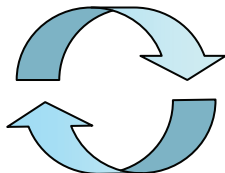


## „Umweltschutztechnik“ - Abwasserreinigungsanlage -

**Betrieb**

[Ausbildungsrahmenplan II.13](#)



**Berufsschule**

[Rahmenlehrplan](#)  
[Wahlpflicht - Lernfeld 6, 8](#)

### Inhalt

Betrieb der Abwasserreinigungsanlage TA 4000 .....	2
Grundsätzliches .....	2
I  Zweck .....	2
II Gültigkeitsbereich .....	2
III Allgemeines .....	2
IV Zuständigkeiten .....	2
Verfahren .....	3
1. Verfahrensübersicht .....	3
• Allgemeines .....	3
• Diskontinuierliche Stufen der Abwasserreinigung .....	3
• Kontinuierliche Stufen der Abwasserreinigung .....	3
2. Apparate .....	4
3. Chemikalien .....	6
• Rohabwasser .....	6
• Flockungsmittel .....	6
• Nährlösung .....	6
• Phosphorsäure .....	6
• Natronlauge .....	6
• Schwefelsäure .....	6
• Phosphorsäure .....	6
4. Sicherheitsvorkehrungen .....	6
5. Entsorgung .....	7
6. Qualitätssicherung .....	7
7. Sozialverträglichkeit .....	7
8. Ablauf .....	7
8.1 Vorbereitende Arbeiten .....	7
8.2 Normalbetrieb .....	8
8.3 Abfahren der Anlage .....	12
9. Registrierung .....	13
10. Protokollierung .....	13
11. analytische Überwachung .....	14
• Allgemeine Durchführung .....	14
• Als Kenngröße für den Verschmutzungsgrad des Rohabwassers und des Reinwassers dient der CSB-Wert des: .....	14
• Bestimmung des Volumenanteils der absetzbaren Stoffe (5) mit dem Imhofftrichter .....	14
• Bestimmung des Wassergehaltes und des Trockenrückstandes des Belebtschlammes .....	15
12. Literatur und Quellennachweis .....	15

## **Betrieb der Abwasserreinigungsanlage TA 4000**

### **Grundsätzliches**

#### **I Zweck**

Diese Arbeitsanweisung beschreibt und regelt die Vorgehensweise bei dem Anfahrbetrieb, Normalbetrieb und Abfahren der Abwasserreinigungsanlage TA 4000 in der Ausbildung Chemie.

#### **II Gültigkeitsbereich**

Die in dieser Arbeitsanweisung getroffenen Regelungen und Vorschriften gelten für die Projektarbeit des Jahres 1998 „Reinigung von industriellem und kommunalem Abwasser“ an der Abwasserreinigungsanlage TA 4000 in der Ausbildung Chemie.

#### **III Allgemeines**

Arbeitsanweisungen sind ein wichtiges Führungsmittel des Vorgesetzten. Sie dienen als Schulungsunterlagen zur Unterweisung der Mitarbeiter an ihren Arbeitsplätzen durch ihre direkten Vorgesetzten und erfahrenen Kollegen.

Mitarbeiter erfahren durch Selbststudium verteilter Arbeitsanweisungen neue betriebliche Regelungen.

- In Arbeitsanweisungen müssen alle Vorgänge, die Einfluss auf Anlagensicherheit, Sicherheit der Mitarbeiter, Umweltschutz, Sozialverträglichkeit, Qualität der Produkte, und Anlagenverfügbarkeit und dem technischen Zustand der Anlagen dokumentiert sein.
- Arbeitsanweisungen müssen allen betroffenen Mitarbeitern nachweislich bekannt und jederzeit zugänglich sein. Sie sollen an zentralen Stellen ausliegen oder persönlich zugeordnet sein.
- Arbeitsanweisungen müssen in klarer und verständlicher Sprache verfasst sein.
- Sie sind so begründet, dass jeder ihren Sinn verstehen und einsehen kann.
- Selbstverständliches muss nur ausnahmsweise gesagt werden. Was selbstverständlich ist und was nicht, hängt von der Qualifikation und dem Einarbeitungsgrad der Mitarbeiter ab.
- Besonderheiten sollen deutlich zum Ausdruck gebracht werden.

#### **IV Zuständigkeiten**

Zuständig für die Einhaltung der in dieser Anweisung getroffenen Regelungen und Vorschriften ist der TS-Meister/Ausbilder bzw. dessen Vertreter und der Betriebsleiter. Das Fahren der Abwasserreinigungsanlage darf ausschließlich nur durch vom Betrieb beauftragte Personen/ Auszubildenden erfolgen. Die Betriebsbeauftragten sind erstmalig vor Arbeitsaufnahme und dann mindestens einmal jährlich anhand der Arbeitsanweisung mündlich und arbeitsplatzbezogen über mögliche Gefahren und die erforderlichen Schutzmaßnahmen zu unterweisen. Die Unterweisung wird durch den TS-Meister/Ausbilder durchgeführt (z.B. Kurzgespräche vor Ort).

**Verfahren****1. Verfahrensübersicht**

- **Allgemeines**

Die Abwasserreinigung erfolgt in der Abwasserreinigungsanlage TA 4000 in zwei Schritten. Im ersten **diskontinuierlichen** Anlagen Teil (R+I-Kennzeichnung 100) erfolgt eine chemisch/ mechanische Vorbehandlung. In der nachgeschalteten zweiten Stufe (R+I-Kennzeichnung 200) erfolgt **kontinuierlich** die biologische Reinigung mit Nachklärung.

- **Diskontinuierliche Stufen der Abwasserreinigung**

**Flockung**

Aus der Rohabwasservorlage (B-100) wird das zu reinigende Abwasser mittels Membranpumpe (P-110) in den Fällrührbehälter (RB-120) zweipunktgeregelt gepumpt. Durch Einsatz eines Flockungsmittels werden aus der Vorlage (B-121) nicht gelöste organische Verbindungen verklumpt.

**Neutralisation**

Chargenweise wird der Fällbehälter (RB-120) in den Neutralisationsrührbehälter (RB-130) entleert. Durch Zudosierung von Säure aus der Vorlage (B-131) oder Lauge aus der Vorlage (B-132) wird ein pH-Wert von 7 eingestellt.

**Vorklärung**

Die Beschickung des Vorklärbehälters (X-140) erfolgt aus dem Neutralisationsreaktor (RB-130). Hier haben die gebildeten Flocken Gelegenheit sich abzusetzen.

**Bevorratung**

Das vorgeklärte Abwasser wird mittels Überlauf dem Mischer (RB-150) zugeführt, welcher dem Bioreaktor (BR-200) als Vorlage dient.

- **Kontinuierliche Stufen der Abwasserreinigung**

**Biologische Reinigung**

Der Bioreaktor (BR-200) wird über die Schlauchpumpe (P-150) kontinuierlich aus dem Mischer (RB-150) beschickt. Hier werden abbaubare organische Verbindungen durch Mikroorganismen zu Kohlendioxid und Wasser zersetzt (aerobe Abwasserreinigung).  

$$org\ Kohlenstoffverbindungen + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + Zellmasse\ Belebtschlamm$$

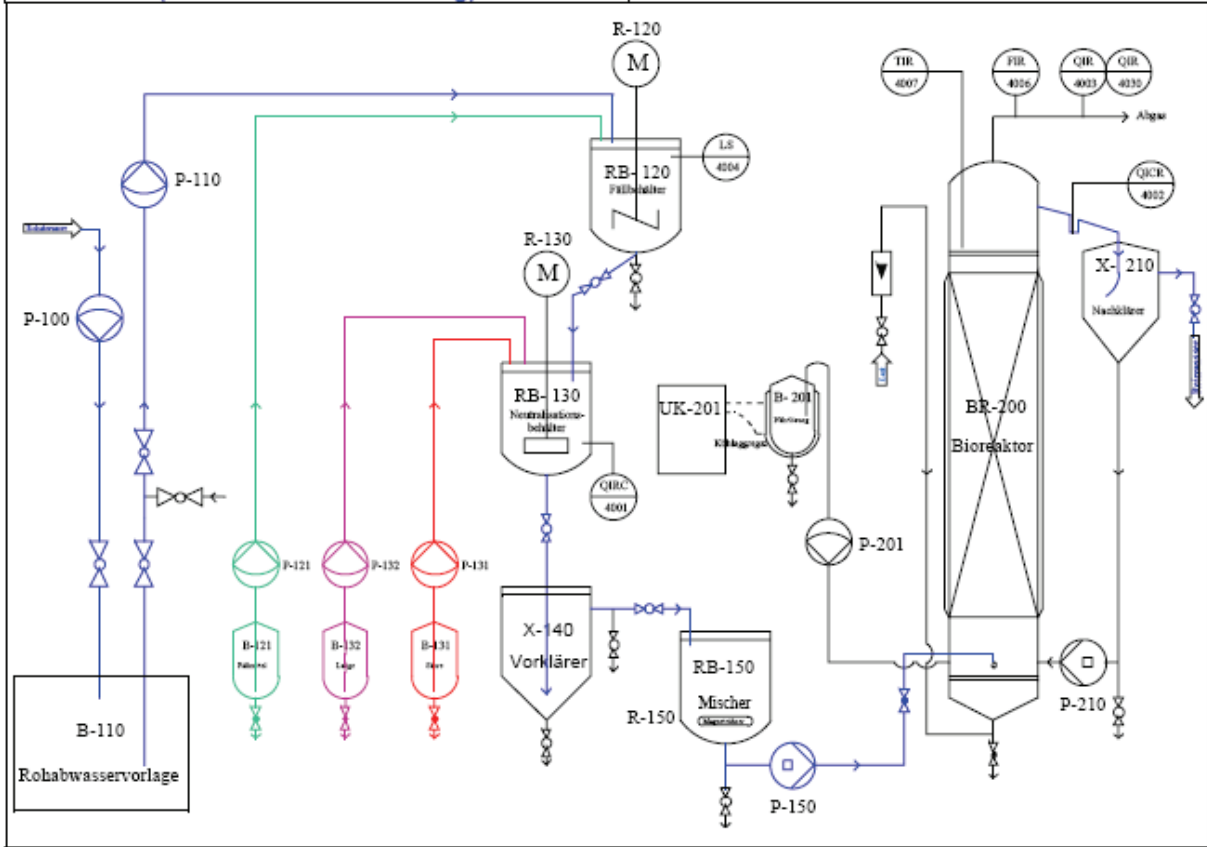
*Mikroorganismen* . ( ) + □" + + 2 2 2 Der hierfür benötigte Sauerstoff wird geregelt dem Druckluftnetz entnommen. Die dazu benötigte O<sub>2</sub>-Konzentrationsmessung ist in der Kopfabnahme des Bioreaktors installiert.

**Nachklärung**

Der Kopfablauf des Bioreaktors (BR-200) wird im Nachklärer (X-210) gesammelt. Der sich absetzende Schlamm wird über den Bodenauslauf mittels Schlauchpumpe (P-210) in den Bioreaktor zurückgeführt. Das Reinwasser wird am Überlauf aufgefangen bzw. gelangt in den FA-Kanal.

## 2. Apparate

Membranzulaufpumpe P-100	
<b>Rohabwasserratsbehälter B-110</b> (1000L Gitterbox)	
Membranzulaufpumpe P-120	
<b>Fällruhrbehälter RB-120</b> (30 L Glasbehälter mit Graduierung)	<b>Flockungsmittelvorlage B-121</b> (4L Glasgefäß mit Graduierung)
Rührwerk R-120	Membranenleerpumpe P121
Füllstandsüberwachung LIS-4004	
<b>Neutralisationsrührbehälter RB-130</b> (30L Glasbehälter mit Graduierung)	<b>Säurevorlage B-131</b> (4L Glasgefäß mit Graduierung)
Rührwerk R-120	Membranentleerpumpe P-131
pH-Wertregelung QIRC-4001	
	<b>Laugevorlage B132</b> (4L Glasgefäß mit Graduierung)
	Membranentleerpumpe P-132
<b>Vorklärer X-140</b> (30L Glasbehälter mit Graduierung)	
Mit Überlauf	
<b>Mischrührbehälter RB-150</b> (50 L Glasbehälter)	
Magnetrührer R-150	
Schlauchentleerpumpe P-150	
<b>Bioreaktor BR-200</b> (40L Glaskolonne)	<b>Nährlösungsvorlage B-201</b> (4L Glasgefäß mit Graduierung)
Mit Füllkörpern und Temperiermantel	Mit Temperiermantel
Sauerstoffregelung QIRC-4002	Membranentleerpumpe P-201
Temperatur TIR-4007	
Abgas:	Umlaufkühler W-201
• Durchfluss FIR-4006	
• CO <sub>2</sub> -Gehalt mit Abgas QIR-4003	
• CH <sub>4</sub> -Gehalt mit Abgas QIR-4030	
<b>Nachklärer X-210</b> (10L Glasgefäß)	
Schlauchpumpe P-210 (zur Schlammrückführung)	



### 3. Chemikalien

- **Rohabwasser**

Das einer Abwasserreinigungsanlage (Kläranlage) zugeführte Wasser heißt Rohabwasser. Es ist durch Gebrauch in seiner natürlichen Beschaffenheit verändertes Wasser und jedes in die Kanalisation gelangende Wasser (Kühlwasser, abfließender Regen).

Zur Mengenreduzierung gelangt das Hüls-Abwassers über eine Trennkanalisation, rote Kennzeichnung Fabrikationsabwasserkanal: **FAK**, grüne Kennzeichnung Regen- und Kühlabwasserkanal: **RKK**, zur Kläranlage.

- **Flockungsmittel**

Aluminiumsulfat-18-hydrat ; M ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ ) = 666,43 g/mol

- **Nährlösung**

Organische Bestandteile	Anorganische Bestandteile
Pepton	Dikalimhydrogenphosphat, $\text{K}_2\text{HPO}_4$
Fleischextrakt	Natrimchlorid, NaCl
Harnstoff, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	Calciumchlorid, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
	Magnesiumsulfat, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

- **Phosphorsäure**

25 %-ige ortho Phosphorsäure; M ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) = 98,00 g/mol

- **Natronlauge**

50 %-ige Natronlauge ; M (NaOH) = 40,00 g/mol

- **Schwefelsäure**

25 %-ige Schwefelsäure ; M = 98,08 g/mol

- **Phosphorsäure**

25 %ige ortho Phosphorsäure; M ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) = 98,00 g/mol

Die R- und S-Sätze sowie sonstige Sicherheitshinweise finden sich in den aktuell gültigen Betriebsanweisungen nach §20 der Gefahrstoffverordnung.

### 4. Sicherheitsvorkehrungen

Natronlauge, Schwefelsäure und Phosphorsäure wirken stark ätzend. Schutzbrille und Gummihandschuhe tragen. Bei Haut- oder Augenkontakt betroffene Stellen mit Wasser spülen. Bei Verätzungen der Haut sowie bei Augenkontakt auf jeden Fall Ambulanz aufsuchen.

## 5. Entsorgung

Die eingesetzten Chemikalien dürfen in diesen Mengen unbedenklich in den FA-Kanal gelangen.

## 6. Qualitätssicherung

Das gewissenhafte Führen des Fahrbuches mit der periodischen Messwertprotokollierung ruft den augenblicklichen Betriebszustand ins Bewusstsein. Zur Endkontrolle wird täglich der CSB-Wert im Reinwasser bestimmt.

Als zusätzliche Endkontrolle und wünschenswertes Ausbildungsziel ist eine BSB2-Bestimmung des Reinwassers erstrebenswert.

## 7. Sozialverträglichkeit

„Die Umweltproblematik hat es allen deutlich gemacht: Sauberes Wasser ist ein kostbarer und für die gesamte Natur unentbehrlicher Stoff, und verschmutztes Wasser bildet eine große Gefahr. In Ballungsräumen und Industrieanlagen fällt so viel Abwasser an, dass für seine gezielte Reinigung Sorge getragen werden muss. Diese geschieht in den biologischen Kläranlagen, wo es die Mikroorganismen sind, die den Gehalt des Abwassers an organischen Substanzen drastisch reduzieren. Dabei arbeiten die Atmer in Belebungsbecken und die Gärer in Faultürmen sozusagen Hand in Hand. Als Rendite zusätzlich zu dem sauberen Wasser liefern die Gärer Biogas, das zur Deckung des Bedarfs von Kläranlagen an Wärme und elektrische Energie beiträgt.“

(G. Gottschalk: Biotechnologie, vgs-Köln 1987, Seite 107)

## 8. Ablauf

### 8.1 Vorbereitende Arbeiten

- **Herstellen der Lösungen**

#### **Flockungsmittel**

Zur Herstellung von 4 kg einer ca. 5 %-igen Aluminiumsulfatlösung werden 3,6 kg VE-Wasser in einem 5 L Messbecher vorgelegt. Zum Ansäuern werden 50 mL 25 %-ige Schwefelsäure unter rühren zugegeben. Erst dann werden 0,4 kg Aluminiumsulfat,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ , zudosiert. Die hergestellte Lösung ist mittels Trichter über den Einfüllstutzen in die Flockungsmittelvorlage B-121 einzufüllen.

#### **Phosphorsäure**

Zur Herstellung von 4 kg einer 10 %-igen Phosphorsäure werden 2,4 kg VE-Wasser in einem 5 L Messbecher vorgelegt und unter rühren 1,6 kg 25 %-ige Phosphorsäure zugegeben. Die hergestellte Säure ist mittels Trichter über den Einfüllstutzen in die Säurevorlage B-131 einzufüllen.

#### **Natronlauge**

4 L 5 %-ige Natronlauge,  $\rho = 1,055 \text{ g/mL}$ , sollen aus VE-Wasser und einer 50 %-igen Natronlauge hergestellt werden. Die hergestellte Lauge ist mittels Trichter über den Einfüllstutzen in die Laugevorlage B-132 einzufüllen.

**Nährlösung**

In einem Liter Wasser werden die unten genannten Mengen gelöst.

<b>Organische Bestandteile</b>	<b>Anorganische Bestandteile</b>
160 mg Pepton	28 mg Dikaliumhydrogenphosphat , K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>
110 mg Fleischextrakt	7 mg Natriumchlorid, NaCl
30 mg Harnstoff, CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	4 mg Calciumchlorid, CaCl <sub>2</sub> * 2H <sub>2</sub> O
	2 mg Magnesiumsulfat, MgSO <sub>4</sub> * 7H <sub>2</sub> O

- **Rohabwasserübernahme**

Ca. 1000 Liter mechanisch vorgeklärtes, neutralisiertes Rohabwasser werden von der Kläranlage der Infracor GmbH in die Gitterbox B-100 übernommen. Aus dieser Gitterbox wird mittels pneumatisch betriebener Membranpumpe P-100 in die Rohabwasservorlage B-110 gefördert.

Bei der Rohabwasserübernahme ist eine Probe zuziehen, von welcher der CSB 1500 gemäß Kurzanleitung mit WTW Spektrometer zu bestimmen ist.

Da das Rohabwasser nicht homogen und stabil ist, ist dieser gemessene CSB-Wert bei einer späteren Probenahme nicht reproduzierbar bzw. mit weiteren Rohabwasserübernahmen vergleichbar.

Bei längerem Fahrbetrieb der Abwasserreinigungsanlage ist der Füllvorgang zu wiederholen.

- **Belebtschlammübernahme**

Zeitgleich werden ca. 20 L Belebtschlamm, dem Rücklaufschlamm der Kläranlage der Infracor GmbH entnommen, über den Belüftungstutzen, unter Zuhilfenahme eines Trichters, in den Nachklärer X-210 gefüllt. Die Rücklaufschlauchpumpe P-210 fördert mit geringem Durchsatz (Drehzahl  $n = 7 \text{ min}^{-1}$ ) diesen Belebtschlamm in den Bioreaktor BR-200. An dessen 30 L SIRAN - Hochleistungsträgern (Füllkörper) sollen die Mikroorganismen immobilisiert (anwachsen) werden.

## 8.2 Normalbetrieb

Diskontinuierlicher Teil der Abwasserreinigung

### 1. Stufe: Fällung/Flockung

**Fällung** Ein gelöster Stoff wird mittels geeigneter Zusätze als unlöslicher Niederschlag ausgeschieden.

**Flockung** Suspendierte Teilchen werden mittels geeigneter Zusätze zu größeren Einheiten zusammengeführt und können dann leicht mechanisch abgetrennt werden.

Zur Verringerung der organischen Fracht werden feinverteilte Schwebstoffe durch das Flockungsmittel verklumpt, gelöste Schwermetalle werden als Sulfate gefällt. Der entstandene Niederschlag wird in der 3. Stufe der Abwasserreinigung abgetrennt.

- Das mit einem Propellerrührer ausgestattet Rührwerk R-120 ist zuzuschalten, Drehzahl  $n = 266 \text{ min}^{-1}$ .
- Aus der Rohabwasservorlage B-110 wird mit der Rohabwasserzulaufpumpe (Membranpumpe) P-110 das Abwasser in den 30 L Fällrührbehälter RB-120 gepumpt.
  - Hierzu muss der Kugelhahn H-110/4 geschlossen sein und die Kugelhähne H-110/2 und H-110/3 geöffnet werden.
  - Die Membranpumpe P-110 ist an der örtlichen Warte zu zuschalten, ggf. ist zu überprüfen, ob mit dem Kippschalter an der Pumpe die automatische Steuerung angewählt ist.
  - Hub und Frequenz sind auf 100 % eingestellt.

Beim Anfahrvorgang kann es erforderlich sein, dass hierzu die Saugleitung zur Membranpumpe P-100 über den Seitenanschluss (Spülstutzen) mit dem Kugelhahn H-110/4 mit Trinkwasser gefüllt werden muss.

- Zur Ausflockung feinverteilter Schwebeteilchen wird aus der Flockungsmittelvorgabe B-121 mit der Fällmittelzulaufpumpe (Membranpumpe) P-121 Aluminiumsulfatlösung zu dosiert.
  - Die Membranpumpe P-121 ist an der örtlichen Warte zu zuschalten, ggf. ist zu überprüfen, ob mit dem Kippschalter an der Pumpe die automatische Steuerung angewählt ist.
  - Die Frequenz ist auf 100% angewählt, eine Hubverstellung ist nicht möglich.
- Der Fällrührbehälter B-120 ist mit der Füllstandsregelung LIR 4004 ausgestattet, welcher die Rohabwasserzulaufpumpe P-110 und die Fällmittelzulaufpumpe P-121 bei gesicherten Erreichen des Hochstandes, durch ein Zeitrelais gesteuert, um 30 Sekunden verzögert ausschaltet oder bei Unterschreitung sofort zuschaltet.

Der Schaltzustand der Füllstandsregelung wird optisch am örtlichen Leitstand angezeigt:

---

Das Leuchten der **roten** Lampe bedeutet, dass der Füllstand erreicht und die Nachlaufzeit abgelaufen ist, die Pumpen sind ausgeschaltet

---

Das Leuchten der **gelben** Lampe bedeutet, dass der Füllstand erreicht und das Zeitrelais abgelaufen ist.

---

Das Leuchten der **grünen** Lampe bedeutet, dass der Füllstand unterschritten ist, die Pumpen sind zugeschaltet.

## 2. Stufe: Neutralisation

Zur Durchführung der biologischen Reinigung des Abwassers muss dieses auf einen pH-Wert 7 eingestellt werden, da die Mikroorganismen des Belebtschlammes ein neutrales Milieu bevorzugen.

- Den Blattrührer R-130 mit der Drehzahl  $n = 50 \dots 750 \text{ min}^{-1}$  in Betrieb nehmen.
- Durch Öffnen des Bodenkugelhahnes H-120/1 wird der Inhalt des Fällrührbehälters RB-120 in den 30 L Neutralisationsrührbehälter RB-130 chargenweise übernommen.

Dieser Füllvorgang muss überwacht werden, da der Neutralisationsrührbehälter leicht überfüllt werden kann (ansprechen der Rohabwasserpumpe P-110, Neutralisationsreaktor nicht leer).

- Der Neutralisationsrührbehälter B-130 ist mit einer pH-Wert-Regelung ausgestattet.
  - Der Sollwert W 1 bestimmt den Einschaltpunkt für die Säurepumpe P-131, welche 10 %-ige Phosphorsäurelösung aus der Säurevorlage B-131 zudosiert.
  - Der Sollwert W 2 bestimmt den Einschaltpunkt für die Laugepumpe P-132, welche 5 %-ige Natriumhydroxidlösung aus der Laugevorlage B-132 zudosiert.

Das Flockungsmittel Aluminiumsulfat verschiebt den pH-Wert des Abwassers in den sauren Bereich.

## 3. Stufe: Vorklärung

Die Vorklärung dient dem Abtrennen der gefällten bzw. ausgeflockten Inhaltsstoffe des Rohabwassers.

- Der Neutralgestellte Inhalt des Behälters RB-130 wird zur Vermeidung von Verwirbellungen nur langsam über den Kugelhahn H-130/1 in den 30 L Vorklärer X-140 abgelassen. Hier haben die Flocken Gelegenheit sich abzusetzen.

### Bevorratung

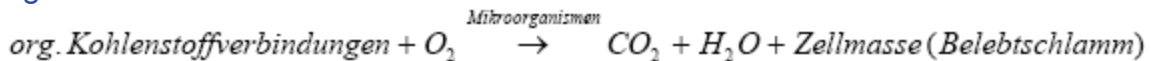
Aus dem diskontinuierlich zu befüllende Vorlagerührbehälter RB-150 wird mittels Schlauchpumpe P-150 der Bioreaktors BR-200 kontinuierlich versorgt. Damit stellt der RB-150 die Schnittstelle zwischen diskontinuierlichen und kontinuierlichen Anlagenteil da.

- Das geklärte Wasser gelangt über den Überlauf zum 50 L Vorlagerührbehälter RB-150, das mit einem Magnetrührwerk ausgestattet ist, welches ein Verstopfen des Auslaufstutzens durch Sedimente verhindert.
- Drehzahl des Magnetrührers R-150 ( $n = 100 - 1000 \text{ min}^{-1}$ ), wird auf  $100 \text{ min}^{-1}$  gestellt.
- Zur Füllung des Vorlagerührbehälters RB-150 und dessen kontinuierlicher Entleerung werden die Teilschritte Fällung, Neutralisation und Vorklärung wiederholt ausgeführt.
-

#### 4. Stufe : Biologische Reinigung

In der biologischen Reinigungsstufe werden organische, gelöste Substanzen, also Stoffe, die einen biologischen Sauerstoffbedarf (BSB) haben, durch Mikroorganismen (Pilze, Bakterien und Algen) entfernt.

Etwa die Hälfte der organischen, gelösten Verunreinigungen wird zu Kohlenstoffdioxid veratmet, die andere Hälfte wird für das Zellwachstum der Mikroorganismen benötigt.



Dies wird mit einer im Vergleich zu natürlichen Gewässern extrem hohen Mikroorganismenkonzentration von 2 bis 8 mg/L erreicht. Dazu ist die Schaffung optimaler Wachstumsbedingungen erforderlich.

Außer dem, bei der Stufe der Neutralisation, erarbeiteten pH-Wert (6 - 8,5), sind vor allem der Sauerstoffgehalt (2-3 mg/L), die Temperatur (5 - 33 °C), eine gute Durchmischung von Verunreinigung und Biomasse, sowie ein ausreichendes Nährstoffangebot mit Phosphaten und Stickstoffverbindungen nötig.

$$\text{BSB} : \text{N} : \text{P} = 100 : 5 : 1$$

- Der Bioreaktor BR-200 wird über den Sumpf mit der elektrisch betriebenen Reaktorzulaufpumpe (Schlauchpumpe) P-150 bei einem Zulauf von 3 L/h ( $n = 25 \text{ min}^{-1}$ ) aus dem Vorlagerührbehälter RB-150 mit Abwasser beschickt.

Für den **Feiertags- und Wochenendbetrieb** ist der Zulauf zum Bioreaktor an die Kapazität der Mischvorlage RB-150 anzupassen. Dazu wird die Drehzahl der Reaktorzulaufpumpe auf  $7 \text{ min}^{-1}$  (ca. 1 L/h) reduziert.

- Die Abwasserreinigungsanlage ist im Technikum der Ausbildung Chemie aufgebaut, wo eine Raumtemperatur von ca. 20°C gewährleistet ist. Deshalb kann im Allgemeinen auf eine Temperierung des Bioreaktors verzichtet werden.
- Die Kolonne ist mit 30 L SIRAN-Hochleistungsträger gefüllt, wo die Mikroorganismen angesiedelt sind. Diese benötigen für die aerobe Abwasserreinigung Sauerstoff, der geregelt dem Druckluftnetz entnommen wird.
  - Die Druckluft wird am Druckminderer von ca. 4,7 bar auf 0,5 bar reduziert.
  - Die O<sub>2</sub>-Konzentrationsmessung ist im seitlichen Ablauf des Reaktorkopfes installiert. Die O<sub>2</sub>-Konzentration dient dem Regelventil V-200/4 als Führungsgröße.
  - Der Sollwert für die gemessene Sauerstoffkonzentration, wird auf 2,2 mg/L am Leitgerät in der Messtafel eingestellt.
  - Der vom Regelventil V-200/4 freigegebene Luftdurchsatz kann am KROHNESchwebekelmesser abgelesen werden.
  - Zur besseren Verteilung wird die Luft dem Bioreaktor BR-200 über eine Sinterplatte am Boden zugeführt.

Die aerobe (aero gr. Luft) Abwasserreinigung ist ein Verfahren mit Mikroorganismen, das für den Abbau organischer Verbindungen, Sauerstoff benötigen.

- Das Volumen und der Volumenstrom des am Reaktorkopf entweichenden Abgases wird mittels Gasuhr erfasst, der Volumenstrom registriert.

- Eben an dieser Stelle wird die CO<sub>2</sub> und CH<sub>4</sub> -Konzentration online bestimmt.

Eine Nährlösungszugabe aus der Nährmittelvorlage B-201 über die Nährmittelzulaufpumpe (Membranpumpe) P-201 erfolgt nur auf Anweisung des Ausbilders. Wenn Nährlösung angesetzt ist, muss diese mittels Umlaufkühler W-201 (Temperaturbereich -10 bis 40°C) kühl gelagert werden.

### 5. Stufe: Nachklärung

Die mechanische Nachklärung dient der Entfernung einer Teilmenge des Belebtschlammes, des so genannten Überschussschlammes, um die Belebtschlammkonzentration konstant zu halten. Die Hauptmenge des Belebtschlammes wird wieder in die biologische Reinigung zurückgeführt.

- Der Kopfablauf des Bioreaktors BR-200 wird im Nachklärer X-210 gesammelt.
- Der sich absetzende Schlamm wird über den Bodenauslauf mittels elektrisch betriebener Rückschlammpumpe (Schlauchpumpe) P-210 in den Bioreaktor zurückgeführt.
  - Drehzahl  $n = 25 \text{ min}^{-1}$ .
- Das Reinwasser wird am Überlauf aufgefangen bzw. gelangt in den FA-Kanal.

#### → siehe 8. Analytische Überwachung

Einmal täglich ist vom aufgefangenem Reinwasser der CSB 160 gemäß Kurzanleitung mittels WTW Photometer MPM 2010 zu bestimmen ist. Am Gerät erfolgt eine gesonderte Einweisung durch den Ausbilder.

- Am Kugelhahn H-210/2 wird der Überschussschlamm abgezogen.

#### → siehe 8. Analytische Überwachung

Hier können Schlammproben für mikroskopische Untersuchungen und zur Bestimmung des Schlammvolumens gezogen werden.

### 8.3 Abfahren der Anlage

- Zur Freistellung einzelner Apparate oder der gesamten Abwasserreinigungsanlage wird der Inhalt der betroffenen Behälter in den FAK gespült und diese mit VE-Wasser nachgereinigt.
- Ebenso ist mit den freizustellenden Leitungen mit deren Pumpen zu verfahren.
- Algen lassen sich mit verdünnter Säure entfernen.
- Zu beachten ist, dass die Sonden der pH-Wertmessung QIRC 4001 im Neutralisationsreaktor RB-130, sowie die Sauerstoffkonzentrationsmessung QICR 4002 im Siphon des Bioreaktorkopfablaufs nicht trocken stehen bleiben.

**9. Registrierung****Schreiber 1**

	Messbereich
pH-Wert QIRC 4001 im Neutralisationsrührbehälter RB-130	0 bis 14
Temperatur TIR 4007 im Bioreaktor BR-200	0 bis 100 °C
Durchfluss FIR 4006 im Abgas des Bioreaktors BR-200	0 bis 150 L/h

**Schreiber 2**

	Messbereich
CO <sub>2</sub> - Volumenanteil QIR 4003 im Abgas des Bioreaktors BR-200	0 bis 10000 ppm
CH <sub>4</sub> - Volumenanteil QIR 4030 im Abgas des Bioreaktors BR-200	0 bis 2 %
O <sub>2</sub> -Massenkonzentration QICR 4002 im Überlauf des Bioreaktors BR-200	0 bis 10 mg/L

**10. Protokollierung**

## Fahrbuch Abwasseraufbereitungsanlage - Messwerverfassung

Datum / Uhrzeit					Zeitintervall	
Neutralisationsrührbehälter		QIRC 4001	pH-Wert Soll/Ist	0-14	stündlich	
Bioreaktor BR 200	Umlauf	QIRC 4002	O <sub>2</sub> -Gehalt Soll/Ist	0 - 10 mg/L	stündlich	
	Abgas	QIR 4003	CO <sub>2</sub> -Gehalt	L/h	stündlich	
		QIR 4030	CH <sub>4</sub> -Gehalt	L/h	stündlich	
		FIR 4006	Durchfluss	L/h	stündlich	
	Wasserfluss	FQI 4006				stündlich
		SI 200	Zulauf	Min 1	stündlich	
		SI 201	Umlauf	Min 1	stündlich	
		Offline	Ablauf	L/h	stündlich	
Bemerkungen						

## Fahrbuch Abwasseraufbereitungsanlage - Analytik

Datum / Uhrzeit				Zeitintervall
Abwasser	pH-Wert	0-14		wöchentlich
	CSB 1500	100-1500	mg/L	wöchentlich
	PO <sub>4</sub> 3--P	0,05-1,50	mg/L	wöchentlich
Reinwasser	pH-Wert	0-14		täglich
	NH <sub>4</sub> + /NH <sub>3</sub>	0,5-10	mg/L	täglich
	NO <sub>2</sub> --N	0,006-0,460	mg/L	täglich
	NO <sub>3</sub> --N	-22,6	mg/L	täglich
	CSB 160	15-160	mg/L	täglich
Auswertung	CSB		mg/L	täglich
			%	täglich
Bemerkungen				

## 11. analytische Überwachung

Zur analytischen Überwachung dient das WTW Photometer MPM 2010 mit dem zugehörigen WTW Thermoreaktor CR 3000. Dieses Gerät ist ausgestattet zur Bestimmung des chemischen Sauerstoffbedarfs CSB 160 und CSB 1500. Ferner können auch die Konzentrationen von Nitrit-Stickstoff (NO<sub>2</sub>-N), Nitrat-Stickstoff (NO<sub>3</sub>-N) und ortho-Phosphat-Phosphor (PO<sub>4</sub>-P) bestimmt werden.

### • Allgemeine Durchführung

Ein bestimmtes Volumen einer Wasserprobe wird mittels Vollpipette der Reaktionsküvette, in der sich eine Reagenz befindet, zugegeben, gemischt, ev. beheizt und nach einer festgelegten Reaktionszeit photometrisch gemessen.

Am Gerät erfolgt eine gesonderte Einweisung durch den Ausbilder.

### • Als Kenngröße für den Verschmutzungsgrad des Rohabwassers und des Reinwassers dient der CSB-Wert des:

#### - Rohabwassers aus der Rohabwasservorlage B-110

Bei der Rohabwasserübernahme ist der CSB 1500 gemäß Kurzanleitung C2/25 mittels WTW Photometer MPM 2010 zu bestimmen ist.

#### - Reinwassers vom gesammelten Ablauf des Nachklärers X-210

Einmal täglich ist vom aufgefangenem Reinwasser der CSB 160 gemäß Kurzanleitung C1/25 mittels WTW Photometer MPM 2010 zu bestimmen ist.

Der chemische Sauerstoffbedarf; CSB, ist ein Maß für die Summe aller organischen Stoffe im Wasser, einschließlich der schwer abbaubaren. Der CSB gibt an, wie viel Sauerstoff zur vollständigen Oxidation der organischen Stoffe durch Chemikalien benötigt wird. Hierzu bestimmt man den Verbrauch der Wasserprobe an Kaliumdichromat als Oxidationsmittel in schwefelsaurer Lösung unter Verwendung von Silbersulfat als Katalysator.

### • Bestimmung des Volumenanteils der absetzbaren Stoffe<sup>5)</sup> mit dem Imhofftrichter

Zur Überwachung der Flockung wird der Volumenanteil der absetzbaren Stoffe im Abwasser vor und nach der Behandlung im Fällbehälter RB-120 bestimmt.

Dazu werden jeweils 1L Proben vom Rohabwasser und vom behandelten Abwasser in dem Imhofftrichter gegeben. Nach zwei Stunden wird die Lage der Trennfläche abgelesen (Einheit: mL/L)

Absetzbare Stoffe sind ungelöste Stoffe, deren Dichte > 1 g/mL ist. Sie können im flüssigen (z.B. Bitumen, Trichlorethylen) und im festen (z.B. Sand, Bakterien) Aggregatzustand vorliegen.

Störende Einflussfaktoren: Turbulenzen durch Lichteinfall; Temperaturunterschied Probe zur Raumtemperatur; Geräte, die Schwingungen erzeugen.

- **Bestimmung des Wassergehaltes und des Trockenrückstandes des Belebtschlammes**

Während des dreitägigen Ausbildungsblockes ist eine Bestimmung des Wassergehaltes und des Trockenrückstandes des Belebtschlammes aus dem Nachklärer X-210 gemäß DIN 38414 Teil 2, Seite 3, selbständig durchzuführen.

## **12. Literatur und Quellennachweis**

- 1) Jenaer Glaswerke Anlagendokumentation zur Abwasseraufbereitungsanlage TA 4000, 1996
- 2) Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen, Carl Heymanns, 1994
- 3) G. Gottschalk: Biotechnologie, vgs-Köln, 1987
- 4) VCI: Umwelt und Chemie von A bis Z, Herder Freiburg, 1993