3,80 €	4,4 kWh
Angebot 3	31 %	380,00 €	250,00 €	4,20 €	4,5 kWh

Die Stromkosten für den Betrieb der Mietanlagen haben Sie zu tragen. Die Ihnen vom EVU berechneten Strompreise belaufen sich auf $0,12 \text{ €/kWh}$.

Entwässerungshilfsmittel wie Polymere, Kalk und Eisen III-Chlorid sind in den Mietpreisen enthalten.

Berücksichtigen Sie allerdings eine Erhöhung der Schlammmenge des gepressten Schlammes bei der Kammerfilterpresse um 15 % aufgrund der eingesetzten Hilfsmittel.

Ihre Schlammmentsorgungskosten des gepressten Schlammes betragen $58,50 \text{ €/m}^3$.

- a) Berechnen Sie die Entsorgungskosten für jedes Angebot! (5 P)

Angebot 1:

Angebot 2:

Angebot 3:

- b) Berechnen Sie die Betriebskosten für jedes Angebot! (3 P)

Angebot 1:

Angebot 2:

Angebot 3:

- c) Berechnen Sie die Gesamtkosten für jedes Angebot! (3 P)

Angebot 1:

Angebot 2:

Angebot 3:

- d) In Ihrem Klärwerk fallen kalendertäglich 90 m^3 Faulschlamm mit 3,5 % TS an. Der Kämmerer möchte von Ihnen wissen, wie hoch die Jahreskosten für die Lohnentwässerung ausfallen werden. (3 P)

Berechnen Sie den voraussichtlichen Betrag, wenn Sie den Auftrag an den mindestnehmenden Anbieter geben, wobei Sie am besten über den auf TS bezogenen Preis rechnen!

17. Im Kanalnetz ist als Mischwasserbehandlungsanlage (MBA) vor dem Klärwerk ein Durchlaufbecken mit einer Drossel im Ablauf. (2 P)

Auf welchen Durchfluss in l/sec muss die Drossel auf den geplanten Mischwasseranfall eingestellt werden?

18. Beschreiben Sie kurz die Funktion eines Regenüberlaufbeckens! (5 P)

19. Wann ist es **nicht** sinnvoll, ein Fangbecken zu bauen? Geben Sie kurz den Grund an! (2 P)

20. a) Zwei Ihrer Mitarbeiter sollen das Regenüberlaufbecken kontrollieren. (2 P)

Wie oft muss nach der Eigenüberwachungsverordnung das Becken kontrolliert werden?

- b) Bevor Sie die Kollegen losschicken, machen Sie eine kurze Sicherheitsbelehrung. (4 P)

Auf welche Gefährdungen beim Einsteigen in unterirdische Bauwerke abwassertechnischer Anlagen weisen Sie hin?
Nennen Sie die **vier** wichtigsten Gefährdungen!

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

- c) Sie wurden von der Polizei informiert, dass aus einem Gewerbegebiet eine leicht entzündliche Flüssigkeit in den Kanal eingeleitet wurde. (4 P)

Welche Maßnahmen ergreifen Sie sofort? Nennen Sie **vier**!

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

21. Die vor dem Becken liegende MBA wird über ein Pumpwerk entleert. Die beiden installierten Pumpen gleicher Leistung fördern in eine gemeinsame Druckleitung. Eine Pumpe läuft sechs Stunden bis zur vollständigen Entleerung des Beckens. Ihre Kollegen schlagen vor, die beiden Pumpen gleichzeitig laufen zu lassen, um drei Stunden früher mit der Reinigung beginnen zu können. (3 P)

Haben die Kollegen Recht mit ihrer Vorstellung? Begründen Sie Ihre Antwort!

22. a) Das Fördervolumen der Pumpe soll kurzfristig auf die Hälfte gedrosselt werden. Sie können mangels anderer Möglichkeiten nur die Druckleitung mit einem Schieber eindrosseln. Das Fördervolumen sinkt, aber die manometrische Förderhöhe steigt erheblich an. Welchen Einfluss hat das auf den Elektromotor, wird er überlastet? (1 P)

- b) Welche zwei wesentlichen Nachteile ergeben sich durch die Drosselung? (2 P)

1. _____
2. _____

23. Sie haben schon bei Dienstantritt bemerkt, dass Ihre Mitarbeiter ziemlich demotiviert sind, weil sie von Ihrem Vorgänger sehr autoritär geführt und kleinlich kontrolliert wurden. (5 P)

Was können Sie unternehmen, um die Kollegen zu gewinnen und wieder zu motivieren? Überlegen Sie **zehn** Maßnahmen, die Sie vorschlagen, um das Betriebsklima wieder zu verbessern!

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

24. Sie denken daran, Managementsysteme einzuführen. (4 P)

Geben Sie **vier** Managementsysteme an!

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____

25. Wesentliche Merkmale des integrierten Managementsystems sind die kontinuierliche Weiterentwicklung und Verbesserung der Prozesse (KVP), sowie die laufende Optimierung der Unternehmensleistung mit Hilfe von Unternehmenszielen. Neben der Festlegung der Ziele stehen deren Verfolgung und Umsetzung sowie die Zielerreichung im Mittelpunkt. (4 P)

Welche Anforderungen werden an Ziele gestellt? Nennen Sie vier!

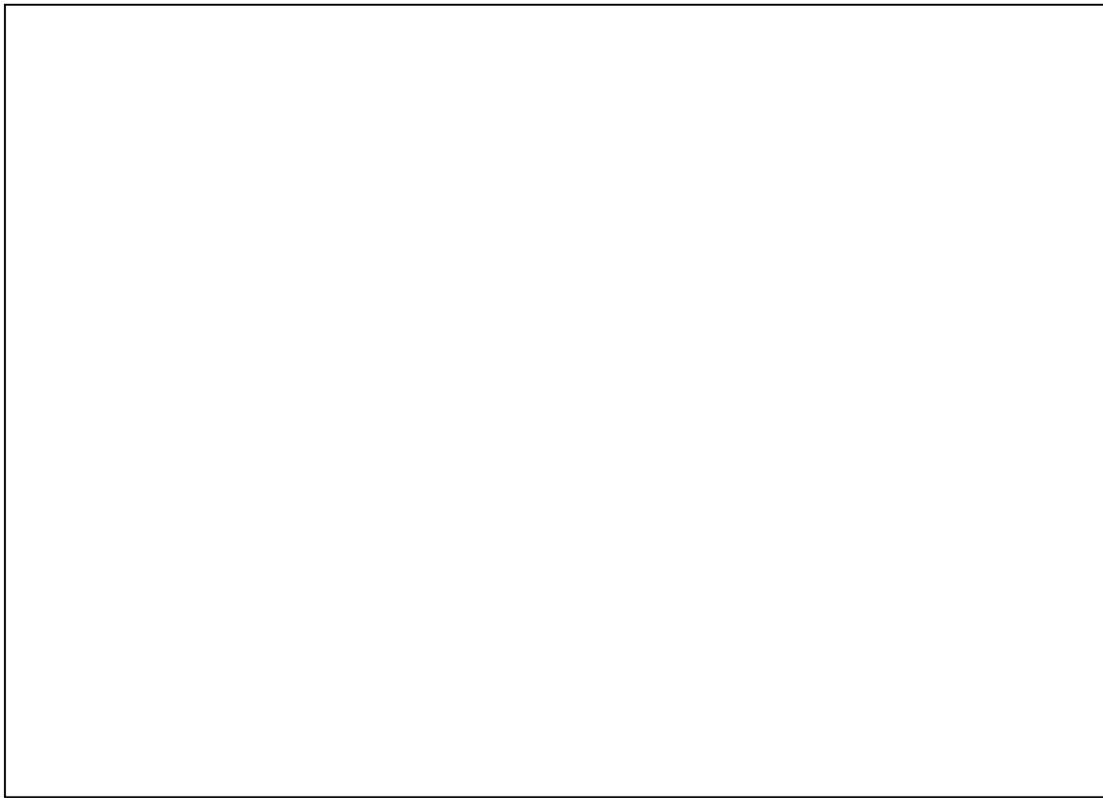
1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

Ende der Aufgabe (24 Seiten)



Meisterprüfung 2009
Geprüfter Abwassermeister/Geprüfte Abwassermeisterin
Handlungsspezifische Qualifikationen
Organisation

Prüfungsdatum: 19.-23.01.2009

Prüfungsort: Lauingen

Dauer: 180 Minuten

Hinweise:

- Diese Aufgabe umfasst einschließlich des Deckblattes **20** Seiten und eine Anlage.
- Bei den folgenden Aufgaben ist entweder die richtige Antwort (**nur eine**) eindeutig anzukreuzen oder die Frage frei zu beantworten. Sind bei den Ankreuzfragen mehrere Antworten möglich, wird darauf gesondert hingewiesen. Es ist grundsätzlich davon auszugehen, dass für die frei zu beantwortenden Fragen die vorgesehenen Zeilen zur Beantwortung der jeweiligen Frage ausreichen.
- In diesem Prüfungsteil können insgesamt **117** Punkte bei **22** Fragen erreicht werden. Die Teilpunkte sind in Klammern bei der Frage angegeben.
- Es darf **nicht** mit Bleistift gearbeitet werden. (**Ausnahme: Zeichnungen**)
- Notwendige Erläuterungen, Gedankengänge, Nebenrechnungen usw. sind auf der Rückseite der Aufgabenblätter vorzunehmen.
- Hilfsmittel: gemäß Hilfsmittelregelung

Erreichte Punkte: _____ **Festgesetzte Note:** _____

	Erstprüfer	Zweitprüfer
Erreichte Punkte:	_____ : 1,17 _____	_____ : 1,17 _____
Note:	_____	_____
Unterschrift:	_____	_____

Notenstufen:		
100 - 92 Punkte = 1	80 - 67 Punkte = 3	49 - 30 Punkte = 5
91 - 81 Punkte = 2	66 - 50 Punkte = 4	29 - 0 Punkte = 6

1. Neben den technischen Voraussetzungen der neu übernommenen Abwasserentsorgung in Musterhausen interessieren Sie auch die betriebswirtschaftlichen Gegebenheiten. Die regionalen Besonderheiten und sonstigen Rahmenbedingungen sind dem Abwasserentsorger, bei dem Sie bisher gearbeitet haben, sehr ähnlich, so dass beide gut miteinander vergleichbar sind. (3 P)

Sie stellen fest, dass Informationsdefizite bezüglich der betrieblichen Kostenstrukturen bestehen. Was unternehmen Sie?

2. Für den Vergleich von Unternehmen oder Entwicklungen werden oft Kennzahlen verwendet.

a) Welchen Vorteil bieten Kennzahlen? (2 P)

b) Welche Kennzahlenvergleiche kennen Sie, um Kennzahlen interpretieren zu können? (4 P)

Nennen Sie **zwei** Möglichkeiten und geben Sie **je ein** Beispiel dazu an!

1. _____

2. _____

c) Nennen Sie **eine** Grundvoraussetzung, auf die beim Kennzahlenvergleich zu achten ist und nennen Sie **ein** Beispiel! (2 P)

3. In letzter Zeit ist der Begriff "Benchmarking" ein Schlagwort geworden.

a) Was versteht man unter "Benchmarking"? (1 P)

b) Nennen Sie zwei wesentliche Ziele des "Benchmarking"! (2 P)

1. _____

2. _____

4. Um die Kostenkontrolle künftig besser durchführen zu können, führen Sie eine flexible Plankostenrechnung auf Vollkostenbasis ein. Allerdings weichen am Jahresende die von Ihnen geplanten Zahlen von den tatsächlichen Zahlen ab. Nennen Sie drei Ursachen, auf die die Abweichungen grundsätzlich zurückgeführt werden können! (3 P)

1. _____

2. _____

3. _____

5. Nennen Sie **zwei** Maßstäbe für die Berechnung von Abwassergebühren und erläutern Sie diese Begriffe! (4 P)

1. _____

2. _____

6. Ihnen stehen nun entsprechende Kostendaten zum Materialverbrauch zur Verfügung. Sie stellen fest, dass die Materialkosten bei Ihrem neuen Abwasserentsorger in Musterhausen wesentlich höher liegen als bei Ihrem bisherigen Abwasserentsorger.

Eine Ursache dafür ist, dass der Einkauf von Materialien in Musterhausen bis zu bestimmten Beträgen von den jeweils zuständigen Fachkräften, teilweise auch von den Hilfskräften gemacht wird. Die Materialkosten liegen bei Ihrem Abwasserbetrieb wesentlich höher, als bei durchschnittlichen Betrieben. Sie stellen fest, dass dies an der **bisherigen** Personalführung liegt.

- a) Nennen Sie **zwei** wesentliche Gründe, weshalb es aufgrund von schlechter Mitarbeiterführung zu einem überdurchschnittlichen Materialverlust kommen kann und erläutern Sie diese kurz! (4 P)

1. _____

2. _____

- b) Welche Führungsinstrumente können Sie einsetzen, um die oben analysierte Situation zu verbessern? (4 P)
Nennen Sie **vier** davon und erläutern Sie diese kurz!

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

- c) Nennen Sie **zwei** mögliche Ursachen für die hohen Materialkosten, die **nicht** auf die Mitarbeiterführung zurückzuführen sind und nennen Sie **je eine** Gegenmaßnahme! (4 P)

1. _____

2. _____

- d) Warum ist der preisgünstigste Lieferant nicht immer der wirtschaftlichste? Nennen Sie **zwei** Gründe! (2 P)

1. _____

2. _____

7. Zu einer geplanten Materialbestellung liegen Ihnen von verschiedenen Lieferanten Angebote vor. (3 P)
Um diese Angebote vergleichen zu können, möchten Sie den Einstandspreis berechnen. Wie wird der Einstandspreis (Bezugspreis) berechnet?

8. Die Abwasserentsorgung ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Großteil der Kosten auf die Investitionen in Anlagen und Kanalnetze entfällt, d.h. die Anlagenintensität ist sehr hoch.

a) Wie nennt man diese Kostenart? (1 P)

b) Der durchschnittliche Verbrauch an Frischwasser ist in den letzten Jahren immer mehr gesunken. Lag er im Einzugsgebiet unserer Musteranlage im Jahr 1990 noch bei 147 l pro Kopf, ist er mittlerweile auf 125 l pro Kopf zurückgegangen. Wie beeinflusst dieser Rückgang des Wasserverbrauchs die Kostenzusammensetzung und damit die Höhe der Gebühr? (3 P)

9. Nennen Sie die **drei** wesentlichen einschränkenden Bedingungen, denen die Kostenvergleichsrechnung unterliegt! (3 P)

- 1. _____

- 2. _____

- 3. _____

10. Was halten Sie von einer Restwertbetrachtung bei der Kostenvergleichsrechnung? (2 P)

11. Die ARA B des Ortsteils OT soll aufgelassen werden. In einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung nach LAWA soll festgestellt werden, ob eine Überleitung der Abwassermengen mittels Freispiegelleitung wirtschaftlicher ist, als eine Druckleitung. Berechnen Sie die Projektkostenbarwerte für beide Alternativen! (20 P)

Berücksichtigen Sie hierbei die progressiv steigenden Kosten für Energie, sowie die unterschiedliche Nutzungsdauer bei der Reinvestition von bestimmten Anlagenteilen.

Die Diskontierungsfaktoren für einmalige Kosten, DFAKE, die Diskontierungsfaktoren für gleichförmige Kostenreihen, DFAKR, sowie die Diskontierungsfaktoren für progressiv steigenden Kostenreihen, DFAKRP sind der **Anlage 1** zu entnehmen.

Zwischenwerte sind zu interpolieren!

Alternative 1 Freispiegelableitung

	Nutzungsdauer in Jahren	Kosten in €
Investitionskosten IK1		
Sammelkanäle:		
5.250 m DN 250 à 325 €/m	50,0	
Anschlussbauwerke:		
Einlaufschacht ARA Ortsteil	50,0	22.500,00
Einlaufschacht Hauptkläranlage	50,0	35.000,00
Summe Investitionskosten IK1:		
Laufende Kosten LK1		
Kanalwartung und Spülung:		
5.250 m à 1,85 €/m		
Verwaltungskosten		
5.250 m à 0,25 €/m		
Summe Laufende Kosten LK1:		

Alternative 2 Druckleitung

	Nutzungsdauer in Jahren	Kosten in €
Investitionskosten IK2		
Druckleitung:		
5.100 m DN 160 à 150 €/m	50,0	
Pumpwerk mit Druckluftspülung:		
Bauwerk:	50,0	45.000,00
Maschinen:	25,0	35.000,00
MSR-Technik:	12,5	22.000,00
Summe Investitionskosten IK2		
Laufende Kosten LK2		
Sach- und Personalkosten:		7.400,00
Verwaltungskosten:		1.500,00
Stromkosten:		7.500,00
Summe Laufende Kosten LK2		

Ermittlung des Projektkostenbarwerts

Für beide Alternativen ist ein realer Zinssatz von 3 % p.a. anzusetzen

Für Energiepreise ist eine progressive Steigerungsrate von 4 % anzusetzen

Alternative 1 Freispiegelableitung

Investk. IK1:	<input type="text"/>
Laufende Kosten LK1:	<input type="text"/>
Projektkostenbarwert PKBW1:	<input type="text"/>

Alternative 2 Druckleitung

Investk IK2	<input type="text"/>
Laufende Kosten LK2.1:	
Sach- Personal- Verwaltung	<input type="text"/>
Laufende Kosten LK2.2:	
Energie	<input type="text"/>
Reinvestitionskosten IKR:	
Maschinen:	<input type="text"/>
MSR- Technik:	<input type="text"/>
	<input type="text"/>
Projektkostenbarwert PKBW2:	<input type="text"/>

13. Nennen Sie **zwei** Vorteile des detaillierten Vorstellungsgespräches aus der Sicht des Arbeitgebers! (2 P)

1. _____

2. _____

14. In einem Pumpwerk kommt es wiederholt zu Betriebsstörungen. Letztmals ließ sich ein Zulaufschieber nicht mehr öffnen. Dies geschah offenbar bereits am Samstag. Im Laufe des Wochenendes floss daraufhin Rohabwasser in den Dorfbach. Erst am Montag wurde der Schaden durch das von Passanten informierte Wasserwirtschaftsamt publik. Der Schaden konnte erst nach Mittag von einer Fachfirma behoben werden. (8 P)
- Nennen Sie **vier technische** und **vier organisatorische** Maßnahmen, um künftig umweltgefährdende Ereignisse zu verhindern!

technische Maßnahmen:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

organisatorische Maßnahmen:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

15. Der motorisierte Schieber war so stark in „Zu“-Stellung gefahren, dass der Motor des Schiebers durchbrannte. (2 P)
Welche **beiden** Schutzeinrichtungen haben versagt?

1. _____

2. _____

16. Welche weitere Möglichkeit gibt es neben einem Elektroantrieb, um einen Schieber automatisch zu öffnen oder zu schließen? (2 P)

17. Nennen Sie **drei** möglich Folgen für eine laufende Pumpe, wenn der Schieber in Ihrer Zulaufleitung geschlossen ist! (3 P)

1. _____

2. _____

3. _____

18. In der ARA A sind die Räumschilde der Nachklärbecken stark korrodiert und müssen saniert werden.

a) Welche **beiden** Möglichkeiten der Sanierung haben Sie? (2 P)

1. _____

2. _____

b) Was beachten und veranlassen Sie im Vorfeld der Sanierung? (5 P)
Nennen Sie **fünf** Punkte!

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

c) Was veranlassen Sie während der Sanierung? (5 P)
Nennen Sie **fünf** Punkte!

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

5. _____

19. Nennen Sie **vier** wesentliche organisatorische Vorsorgemaßnahmen zur Verminderung der Auswirkung von Betriebsproblemen und Betriebsstörungen! (4 P)

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

20. Sie haben für die neu übernommene Abwasserentsorgung in Musterhausen alle explosionsgefährdeten Bereiche eingeteilt. Welche Verordnung war hierfür für Sie maßgebend? (1 P)

21. In welche **drei** Arten können organische Schmutzstoffe im Abwasser hinsichtlich ihrer biologischen Abbaubarkeit eingeteilt werden? (3 P)

1. _____

2. _____

3. _____

22. Sie haben in Ihrem Unternehmen eine neue persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz angeschafft. Sie wissen, dass der Unternehmer gemäß Unfallverhütungsvorschrift die Versicherten in deren Gebrauch zu unterweisen hat. Wann sind diese Unterweisungen durchzuführen? (3 P)

Ende der Aufgabe (20 Seiten)

Anlage 1 zu Aufgabe 11

KVR-Leitlinien

Finanzmathematische Umrechnungsfaktoren

Anlage 2.2-1

Diskontierungsfaktor für einmalige Kosten DFAKE(i;n)

Zinszeit- raum n in Jahren	Zinssatz i in Prozent						
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
1	0,98039	0,97561	0,97087	0,96618	0,96154	0,95694	0,95238
2	0,96117	0,95181	0,94260	0,93351	0,92456	0,91573	0,90703
3	0,94232	0,92860	0,91514	0,90194	0,88900	0,87630	0,86384
4	0,92385	0,90595	0,88849	0,87144	0,85480	0,83856	0,82270
5	0,90573	0,88385	0,86261	0,84197	0,82193	0,80245	0,78353
6	0,88797	0,86230	0,83748	0,81350	0,79031	0,76790	0,74622
7	0,87056	0,84127	0,81309	0,78599	0,75992	0,73483	0,71068
8	0,85349	0,82075	0,78941	0,75941	0,73069	0,70319	0,67684
9	0,83676	0,80073	0,76642	0,73373	0,70259	0,67290	0,64461
10	0,82035	0,78120	0,74409	0,70892	0,67556	0,64393	0,61391
11	0,80426	0,76214	0,72242	0,68495	0,64958	0,61620	0,58468
12	0,78849	0,74356	0,70138	0,66178	0,62460	0,58966	0,55684
13	0,77303	0,72542	0,68095	0,63940	0,60057	0,56427	0,53032
14	0,75788	0,70773	0,66112	0,61778	0,57748	0,53997	0,50507
15	0,74301	0,69047	0,64186	0,59689	0,55526	0,51672	0,48102
16	0,72845	0,67362	0,62317	0,57671	0,53391	0,49447	0,45811
17	0,71416	0,65720	0,60502	0,55720	0,51337	0,47318	0,43630
18	0,70016	0,64117	0,58739	0,53836	0,49363	0,45280	0,41552
19	0,68643	0,62553	0,57029	0,52016	0,47464	0,43330	0,39573
20	0,67297	0,61027	0,55368	0,50257	0,45639	0,41464	0,37689
21	0,65978	0,59539	0,53755	0,48557	0,43883	0,39679	0,35894
22	0,64684	0,58086	0,52189	0,46915	0,42196	0,37970	0,34185
23	0,63416	0,56670	0,50669	0,45329	0,40573	0,36335	0,32557
24	0,62172	0,55288	0,49193	0,43796	0,39012	0,34770	0,31007
25	0,60953	0,53939	0,47761	0,42315	0,37512	0,33273	0,29530
26	0,59758	0,52623	0,46369	0,40884	0,36069	0,31840	0,28124
27	0,58586	0,51340	0,45019	0,39501	0,34682	0,30469	0,26785
28	0,57437	0,50088	0,43708	0,38165	0,33348	0,29157	0,25509
29	0,56311	0,48866	0,42435	0,36875	0,32065	0,27902	0,24295
30	0,55207	0,47674	0,41199	0,35628	0,30832	0,26700	0,23138
31	0,54125	0,46511	0,39999	0,34423	0,29646	0,25550	0,22036
32	0,53063	0,45377	0,38834	0,33259	0,28506	0,24450	0,20987
33	0,52023	0,44270	0,37703	0,32134	0,27409	0,23397	0,19987
34	0,51003	0,43191	0,36604	0,31048	0,26355	0,22390	0,19035
35	0,50003	0,42137	0,35538	0,29998	0,25342	0,21425	0,18129
36	0,49022	0,41109	0,34503	0,28983	0,24367	0,20503	0,17266
37	0,48061	0,40107	0,33498	0,28003	0,23430	0,19620	0,16444
38	0,47119	0,39128	0,32523	0,27056	0,22529	0,18775	0,15661
39	0,46195	0,38174	0,31575	0,26141	0,21662	0,17967	0,14915
40	0,45289	0,37243	0,30656	0,25257	0,20829	0,17193	0,14205
41	0,44401	0,36335	0,29763	0,24403	0,20028	0,16453	0,13528
42	0,43530	0,35448	0,28896	0,23578	0,19257	0,15744	0,12884
43	0,42677	0,34584	0,28054	0,22781	0,18517	0,15066	0,12270
44	0,41840	0,33740	0,27237	0,22010	0,17805	0,14417	0,11686
45	0,41020	0,32917	0,26444	0,21266	0,17120	0,13796	0,11130
46	0,40215	0,32115	0,25674	0,20547	0,16461	0,13202	0,10600
47	0,39427	0,31331	0,24926	0,19852	0,15828	0,12634	0,10095
48	0,38654	0,30567	0,24200	0,19181	0,15219	0,12090	0,09614
49	0,37896	0,29822	0,23495	0,18532	0,14634	0,11569	0,09156
50	0,37153	0,29094	0,22811	0,17905	0,14071	0,11071	0,08720
55	0,33650	0,25715	0,19677	0,15076	0,11566	0,08884	0,06833
60	0,30478	0,22728	0,16973	0,12693	0,09506	0,07129	0,05354
65	0,27605	0,20089	0,14641	0,10688	0,07813	0,05721	0,04195
70	0,25003	0,17755	0,12630	0,08999	0,06422	0,04590	0,03287
75	0,22646	0,15693	0,10895	0,07577	0,05278	0,03684	0,02575
80	0,20511	0,13870	0,09398	0,06379	0,04338	0,02956	0,02018
85	0,18577	0,12259	0,08107	0,05371	0,03566	0,02372	0,01581
90	0,16826	0,10836	0,06993	0,04522	0,02931	0,01903	0,01239
95	0,15240	0,09577	0,06032	0,03808	0,02409	0,01527	0,00971
100	0,13803	0,08465	0,05203	0,03206	0,01980	0,01226	0,00760

Diskontierungsfaktor für progressiv steigende Kostenreihen DFAKRP(4;i;n)
Steigerungsrate r = 4 % p. a.

Zinszeit- raum n in Jahren	Zinssatz i in Prozent						
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
1	1,01961	1,01463	1,00971	1,00483	1,00000	0,99522	0,99048
2	2,05921	2,04412	2,02922	2,01452	2,00000	1,98567	1,97152
3	3,11919	3,08866	3,05863	3,02908	3,00000	2,97138	2,94322
4	4,19996	4,14850	4,09803	4,04854	4,00000	3,95238	3,90566
5	5,30192	5,22384	5,14753	5,07293	5,00000	4,92869	4,85894
6	6,42549	6,31492	6,20721	6,10227	6,00000	5,90032	5,80314
7	7,57109	7,42197	7,27719	7,13658	7,00000	6,86730	6,73835
8	8,73915	8,54522	8,35755	8,17589	8,00000	7,82966	7,66465
9	9,93011	9,68491	9,44840	9,22022	9,00000	8,78741	8,58213
10	11,1444	10,8413	10,5498	10,2696	10,0000	9,74058	9,49088
11	12,3826	12,0146	11,6620	11,3240	11,0000	10,6892	10,3910
12	13,6450	13,2050	12,7849	12,3836	12,0000	11,6333	11,2825
13	14,9321	14,4129	13,9187	13,4482	13,0000	12,5728	12,1655
14	16,2445	15,6385	15,0636	14,5180	14,0000	13,5079	13,0401
15	17,5826	16,8819	16,2195	15,5930	15,0000	14,4385	13,9064
16	18,9470	18,1436	17,3867	16,6732	16,0000	15,3646	14,7644
17	20,3381	19,4238	18,5652	17,7585	17,0000	16,2863	15,6143
18	21,7565	20,7227	19,7552	18,8491	18,0000	17,2036	16,4561
19	23,2027	22,0406	20,9567	19,9450	19,0000	18,1165	17,2898
20	24,6773	23,3777	22,1699	21,0462	20,0000	19,0250	18,1156
21	26,1808	24,7345	23,3948	22,1527	21,0000	19,9292	18,9336
22	27,7137	26,1111	24,6317	23,2646	22,0000	20,8291	19,7437
23	29,2767	27,5078	25,8805	24,3818	23,0000	21,7246	20,5462
24	30,8704	28,9250	27,1415	25,5044	24,0000	22,6159	21,3410
25	32,4953	30,3629	28,4147	26,6325	25,0000	23,5029	22,1282
26	34,1521	31,8219	29,7003	27,7659	26,0000	24,3857	22,9079
27	35,8413	33,3022	30,9983	28,9049	27,0000	25,2642	23,6802
28	37,5637	34,8042	32,3090	30,0494	28,0000	26,1385	24,4452
29	39,3199	36,3282	33,6324	31,1994	29,0000	27,0087	25,2029
30	41,1104	37,8745	34,9686	32,3549	30,0000	27,8747	25,9533
31	42,9361	39,4433	36,3178	33,5161	31,0000	28,7365	26,6966
32	44,7976	41,0352	37,6801	34,6828	32,0000	29,5942	27,4328
33	46,6956	42,6503	39,0557	35,8552	33,0000	30,4479	28,1620
34	48,6308	44,2891	40,4446	37,0332	34,0000	31,2974	28,8843
35	50,6040	45,9519	41,8470	38,2170	35,0000	32,1428	29,5997
36	52,6158	47,6390	43,2629	39,4064	36,0000	32,9843	30,3083
37	54,6671	49,3508	44,6927	40,6016	37,0000	33,8217	31,0101
38	56,7586	51,0876	46,1363	41,8026	38,0000	34,6551	31,7052
39	58,8912	52,8499	47,5939	43,0094	39,0000	35,4845	32,3938
40	61,0655	54,6379	49,0657	44,2220	40,0000	36,3099	33,0757
41	63,2825	56,4522	50,5518	45,4404	41,0000	37,1314	33,7512
42	65,5429	58,2929	52,0523	46,6648	42,0000	37,9489	34,4202
43	67,8477	60,1606	53,5674	47,8951	43,0000	38,7626	35,0829
44	70,1976	62,0556	55,0971	49,1313	44,0000	39,5723	35,7392
45	72,5936	63,9784	56,6418	50,3734	45,0000	40,3782	36,3893
46	75,0367	65,9293	58,2014	51,6216	46,0000	41,1802	37,0333
47	77,5276	67,9088	59,7762	52,8758	47,0000	41,9784	37,6710
48	80,0673	69,9172	61,3662	54,1361	48,0000	42,7728	38,3027
49	82,6569	71,9550	62,9717	55,4025	49,0000	43,5633	38,9284
50	85,2972	74,0226	64,5928	56,6749	50,0000	44,3501	39,5482
55	99,2960	84,8236	72,9374	63,1301	55,0000	48,2279	42,5594
60	114,722	96,4384	81,6950	69,7427	60,0000	52,0137	45,4299
65	131,721	108,928	90,8861	76,5166	65,0000	55,7100	48,1664
70	150,453	122,359	100,532	83,4557	70,0000	59,3186	50,7749
75	171,096	136,802	110,655	90,5641	75,0000	62,8417	53,2617
80	193,842	152,333	121,280	97,8458	80,0000	66,2813	55,6322
85	218,908	169,034	132,430	105,305	85,0000	69,6394	57,8920
90	246,530	186,994	144,133	112,946	90,0000	72,9179	60,0462
95	276,968	206,307	156,414	120,774	95,0000	76,1188	62,0997
100	310,510	227,074	169,303	128,792	100,000	79,2438	64,0573

Diskontierungsfaktor für gleichförmige Kostenreihen DFAKR(i;n)

Zinszeit- raum n in Jahren	Zinssatz i in Prozent						
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
1	0,98039	0,97561	0,97087	0,96618	0,96154	0,95694	0,95238
2	1,94156	1,92742	1,91347	1,89969	1,88609	1,87267	1,85941
3	2,88388	2,8602	2,82861	2,80164	2,77509	2,74896	2,72325
4	3,80773	3,76297	3,71710	3,67308	3,62990	3,58753	3,54595
5	4,71346	4,64583	4,57971	4,51505	4,45182	4,38998	4,32948
6	5,60143	5,50813	5,41719	5,32855	5,24214	5,15787	5,07569
7	6,47199	6,34939	6,23028	6,11454	6,00205	5,89270	5,78637
8	7,32548	7,17014	7,01969	6,87396	6,73274	6,59589	6,46321
9	8,16224	7,97087	7,78611	7,60769	7,43533	7,26879	7,10782
10	8,98259	8,75206	8,53020	8,31661	8,11090	7,91272	7,72173
11	9,78685	9,51421	9,25262	9,00155	8,76048	8,52892	8,30641
12	10,5753	10,2578	9,95400	9,66333	9,38507	9,11858	8,86325
13	11,3484	10,9832	10,6350	10,3027	9,98565	9,68285	9,39357
14	12,1062	11,6909	11,2961	10,9205	10,5631	10,2228	9,89864
15	12,8493	12,3814	11,9379	11,5174	11,1184	10,7395	10,3797
16	13,5777	13,0550	12,5611	12,0941	11,6523	11,2340	10,8378
17	14,2919	13,7122	13,1661	12,6513	12,1657	11,7072	11,2741
18	14,9920	14,3534	13,7535	13,1897	12,6593	12,1600	11,6896
19	15,6785	14,9789	14,3238	13,7098	13,1339	12,5933	12,0853
20	16,3514	15,5892	14,8775	14,2124	13,5903	13,0079	12,4622
21	17,0112	16,1845	15,4150	14,6980	14,0292	13,4047	12,8212
22	17,6580	16,7654	15,9369	15,1671	14,4511	13,7844	13,1630
23	18,2922	17,3321	16,4436	15,6204	14,8568	14,1478	13,4886
24	18,9139	17,8850	16,9355	16,0584	15,2470	14,4955	13,7986
25	19,5235	18,4244	17,4131	16,4815	15,6221	14,8282	14,0939
26	20,1210	18,9506	17,8768	16,8904	15,9828	15,1466	14,3752
27	20,7069	19,4640	18,3270	17,2854	16,3296	15,4513	14,6430
28	21,2813	19,9649	18,7641	17,6670	16,6631	15,7429	14,8981
29	21,8444	20,4535	19,1885	18,0358	16,9837	16,0219	15,1411
30	22,3965	20,9303	19,6004	18,3920	17,2920	16,2889	15,3725
31	22,9377	21,3954	20,0004	18,7363	17,5885	16,5444	15,5928
32	23,4683	21,8492	20,3888	19,0689	17,8736	16,7889	15,8027
33	23,9886	22,2919	20,7658	19,3902	18,1476	17,0229	16,0025
34	24,4986	22,7238	21,1318	19,7007	18,4112	17,2468	16,1929
35	24,9986	23,1452	21,4872	20,0007	18,6646	17,4610	16,3742
36	25,4888	23,5563	21,8323	20,2905	18,9083	17,6660	16,5469
37	25,9695	23,9573	22,1672	20,5705	19,1426	17,8622	16,7113
38	26,4406	24,3486	22,4925	20,8411	19,3679	18,0500	16,8679
39	26,9026	24,7303	22,8082	21,1025	19,5845	18,2297	17,0170
40	27,3555	25,1028	23,1148	21,3551	19,7928	18,4016	17,1591
41	27,7995	25,4661	23,4124	21,5991	19,9931	18,5661	17,2944
42	28,2348	25,8206	23,7014	21,8349	20,1856	18,7235	17,4232
43	28,6616	26,1664	23,9819	22,0627	20,3708	18,8742	17,5459
44	29,0800	26,5038	24,2543	22,2828	20,5488	19,0184	17,6628
45	29,4902	26,8330	24,5187	22,4955	20,7200	19,1563	17,7741
46	29,8923	27,1542	24,7754	22,7009	20,8847	19,2884	17,8801
47	30,2866	27,4675	25,0247	22,8994	21,0429	19,4147	17,9810
48	30,6731	27,7732	25,2667	23,0912	21,1951	19,5356	18,0772
49	31,0521	28,0714	25,5017	23,2766	21,3415	19,6513	18,1687
50	31,4236	28,3623	25,7298	23,4556	21,4822	19,7620	18,2559
55	33,1748	29,7140	26,7744	24,2641	22,1086	20,2480	18,6335
60	34,7609	30,9087	27,6756	24,9447	22,6235	20,6380	18,9293
65	36,1975	31,9646	28,4529	25,5178	23,0467	20,9510	19,1611
70	37,4986	32,8979	29,1234	26,0004	23,3945	21,2021	19,3427
75	38,6771	33,7227	29,7018	26,4067	23,6804	21,4036	19,4850
80	39,7445	34,4518	30,2008	26,7488	23,9154	21,5653	19,5965
85	40,7113	35,0962	30,6312	27,0368	24,1085	21,6951	19,6838
90	41,5869	35,6658	31,0024	27,2793	24,2673	21,7992	19,7523
95	42,3800	36,1692	31,3227	27,4835	24,3978	21,8828	19,8059
100	43,0984	36,6141	31,5989	27,6554	24,5050	21,9499	19,8479
unendlich	50,0000	40,0000	33,3333	28,5714	25,0000	22,2222	20,0000