

E 27.11.19



Stadt Abensberg – Stadtwerke, Bad Gögginger Weg 2, 93326 Abensberg

Landratsamt Kelheim  
Abtlg. Wasserrecht  
Postfach 14 62  
93303 Kelheim

**Stadt Abensberg  
Stadtwerke**

**Bauhof  
Freibad  
Gillamoos  
Kläranlage  
Tiefgarage  
Wasserwerk**

Bad Gögginger Weg 2  
93326 Abensberg

**Abwasserbeseitigung der Stadt Abensberg  
Tektur zum Wasserrechtsantrag der Kläranlage Abensberg 25000 EW**

Sachbearbeiter:  
Herr Schmid

Zimmer: 10

Tel.-Nr.:  
09443/91891-60

Abensberg, 21.11.2019

Ihr Zeichen/vom:

Unser Zeichen:  
IV/40

Anlage: Antrag 4-fach

Sehr geehrte Damen und Herren,

in Anlage erhalten Sie die Tektur zum Wasserrechtsantrag in 4-facher Ausfertigung mit der Bitte um weitere Bearbeitung.

Steuernummer:  
132/114/78017  
FA Landshut

USt-IdNr.: DE204223835

Mit freundlichen Grüßen

Pilz

Öffnungszeiten:

Montag-Freitag 8.00 – 12.00 Uhr  
Donnerstag 13.00 – 17.30 Uhr

Telefonvermittlung:

09443/91891-0  
Telefax: 09443/9189189

Internet:  
www.abensberg.de  
e-mail:  
daniela.pilz@abensberg.de

**Stadtwerke Abensberg**



**Tektur zum Wasserrechtsantrag  
der Kläranlage Abensberg  
25 000 EW**

**INHALTSVERZEICHNIS**

- A. Erläuterungsbericht**
- B. Verfahrenstechnische Berechnungen**
- C. Auf die Planbeilagen wurde nach Rücksprache mit dem WWA verzichtet,  
weil es im Vergleich zum Antrag vom 22.03.2017 keine Veränderungen in  
den Planunterlagen gibt.**

**Stadtwerke Abensberg**



**Wasserrechtsantrag  
der Kläranlage Abensberg  
25 000 EW**

**A. Erläuterungsbericht**

Vorhabensträger: Stadtwerke Abensberg  
Bad Gögginger Weg 2  
93326 Abensberg

erstellt: Landshut, 18.11.2019  
Ferstl Ing. GmbH  
Am Alten Viehmarkt 5  
84028 Landshut

## Inhaltsverzeichnis

1.	VORHABENSTRÄGER	3
2.	ZWECK DES VORHABENS	4
3.	BESTEHENDE VERHÄLTNISSE	5
3.1	Allgemeines	5
3.2	Hydrologische Daten	6
3.3	Geologische, bodenkundliche und morphologische Grundlagen	7
3.4	Bestehende AW-Anlage / Bauzustand	7
3.5	Bestehende Wasserversorgung	7
4.	AUSBAUGRÖÖE FÜR DIE VERFAHRENSTECHNISCHE BERECHNUNG	8
5.	BESCHREIBUNG DER KLÄRANLAGE	9
5.1	Allgemeines:	9
5.2	Konstruktive Gestaltung der baulichen Anlagen	10
5.2.1	Trennbauwerk RÜB 3	10
5.2.2	Rechen/Sandfang	10
5.2.3	Vorlagebehälter	10
5.2.4	SBR-Reaktor	11
5.2.5	Ausgleichsbecken	11
5.2.6	Schlamm Lagerung	11
5.2.7	Schlammverdickung/Schlammabwasserung	12
5.2.8	Schlammabfuhr	12
5.3	Art und Leistung der Betriebseinrichtungen	13
5.3.1	Zulaufdrosselung	13
5.3.2	Rechen/Sandfang	13
5.3.3	Zwischenhebepumpwerk	13
5.3.4	Gebälse	13
5.3.5	Belüftungseinrichtung	13
5.3.6	Mischer	14
5.3.7	Klarwasserdekanter	14
5.3.8	Überschussschlammpumpe	14
5.3.9	Messung/Regelung	14
5.4	E-Technik	15
5.4.1	Zusammenfassung	15
5.4.2	Störungsüberwachung	15
6.	RECHTSVERHÄLTNISSE:	16

## 1. Vorhabensträger

Vorhabensträger sind die Stadtwerke Abensberg, Landkreis Kelheim vertreten durch den 1. Bürgermeister Dr. Uwe Brandl.

Die Postanschrift lautet:

Stadtwerke Abensberg  
Bad Gögginger Weg 2  
93326 Abensberg

**Die im Vergleich zu Antrag von 2017 geänderten und ergänzten Passagen wurden gelb hinterlegt.**

Der Vorhabensträger hat mit Antrag vom 22.03.2017 die Erteilung der wasserrechtlichen Genehmigung beantragt und mit Bescheid vom 15.12.2017 Nr. 44-641-AB 1 die gehobene Erlaubnis hierfür erhalten. Zum Zeitpunkt der Antragstellung war man davon ausgegangen, dass durch die Schmutzfrachtberechnung des Büros „S<sup>2</sup>“ eine Reduzierung der Zulaufwassermenge von 153 l/s auf 120 l/s zur Kläranlage möglich ist.

Nach Erteilung der wasserrechtlichen Genehmigung für die Kläranlage hat sich aber bei der Detailierung der Schmutzfrachtberechnung herausgestellt, dass diese Reduzierung der Mischwassermenge zur Kläranlage nur möglich ist, wenn zusätzlicher Stauraum im Mischkanalsystem der Stadt errichtet wird, der Kosten in fast 7-stelliger Höhe verursacht hätte.

Nachdem die maximale Mischwassermenge im Bescheid bis zum 31.12.2019 ohnehin auf 153 l/s (550 m<sup>3</sup>/h) festgelegt war, kann diese Menge auch durch die Kläranlage verarbeitet werden.

Hinzu kommt, dass das bisher stillgelegte und im Antrag von 2017 nicht berücksichtigte Vorklärbecken der Kläranlage wieder teilweise in Betrieb genommen werden soll, um mit der dort anfallenden Rohschlammmenge die Gasproduktion zu steigern und den Energieverbrauch der Kläranlage zu reduzieren. Dadurch wird die biologische Stufe entlastet und die Ausbaugröße von 25.000 EW auch durch die jetzt langfristig höhere Mischwassermenge nicht beeinträchtigt. Die entsprechenden Nachweise finden sie im **Teil B Verfahrenstechnisch Berechnung**.

Die nun relativ kurzfristige Beantragung der Tektur wurde durch die erst jetzt abgeschlossene Auswertung des Versuches mit der Stadt Riedenburg beeinflusst. Hätte sich hier eine wirtschaftliche Option durch den Transport von Rohschlamm aus der Kläranlage Riedenburg zur Kläranlage Abensberg ergeben, hätten wir das in die Tektur mit aufgenommen. Da sich hieraus leider keine wirtschaftlichen und ökologischen Vorteile ergeben, bleibt dies unberücksichtigt.

## **2. Zweck des Vorhabens**

Zweck des Vorhabens ist die vorschriftsgemäße Entsorgung und Reinigung der im Stadtgebiet Abensberg anfallenden kommunalen und gewerblichen Abwässer.

Wichtigste Planungsvorgaben sind:

- das Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
- die Abwasserverordnung (AbwasserVO), insbesondere Anhang 1 zu dieser,
- das Abwasserabgabengesetz (AbwAG), Merkblatt Nr. 4.4/22 BayLFW
- die Verordnung zur Eigenüberwachung von Abwasseranlagen (EÜV)
- die Klärschlammverordnung (AbfKlärV)
- die DWA Merk- und Arbeitsblätter A 131, A 198 und M 210

### **3. Bestehende Verhältnisse**

#### **3.1 Allgemeines**

Die Abwasserbehandlungsanlage der Stadt Abensberg befindet sich westlich von Abensberg auf dem stadteigenen Grundstück Fl. Nr. 2216/4 der Gemarkung Abensberg.

Die Einleitungsstelle in die Abens befindet sich 65 m westlich der Kläranlage. Die Ableitung erfolgt durch einen Kanal DN 600.

In der Anlage werden die Abwässer der Stadt Abensberg, sowie der Ortsteile behandelt.

Die Entwässerung des Hauptortes erfolgt im Mischsystem. Eine Schmutzfrachtberechnung der Entlastungseinrichtungen wird derzeit vom Ingenieurbüro S 2 erstellt. Die relevanten Bemessungsdaten wurden abgestimmt.

Die Kläranlage am jetzigen Standort wurde im Jahre 1968 als Tropfkörperanlage mit Faulbehälter in Betrieb genommen und 1995 durch eine 2 straßige SBR Anlage erweitert und den gestiegenen Reinigungszielen angepasst. Die 1995 errichtete Anlage wird in wesentlichen Teilen weiterbetrieben. In den letzten ca. 10 Jahren wurden einige Betriebsteile geändert, neu errichtet oder außer Betrieb genommen. Eine Beschreibung dieser Betriebsteile erfolgt im weiteren Text. Die Beantragung der wasserrechtlichen Erlaubnis erfolgt auf die Ausbaugröße von 25 000 EW (bisher 24 800 EW). Die Verfahrensbeschreibung und –Berechnung erfolgte im Teil B.

### 3.2 Hydrologische Daten

Die Berechnung des Mischungsverhältnisses  $MNQ/Q_{T,AM}$  für die Abens zeigt, dass die Bedingungen für die Anforderungsstufe 2 gegeben (Merkblatt Nr. 4.4/22 Bay. LfU) sind.

Es ergeben sich demnach folgende Anforderungswerte an den Kläranlagenablauf

$$CSB \leq 90 \text{ mg/l}$$

$$BSB_5 \leq 20 \text{ mg/l}$$

$$NH_4\text{-N} \leq 10 \text{ mg/l}$$

$$N_{ges} \leq 18 \text{ mg/l}$$

$$P_{ges} \leq 2 \text{ mg/l}$$

Vorfluter ist die Abens. Das Einzugsgebiet der Abens beträgt im Bereich der Einleitungsstelle ca. 359 km<sup>2</sup> (Werte vom Pegel Aunkofen).

$$MNQ = 1,75 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$MQ = 2,87 \text{ m}^3/\text{s}$$

Gewässerfolge: Abens – Donau – Schwarzes Meer



### **3.3 Geologische, bodenkundliche und morphologische Grundlagen**

Abensberg liegt im östlichen Randeinflußbereich der Fränkischen Alb. Im Bereich des Kläranlagengeländes ist mit Ablagerungen der Abens zu rechnen. Insbesondere sind hier Einflüsse der oberen Auenstufe, die überwiegend aus Schlufflehm und Feinsanden besteht und dem Holozän des Quartärs zugehörig ist, zu erwarten. Darunter stehen Niederterrassenschotter des jüngeren Pleistozäns an. Großflächig ist mit Malm des oberen Jura zu rechnen.

### **3.4 Bestehende AW-Anlage / Bauzustand**

Die Ausbaugröße beträgt laut Entwurfsunterlagen **24 800** EW.

Der Bauzustand der Kläranlage ist gut, da in den letzten 10 Jahren diverse Anlagenteile saniert wurden.

### **3.5 Bestehende Wasserversorgung**

Die Kläranlage ist an die zentrale Wasserversorgungsanlage der Stadtwerke angeschlossen. Die Versorgung innerhalb der Anlage erfolgt über eine Brauchwasseranlage, die 2013 erneuert wurde.

#### **4. Ausbaugröße für die verfahrenstechnische Berechnung**

Aus den Zulaufmessungen der Eigenüberwachung der letzten 10 Jahre wurde die derzeitige Belastung der Anlage ermittelt (siehe Teil B).

## 5. Beschreibung der Kläranlage

### 5.1 Allgemeines:

Die Kläranlage der Stadt Abensberg wurde 1995 von einer 2-straßigen Tropfkörperanlage mit Faulturm um eine 2-straßigen SBR-Anlage auf den jetzigen Anlagenzustand erweitert. Im Jahr 2001 wurde der Faulturm teilweise saniert und stärker in den Prozess eingebunden. Aufgrund von Problemen mit einem, für SBR-Anlagen ungewöhnlich hohen Schlammindex wurde Anfang Juli 2009 die Betriebsweise der Anlage umgestellt. Die Tropfkörper wurden außer Betrieb genommen, so dass die Abwasserreinigung seither nur noch über die beiden SBR-Reaktoren erfolgt.

Im April 2011 wurde dann das Vorklärbecken außer Funktion genommen, da durch die Rohschlammmentnahme zu wenig Kohlenstoff für eine gesicherte Denitrifikation vorhanden war. Der Faulturm wurde ab diesem Zeitpunkt nur noch mit Überschussschlamm beschickt.

Die in den letzten beiden Jahren durchgeführten Messungen lassen eine Entnahme von bis zu 15 % der Kohlenstofffracht zu, ohne dass es zu Problemen mit der Denitrifikation kommen wird. Vorgesehen ist aber nur eine Entnahme von 10%.

## 5.2 Konstruktive Gestaltung der baulichen Anlagen

### 5.2.1 Trennbauwerk RÜB 3

Im vor der Kläranlage angeordneten Trennbauwerk wird das Abwasser bei Überschreitung der maximalen Zulaufmenge von 153 l/s über das Trennbauwerk in das 2002 errichtete RÜB 3 eingeleitet. Dieses Wasser aus dem RÜB 3 wird bei geringem Zulauf wieder der Kläranlage zugeführt. Die Zuflussregelung erfolgt durch je einen Plattenschieber vor den beiden Kompaktanlagen.

### 5.2.2 Rechen/Sandfang

Die beiden bestehenden Rechen (Kompaktanlagen der Fa. Huber SE mit Rechen, Sand und Fettfang) können die geforderte hydraulische Leistung erfüllen und werden weiterverwendet.

Der anfallende Sand wird in einem Sandwäscher gereinigt.

### 5.2.3 Vorlagebehälter

Das Abwasser fließt, nach Rechen und Sandfang mechanisch vorgereinigt, kontinuierlich dem „Vorlagebehälter“ zu und wird von dort mittels Kreiselpumpen, in die SBR-Reaktoren gepumpt. Der Vorlagebehälter hat ein nutzbares Volumen von ca. 200 m<sup>3</sup>. Für eine klassische Stoßbeschickung der SBR Reaktoren ist dies zu wenig, weshalb die Reaktoren mit Inbetriebnahme 1995 kontinuierlich beschickt werden. Das bis 2011 genutzte Vorklärbecken (war seither nur Vorlage) wird durch die Inbetriebnahme des Vorklärbeckenräumers wieder aktiviert. Es hat dann eine Doppelfunktion (Vorklärbecken und Vorlage).

#### 5.2.4 SBR-Reaktor

Die biologische Abwasserreinigung erfolgt nach dem SBR-Prinzip in den SBR-Reaktoren.

Nach dem Befüllen mit Rohabwasser wird der Abwasserzufluss unterbrochen. Es wird nun mittels Gebläsen (extern im Betriebsgebäude untergebracht) und einer Membranbelüftung Luft eingeblasen.

Das Schlammwassergemisch reinigt das Abwasser.

Nach der Belüftungsphase wird mittels Rührwerke das Abwassergemisch gerührt. In dieser Phase erfolgt der Abbau von Nitrat zu elementarem Stickstoff.

Anschließend wird auch das Rühren eingestellt, das Abwassergemisch „entmischt“ sich, das klare gereinigte Abwasser wird von der Oberfläche mittels eines Klarwasserdekanter abgezogen. Der belebte Schlamm verbleibt im Becken und wird nach erneuerter Befüllung mit Rohabwasser wieder biologisch wirksam.

Die SBR-Reaktoren haben je ein Volumen von 2 540 m<sup>3</sup> bei minimalem und 4 190 m<sup>3</sup> bei maximalem Wasserspiegel.

#### 5.2.5 Ausgleichsbecken

Das in der Klarwasserphase entnommene, gereinigte Abwasser wird schwallweise in das Ausgleichsbecken abgelassen, von wo aus es gleichmäßig der Abens zugeführt wird. Das Ausgleichsbecken hat ein Volumen von 1 100 m<sup>3</sup>.

#### 5.2.6 Schlammlagerung

Eine Schlamm Lagerung erfolgt zukünftig nicht mehr, da der anfallende ÜSS über die Schneckenpresse entwässert und wöchentlich entsorgt wird. Die drei Schlammstapelbehälter dienen nur noch als Reserve, sollte die Schlamm entwässerung defekt sein.

### **5.2.7 Schlammeindickung/Schlamm entwässerung**

Für die Schlammeindickung und Entwässerung wurde 2016 ein neues Gebäude errichtet. Dort wird über einen Scheibeneindicker der ÜSS eingedickt, bevor er in den Faulturm gepumpt wird.

Der aus dem Faulturm verdrängte Schlamm wird über die Siebschneckenpresse kontinuierlich entwässert und anschließend in einem Abrollcontainer zwischengelagert.

### **5.2.8 Schlamm entsorgung**

Die Entsorgung des entwässerten Schlammes erfolgt wöchentlich zu einer Klärschlamm trocknung und anschließender Verbrennung.

### **5.3. Art und Leistung der Betriebseinrichtungen**

#### **5.3.1 Zulaufdrosselung**

Die Zulaufdrosselung erfolgt über die beiden Schieber vor den Rechen. Die Umstellung erfolgt am PLS.

#### **5.3.2 Rechen/Sandfang**

Die vorhandenen Rechen sind ausgelegt für eine Durchsatzleistung je von 100 l/s.

#### **5.3.3 Zwischenhebepumpwerk**

Das Zwischenhebepumpwerk ist im Betriebsgebäude angeordnet.

Die Förderleistung der drei Pumpen beträgt je 78 l/s.

Im Regenwetterbetrieb laufen zwei Pumpen gleichzeitig.

#### **5.3.4 Gebläse**

Die Aufstellung der 3 Schraubengebläse erfolgt im Keller. Alle 3 werden je über Frequenzumformer betrieben.

Die Gebläse sind ausgelegt auf eine Luftleistung von je ca. 33 Nm<sup>3</sup>/min. bei einem Differenzdruck von 690 mbar. Die Motorleistung beträgt je 55 KW.

#### **5.3.5 Belüftungseinrichtung**

Die Belüftung des SBR-Reaktors ist als feinblasige Plattenbelüftung ausgeführt. Sie ist in kleinen Teilbereichen einzeln absperbar. Die Luftdurchsatzmenge beträgt maximal 66 Nm<sup>3</sup>/min.

### 5.3.6 Mischer

Um im Reaktor während der Denitrifikationsphase eine ausreichende Durchmischung zu erzielen, sind Rührwerke erforderlich. Beim Bau der Anlage wurden hier schwimmende Mittelmischer mit einer Antriebsleistung von je 25,1 KW eingebaut. Diese wurden 2011 durch dreiflügelige Horizontalrührwerke mit je 4,2 KW ersetzt.

### 5.3.7 Klarwasserdekanter

Der Klarwasserdekanter entnimmt am Ende eines Reinigungszyklus das gereinigte Abwasser in einer Tiefe von rd. 30 cm unter der Wasseroberfläche. Da diese Entnahme zeitlich nicht für den eigentlichen Reinigungsprozess zur Verfügung steht, muss dieser Vorgang möglichst schnell erfolgen. Der Dekanter hat eine Ablaufleistung von 1 650 m<sup>3</sup>/h, um bei Regenwetter die Dekantierzeit von 1 Stunde einzuhalten.

### 5.3.8 Überschussschlammpumpe

Die ÜSS-Pumpe fördert den überschüssigen Schlamm in den Voreindicker 1 (V ca. 200 m<sup>3</sup>) aus dem die maschinell ÜSS-Entwässerung den Schlamm wieder entnimmt. Die ÜSS-Pumpe hat eine Förderleistung von 20 l/s.

### 5.3.9 Messung/Regelung

Der Abwasserabfluss wird in der Ablaufleitung mit einem MID gemessen und aufsummiert. **Dieser wurde 2018 erneuert und durch einen Regelschieber ergänzt.** Hier wird auch die Abwasserprobe für die Eigen- und Fremdüberwachung gezogen. Zur Betriebsführung für das Belebungsbecken und zur Regelung der Zuflussmenge war im Zulauf eine Dopplermessung verbaut. Diese wurde 2015 durch eine Radarmessung ersetzt.

Die Ansteuerung der mengenproportionalen Probenehmer zur Überprüfung der Zu- und Ablaufkonzentrationen und -frachten ist installiert.

Im Belebungsbecken wird der O<sub>2</sub>-Gehalt gemessen, über den auch die Regelung erfolgt. Die sonstigen erforderlichen Kontrollen und Messungen ergeben sich aus dem Wasserrechtsbescheid und der Eigenüberwachungsverordnung.



## **5.4 E-Technik**

### **5.4.1 Zusammenfassung**

Die elektrotechnische Ausrüstung der Kläranlage Abensberg wurde und wird an die neuen Aufgabenstellungen angepasst und dem Stand der Technik entsprechend nachgerüstet. So wurde unter anderem 2011 eine neue SPS und ein neues PLS eingebaut.

### **5.4.2 Störungsüberwachung**

Die Alarmierung des Anlagenpersonales erfolgt über SMS Meldungen. Um die Funktionssicherheit festzustellen wird regelmäßig ein Probe SMS versendet.

Die Stromversorgung der SPS und der SMS Einheit erfolgt aus dem Netz und bei Netzstörungen oder Netzausfall aus einer USV. Die Auslegung erfolgt so, dass noch für sicher 30 Minuten Energie zur Verfügung steht um Alarmieren zu können bzw. relevante Messwerte darzustellen.

Alle Aggregate werden auf Störungen überwacht und es erfolgt automatisch eine Umschaltung auf das Reserveaggregat. Die Messgeräte werden auf Drahtbruch und Ausfall überwacht und die damit verbundenen Messwerte auf Über- oder Unterschreitungen.

Jede aufgetretene Störung wird als SMS an den Anlagenbetreuer versendet. Alle Schalthandlungen und Störungen werden in einem Betriebstagebuch dokumentiert.

## 6. Rechtsverhältnisse:

Die vorliegende Tektur dient als Grundlage der zu ändernden wasserrechtlichen Erlaubnis.

In Anbetracht der vorhandenen Vorflut ist hier Anforderungsstufe 2 anzuwenden.

Danach ergeben sich folgende Anforderungswerte an den Kläranlagenablauf:

CSB	≤	90 mg/l	Erklärter Wert = 40 mg/l
BSB <sub>5</sub>	≤	20 mg/l	Erklärter Wert = 20 mg/l
NH <sub>4</sub> -N	≤	10 mg/l	Erklärter Wert = 10 mg/l
N <sub>ges</sub>	≤	18 mg/l	Erklärter Wert = 10 mg/l
P <sub>ges</sub>	≤	2 mg/l	Erklärter Wert = 1,5 mg/l

Zusammenstellung der relevanten Wassermengen:

Maximaler Mischwasserzulauf  $Q_{mzu} = 153 \text{ l/s} \triangleq 550 \text{ m}^3/\text{h}$

Maximale Ablaufmenge in die Abens  $Q_{mab} = 153 \text{ l/s} \triangleq 550 \text{ m}^3/\text{h}$  (wie bisher)

Maximale Trockenwettermenge  $Q_T = 3\,920 \text{ m}^3/\text{d}$  (wie bisher)

Maximale Zulaufmenge bei Trockenwetter  $Q_{TX} = 280 \text{ m}^3/\text{h}$  (wie bisher)

Mittlere Zulaufmenge bei Trockenwetter  $Q_{TAM} = 37 \text{ l/s} \triangleq 133 \text{ m}^3/\text{h}$

Bei einem MNQ = 1,75 m<sup>3</sup>/s ergibt sich ein Mischungsverhältnis von

$$\text{MNQ}/Q_{TAM} = 1\,750/37 = 47,3$$

Beantragte Jahresschmutzwassermenge = 1 000 000 m<sup>3</sup>/a

# Stadtwerke Abensberg



## Tektur zum Wasserrechtsantrag der Kläranlage Abensberg 25 000 EW

### B. Verfahrenstechnische Berechnungen

Vorhabensträger:

Stadtwerke Abensberg  
Bad Gögginger Weg 2  
93326 Abensberg

Entwurfsverfasser:

Am Alten Viehmarkt 5  
84028 Landshut

**f**erstl

ingenieurgesellschaft mbH

aufgestellt:

  
Landshut, den 18.11.2019

## Inhaltsverzeichnis

<b>VORBEMERKUNGEN</b>	<b>3</b>
<b>1. BERECHNUNGSGRUNDLAGE - DERZEITIGE BELASTUNG, ERFORDERLICHE ZUKUNFTSRESERVEN</b>	<b>4</b>
1.1 Tageszufluss und Frachten Auswertung Jahresberichte 2006 - 2016	4
1.2 Belastungsreserve für die absehbare Zukunft:	5
1.3 Bemessungswerte für Berechnungen:	5
<b>2. BERECHNUNGEN (VERFAHRENSTECHNISCH)</b>	<b>6</b>
2.1 SBR-Anlage ohne Vorspeicher und mit Ausgleichsbehälter	6
2.1.1 Berechnungen nach dem ATV-Arbeitsblatt A 131	6
2.1.2 Bemessung der Aufstaubelebung nach M 210:	6
2.1.2.1 Vorspeicher	6
2.1.2.2 Ausgleichsbehälter für den schwallartigen SBR-Abzug	7
2.2 Schlammbehandlung	7
2.2.1 Überschussschlamm-Anfall:	7
2.2.2 Maschinelle Überschussschlamm-Eindickung	7
2.2.3 Schlammmentwässerung	8
2.2.4 Dokumentation der Volumenströme	8
<b>3. GASVERSTROMUNG</b>	<b>9</b>
<b>4. BELÜFTUNG DER SBR-REAKTOREN</b>	<b>10</b>

## Verfahrenstechnische und hydraulische Berechnungen

### Vorbemerkungen

Nachstehend erfolgt die Verfahrenstechnische Berechnung der Anlagen nach den derzeit geltenden Vorschriften, sowie eine Berechnung der in den letzten Jahren geänderten und hinzugefügten, sowie der geplanten Anlagenteile.

In den letzten Jahren wurden einige, teilweise wesentliche, Anlagenteile geändert, außer Betrieb genommen, aber auch neue Anlagenteile hinzugefügt. Die Änderungen waren das Ergebnis der im Jahr 2010 erstellten Energiestudie. Auch in den nächsten Jahren wird es auf der Kläranlage Abensberg Veränderungen in wesentlichen Anlagenteilen geben, die soweit möglich und bekannt bereits mit in die Anlagenneuberechnung aufgenommen wurden.

Aufgrund der im Verhältnis zur Anlagengröße und Belastung relativ geringen Gasausbeute (und damit geringen Eigenstromerzeugung) hat man sich entschlossen, die bisher stillgelegte Vorklärung wieder in Betrieb zu nehmen. Dabei ist es notwendig die Rohschlammentnahme so zu begrenzen, dass für die gesicherte Denitrifikation genügend Kohlenstoff in der biologischen Stufe zur Verfügung steht. Nach den vorab durchgeführten Berechnungen ist eine Kohlenstoffentnahme über den Rohschlamm bis zu maximal 15 % möglich, ohne auf künstliche Kohlenstoffquellen zurückgreifen zu müssen.

Um die Reinigungsleistung der Kläranlage nicht an die Grenzen zu bringen wurde eine Entnahme von maximal 10 % der Kohlenstofffracht eingeplant.

## 1. Berechnungsgrundlage - derzeitige Belastung, erforderliche Zukunftsreserven

### 1.1 Tageszufluss und Frachten Auswertung Jahresberichte 2006 - 2016

Zur Ermittlung der maßgebenden Belastung der Anlage wurden zum einen die Mittelwerte aller relevanten Zulaufparameter (BSB, CSB, NH<sub>4</sub>N, P) der letzten 10 Jahre ausgewertet, um einen Überblick zu erhalten, wie sich die Anlagenbelastung entwickelt hat. Wie aus beiliegender Tabelle und Diagramm ersichtlich, schwanken die mittleren Belastungen in Abhängigkeit von den Parametern im üblichen Bereich und es ist kein starker Anstieg der Belastung innerhalb der letzten 10 Jahre zu verzeichnen.

Das Jahr 2016 wurde dann zusätzlich einer statistischen Auswertung unterzogen, wobei hier ebenfalls festzustellen ist, dass die 85 % Perzentilwerte absolut im Rahmen der zu erwartenden Belastung liegen. Auch hinsichtlich der verschiedenen Zulaufparameter sind keine Auffälligkeiten erkennbar. Das Nährstoffverhältnis liegt im üblichen Rahmen.

**Tabelle 1: derzeitige maßgebliche Belastung der Kläranlage (85 % Werte)**

Tageszufluss bei Trockenwetter	2.682	m <sup>3</sup> /d
BSB <sub>5</sub>	1.225	kg/d
CSB	2.203	kg/d
LaToN	213	kg/d
Ammonium	152	kg/d
Gesamt-P	632	kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	1.429	kg/d

## 1.2 Belastungsreserve für die absehbare Zukunft:

Hier wurde nicht die sonst übliche Auslegung auf eine Zukunftsreserve durchgeführt. Vielmehr ergibt sich aus der vorhandenen Beckengeometrie und der, durch die Schmutzfracht-reduzierung durch die wieder Inbetriebnahme der Vorklärung die Berechnungsgrundlage für die SBR-Reaktoren. Resultierend aus einem 6 Stunden-Zyklus bei Regenwetter ergibt sich ein Austauschvolumen von 1 650 m<sup>3</sup> und ein minimales Reaktorvolumen von 2 540 m<sup>3</sup>.

Dieses Volumen lässt eine Belastung im Rohzulauf von 25 000 EW problemlos zu. Auf diese 25 000 EW wird die wasserrechtliche Genehmigung beantragt.

## 1.3 Bemessungswerte für Berechnungen:

Diese sind in

Tabelle 2 dargestellt.

**Tabelle 2: Bemessungswerte für eine Ausbaugröße von 25 000 EW**

	EW	BSB 5	CSB	Abf. Stoffe	NH4N	LaToN	Gesamt-P
Dimensionen		kg/d					
spez. Frachten je EW		0,060	0,120	0,070	0,008	0,011	0,0018
derzeitige Belastung 85 %	20417	1225	2203	1429	152	213	32
Zukunftsreserve	4583	275	550	321	37	50	8
Rohzulauf Kläranlage	25000	1500	2753	1750	189	263	40
Reduzierung durch Vorklärung		-150	-275	-875			
<b>Bemessungswerte</b>	<b>25000</b>	<b>1350</b>	<b>2478</b>	<b>875</b>	<b>189</b>	<b>263</b>	<b>40</b>

Wasserverbrauch		110 l/E d		wie derzeit; keine Steigerung zu erwarten					
Fremdwasseranfall		25 %							
Spitzenfaktor x		14 h / d							
	EZ bzw. EW	Q <sub>d</sub> m <sup>3</sup> /d	Q <sub>s24</sub> l/s	Q <sub>f24</sub> l/s	Q <sub>t24</sub> l/s	x h/d	Q <sub>sx</sub> l/s	Q <sub>tx</sub> l/s	Q <sub>m</sub> l/s
derzeit	20417	2682	23,28	7,76	31,04	14	39,91	47,67	87,6
Reserve	4583	672	5,84		5,84	14	10,00	10,00	20,0
<b>Wasseranfall gesamt</b>	<b>25000</b>	<b>3354</b>	<b>29,12</b>	<b>7,76</b>	<b>36,88</b>		<b>49,91</b>	<b>57,67</b>	<b>107,6</b>

## 2. Berechnungen (Verfahrenstechnisch)

Die verfahrenstechnische Berechnung der Kläranlage Abensberg wurde geändert und an die jetzt gültige A131 angepasst (Berechnung jetzt auf CSB-Basis und nicht wie 2017 auf BSB-Basis). Hieraus ergeben sich eine Vielzahl von geringfügigen Veränderungen einzelner Zahlen bzw. sind durch die neuen Bemessungsvorschriften andere Zahlen in den Ausdrücken vorhanden. Diese Änderungen wurden nicht im Einzelnen markiert.

### 2.1 SBR-Anlage ohne Vorspeicher und mit Ausgleichsbehälter

#### 2.1.1 Berechnungen nach dem ATV-Arbeitsblatt A 131

mit Hilfe des Bemessungsprogrammes „Belebungs-Expert“:

→  $S_{NH_4, AN} = 0 \text{ mg/l}$ ;  $S_{NO_3, AN} = 5 \text{ mg/l}$ ,  $S_{orgN, AN} = 1 \text{ mg/l}$ ,

Bemessungs-Temperatur:  $12^\circ\text{C}$ ;  $t_{TS, erf} = 15,3 \text{ d}$

$TS_{BB} = 3,0 \text{ kg/m}^3 \rightarrow \dot{U}_{S_d} = 1\,016 \text{ kg/d}$

Für den Fällmittelverbrauch und den Anfall von Überschussschlamm aus P-Fällung wurde zur Sicherheit mit alleiniger chemischer Fällung gerechnet.

→  $FM = 55,7 \text{ kg Me /d}$  bei Fällung mit  $Fe^{3+}$ -Salzen

→  $\dot{U}_{S_d, F} = 139 \text{ kg/d}$  anteiliger Anfall von Fällungsschlamm (in  $\dot{U}_{S_d}$  enthalten).

Die erforderliche Schlamm-Masse ergibt sich daraus mit  $_{erf.M_{TS}} = 15\,545 \text{ kg}$  und bei einer Schlamm Trockensubstanz von  $TS_{AB} = 3,0 \text{ kg/m}^3$  ein erforderliches Belebungs-volumen von  $V_{BB} = \text{ca. } 5\,200 \text{ m}^3$  (für eine fiktive Durchlauf-Belebung).

Berechnungsergebnisse aus Belebungs-Expert siehe Anlage 1.

#### 2.1.2 Bemessung der Aufstaubelebung nach M 210:

Die weitere Bemessung erfolgt nach dem ATV -Merkblatt M 210 „Belebungsanlagen mit Aufstaubetrieb“ nach dem System einer Aufstauanlage mit einem abwechselnd aus dem Vorspeicher schubweise beschickten Becken ( $n = 2$ ):

Für den Regenwetterfall wird die Zyklusdauer verkürzt auf 6 Stunden.

Nachweise nach M 210 siehe Anlage 2.

##### 2.1.2.1 Vorspeicher

Die Anlage wird nur mit einem sehr geringen Volumen als Vorspeicher betrieben. Das bestehende Vorklärbecken fungiert als Vorlage für die Beschickungspumpen. Es ist daher nur im sehr begrenzten Umfang möglich, die Beschickung am Zyklusende zu unterbrechen, um beim Wechsel auf den anderen Reaktor mit einer Stoßbeschickung einen Bio-P Effekt zu erzielen.



### 2.1.2.2 Ausgleichsbehälter für den schwallartigen SBR-Abzug

Der Ausgleichsbehälter ist ausgelegt auf die beantragten 550 m<sup>3</sup>/h, so dass er ausreichend ist.

## 2.2 Schlammbehandlung

### 2.2.1 Überschussschlamm-Anfall:

täglicher ÜS-Anfall:

$$\text{ÜS}_d = 1\,016 \text{ kg/d (siehe Bemessung nach A 131)}$$

Abzupumpende Menge an ÜS:

$$\text{TS}_{\text{ÜS}} = 1000 / \text{ISV} = 1000 / 100 = 10,0 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{je Tag: } Q_{\text{ÜS,d}} = 1\,086/10 = \text{ca. } 109 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{je Zyklus: } Q_{\text{ÜS,Zyklus}} = 109 / 6 = 18 \text{ m}^3/\text{Zyklus.}$$

109

### 2.2.2 Maschinelle Überschussschlamm-Eindickung

$$Q_{d, \text{MÜSE, mittl}} = Q_{d, \text{MÜSE, max}} * \frac{B_{d, \text{BSB } 5, \text{mittl}}}{B_{d, \text{BSB } 5, \text{max}}} = 172 * \frac{400}{600} = 73 \text{ m}^3/\text{d}$$

Die bestehende Überschussschlamm-Eindickung aus dem Jahre 1995 wurde 2016 durch einen neuen Scheibeneindicker der Fa. Huber SE ersetzt. Dieser Scheibeneindicker wurde in der neuen Schlammhalle neben der neu installierten Schlammmentwässerung (Schneckenpresse Q440 der Fa. Huber SE) im 1. OG aufgestellt.

Technische Daten Schlammeindickung

Typ: ROTAMAT-Scheibeneindicker RoS 2 BG 1

Max. Durchsatzleistung 20 m<sup>3</sup>/h

Austrags TS max. 6 – 7 %

Die hierzu notwendige Flockungshilfsmittelaufbereitungsanlage (FHMA) steht im EG des Gebäudes. Diese ist als 2-Kammer-Station (2 x 500 Liter) ausgeführt. Die Schlammeindickung arbeitet vollautomatisch in Abhängigkeit des Füllstandes vom bestehenden Eindicker 1. Aus den beiden SBR-Reaktoren wird der ÜSS in den Eindicker gepumpt und direkt über den Scheibeneindicker eingedickt. Dieser fast kontinuierliche Betrieb führt zu einer gleichmäßigen Beschickung des Faulturmes, was sich in einer erhöhten Gasausbeute bemerkbar macht. Die Eindickung des ÜSS erfolgt auf ca. 3,5 % TS. Dies führt zu einem TS-Gehalt im Faulturm von gut 2,5 %, was die Gasausbeute zusätzlich erhöht und als Eingangs-TS für die Schlammmentwässerung von Vorteil ist.

### **2.2.3 Schlammmentwässerung**

Der aus dem Faulturm überlaufende Schlamm wird im bestehenden Eindicker 2 kurz zwischengelagert und füllstandsabhängig in der ebenfalls 2016 errichteten Schlammmentwässerung entwässert. Auch die Entwässerung erfolgt kontinuierlich, um eine möglichst gleichmäßige Rückbelastung der Anlage aus dem Filtratwasser zu erreichen. Die Entwässerungsleistung mit dem noch warmen Schlamm ist auch deutlich besser.

Technische Daten Schlammmentwässerung

Typ: Schneckenpresse RoS 3 Q 440

Max. Durchsatzleistung: 4,5 m<sup>3</sup>/h

Austrags TS: 22 – 26 %

Die FHMA der Entwässerung steht ebenfalls im EG der Schlammhalle (2-Kammer Station mit 2 x 750 Liter).

Der entwässerte Schlamm wird über eine Austragsschnecke aus dem Gebäude gefördert und über eine Verteilerschnecke mit 3 Abwürfen in einen Abrollcontainer abgeworfen. Der Schlamm wird dann zu einer Trocknung abgefahren und anschließend verbrannt.

### **2.2.4 Dokumentation der Volumenströme**

Zur Anlagenoptimierung werden alle Volumen und Stoffströme über Durchflussmessungen (MID) aufgezeichnet und im BTB protokolliert.

### **3. Gasverstromung**

Aus dem im Faulbehälter erzeugten Gas wird seit Anfang 2013 in einem BHKW Strom und Wärme erzeugt. Das BHKW wurde im Treppenturm des Faulbehälters (im 2. OG) aufgestellt. Es arbeitet in Abhängigkeit vom Füllstand des Gasbehälters automatisch.

Technische Daten BHKW

Typ: ETA 48 G – 4 SPN

Elektrische Leistung: max. 40 KW

Thermische Leistung: max. 70 KW

In diesem Zusammenhang wurde auch der Faulturm saniert. Neben einer neuen Außenhaut aus verzinktem Stahlblech wurde er mit einer 26 cm starken Wärmedämmung versehen. Die Umwälzpumpe wurde mit der kompletten Verrohrung ebenfalls erneuert. Auch der Gasspeicher wurde saniert und mit einer neuen Füllstandsmessung (Radar) versehen, um die Daten im Betriebstagebuch dokumentieren zu können.

#### 4. Belüftung der SBR-Reaktoren

Das bestehende Belüftungssystem (Tellerbelüfter auf einer Kunststoffverrohrung) aus dem Jahr 1995 wurde Mitte 2017 durch das neue Belüftungssystem (Plattenbelüfter der Fa. Messner) erneuert.

##### Ausgangsdaten Belüftung:

<b>Ermittlung des Sauerstoffbedarfes für Kläranlage Abensberg (25.000 EW):</b>		
Aus Bemessung mit Belebungs-Expert:	$\alpha \cdot OC_h =$	222 kg O <sub>2</sub> /h
	bei T =	20 °C
geplante Zyklen je Tag und Reaktor =		4 Zyklen
geplante Anzahl der Reaktor =		2 Stück
Sauerstoffverbrauch für SBR ist mit dem Faktor	$= \frac{t_Z}{t_R}$	1,50 zu korrigieren
Annahme:	$\alpha =$	0,6
	$\rightarrow OC_h$	kg O <sub>2</sub> /h je
	=	277,5 Reaktor
<u>O<sub>2</sub>-Versorgung mit atmosphärischer Luft:</u>		
-		
O <sub>2</sub> -Ausnutzung der Belüftung: angenommen:		20 g / (m <sup>3</sup> · m ET)
Einblastiefe im Bemessungsfall	ET =	4,4 m
	Q <sub>Luft, erf.</sub> =	52,6 Nm <sup>3</sup> /min

Ausgehend von einem Sauerstoffeintrag je Reaktor und Tag von 969 kg ergibt sich beim jetzt beauftragten Belüftungssystem eine erforderliche Luftmenge von 8 100 bis 10 200 Nm<sup>3</sup>/d in Abhängigkeit von der jeweiligen Wassertiefe in den Reaktoren (je größer die Wassertiefe, desto weniger m<sup>3</sup> sind erforderlich).

Neben dem eigentlichen Belüftungssystem wurde auch die Luftverteilung geändert. Aus der vorhandenen einen Einspeisung je Becken wurde eine Ringleitung auf der Beckenkronen, von wo aus jede einzelne Belüfterplatte eine eigene Zuleitung mit einer Absperrarmatur erhielt (93 Stück je Reaktor). Dies erhöht die Betriebssicherheit erheblich, da z. B. bei einem Schaden an einer Platte diese außer Betrieb genommen werden kann, ohne den Kläranlagenbetrieb zu stören.

Auch die vorhandenen Drehkolbengebläse für die Druckluftherzeugung wurden erneuert. Diese waren nach 22 Jahren ebenfalls verschlissen. Anstelle der drei Drehkolbengebläse mit je 110 KW Antriebsleistung wurden 3 Schraubenverdichter der Fa. Kaeser mit je 55 KW Antriebsleistung eingebaut. Diese Maschinen sind wesentlich effektiver und in Verbindung mit dem Belüftungssystem wurde eine Energieeinsparung von fast 40 % erreicht.

# DWA-Regelwerk

Belebungs-Expert  
Berechnung von einstufigen Belebungsanlagen  
nach dem DWA-Arbeitsblatt A131(2016)

**Projekt: KA Abensberg 25.000 EW mit VK 10 %**

bearbeitet von: Wolfgang Neumayer

berechnet am: 16.11.2019

## Anlagenkonfiguration:

- Vorklärung
- Belebungsbecken
- Nachklärung

## Reinigungsziele:

- Abbau des org. Kohlenstoffs
- Nitrifikation
- Denitrifikation
- Phosphor-Simultanfällung

Denitrifikationsverfahren: intermittierende Denitrifikation

Fällmittel: dreiwertiges Eisen

Nachklärung: Beckentyp Rundbecken, Strömung Übergangsbereich horizontal/vertikal, Räumertyp Schildräumer

## Lastannahmen:

Größenklasse: 3000 kg CSB/d

## Berechnete Lastfälle:

- Lastfall 1: Bemessung
- Lastfall 2: Nachweis der Nitrifikation bei tiefster Temperatur
- Lastfall 3: Ermittlung des Sauerstoffbedarfs bei höchster Temperatur
- Lastfall 4: Sonderlastfall

	Lastfall	1	2	3	4
<b>Zulaufmenge:</b>					
Abwassermenge	Q <sub>d</sub>	3920	3920	3920	3920 m <sup>3</sup> /d
	Q <sub>t</sub>	280	280	280	280 m <sup>3</sup> /h
<b>Zulaufkonzentrationen:</b>					
CSB	C <sub>CSB,ZB</sub>	632	632	632	632 mg/l
Gelöster CSB	S <sub>SCSB,ZB</sub>	383	383	383	383 mg/l
Abfiltrierbare Stoffe	X <sub>TS,ZB</sub>	223	223	223	223 mg/l
Kjeldahl-Stickstoff	C <sub>KN,ZB</sub>	67,1	67,1	67,1	67,1 mg/l
Ammoniumstickstoff	S <sub>NH4,ZB</sub>	48,2	48,2	48,2	48,2 mg/l
Nitratstickstoff	S <sub>NO3,ZB</sub>	0,0	0,0	0,0	0,0 mg/l
Phosphor	C <sub>P,ZB</sub>	10,2	10,2	10,2	10,2 mg/l
Säurekapazität	S <sub>KS,ZB</sub>	120,00	120,00	120,00	120,00 mmol/l
<b>Zulauffrachten:</b>					
CSB	B <sub>d,CSB</sub>	2478	2478	2478	2478 kg/d
Gelöster CSB	B <sub>d,SCSB</sub>	1500	1500	1500	1500 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	B <sub>d,XTS</sub>	875	875	875	875 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	B <sub>d,KN</sub>	263,0	263,0	263,0	263,0 kg/d
Ammoniumstickstoff	B <sub>d,NH4</sub>	189,0	189,0	189,0	189,0 kg/d
Nitratstickstoff	B <sub>d,NO3</sub>	0,0	0,0	0,0	0,0 kg/d
Phosphor	B <sub>d,P</sub>	40,0	40,0	40,0	40,0 kg/d

**Belebungsbecken, Bemessungs-Lastfall:**

Temperatur im Belebungsbecken T 12,0 Grad C

**Stickstoffbilanz:**

Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	67,1 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	7,9 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	1,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	54,5 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	5,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	49,5 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,52 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	49,7 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	49,7 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	4,8 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	1,62 h

**Phosphorelimination:**

Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	10,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	3,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X <sub>P,BioP</sub>	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S <sub>PO4,AN</sub>	1,8 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>PO4,AN</sub>	1,8 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	5,2 mg/l
Fällmittel: Dreiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	55,7 kg Me/d

**Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:**

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,15 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,00 kg/m <sup>3</sup>

**Schlammalter und Belastungskennwerte:**

Erforderliches Schlammalter	erf.t <sub>S</sub>	21,6 d
Erforderliches Volumen	V <sub>BB</sub>	4906 m <sup>3</sup>
Gewähltes Volumen	V <sub>BB</sub>	5200 m <sup>3</sup>
Vorhandenes Schlammalter	t <sub>S</sub>	15,3 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t <sub>S,aer.</sub>	7,4 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	1,61 -

**Schlammproduktion:**

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	877 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	139 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	1016 kg/d

**Sauerstoffverbrauch:**

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	1429 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	918 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-565 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	1783 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,75 -

Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	214,5 kg/h
<b>Säurekapazität:</b>		
Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	115,60 mmol/l
<b>Belebungsbecken, Lastfall tiefste Tempeartur:</b>		
Temperatur im Belebungsbecken	T	10,0 Grad C
<b>Stickstoffbilanz:</b>		
Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	67,1 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	8,8 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	1,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	53,7 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	46,5 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	46,5 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	7,2 mg/l
<b>Phosphorelimination:</b>		
Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	10,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	3,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X <sub>P,BioP</sub>	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S <sub>P04,AN</sub>	1,8 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>P04,AN</sub>	1,8 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	5,2 mg/l
Fällmittel: Dreiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	55,7 kg Me/d
<b>Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:</b>		
Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,15 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,00 kg/m <sup>3</sup>
<b>Schlammalter und Belastungskennwerte:</b>		
Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	14,9 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t <sub>TS,aer.</sub>	7,4 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	1,34 -
<b>Schlammproduktion:</b>		
Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	913 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	140 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	1052 kg/d
<b>Sauerstoffverbrauch:</b>		
aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	1389 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	904 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-528 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	1765 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,75 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	203,6 kg/h
<b>Säurekapazität:</b>		
Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	115,43 mmol/l

**Belebungsbecken, Lastfall maximaler Sauerstoffbedarf:**

Temperatur im Belebungsbecken	T	20,0 Grad C
-------------------------------	---	-------------

**Stickstoffbilanz:**

Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	67,1 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	4,8 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	1,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	57,3 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	5,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	52,3 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,50 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	52,5 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	52,5 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	4,9 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	1,58 h

**Phosphorelimination:**

Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	10,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	3,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X <sub>P,BioP</sub>	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S <sub>P04,AN</sub>	1,8 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>P04,AN</sub>	1,8 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	5,2 mg/l
Fällmittel: Dreiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	55,7 kg Me/d

**Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:**

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,15 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,00 kg/m <sup>3</sup>

**Schlammalter und Belastungskennwerte:**

Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	17,1 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t <sub>TS,aer.</sub>	8,6 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	4,10 -

**Schlammproduktion:**

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	770 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	139 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	909 kg/d

**Sauerstoffverbrauch:**

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	1568 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	966 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-596 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	1938 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,75 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	221,9 kg/h

**Säurekapazität:**

Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	115,59 mmol/l
--------------------------	-------------------	---------------



**Belebungsbecken, Sonderlastfall Prozess:**

Temperatur im Belebungsbecken T 8,0 Grad C

**Stickstoffbilanz:**

Zulauf: C <sub>KN</sub> + S <sub>NO3</sub>	C <sub>N</sub>	67,1 mg/l
im Schlamm gebunden	X <sub>orgN,BM</sub>	9,8 mg/l
Ammonium im Ablauf	S <sub>NH4,AN</sub>	0,0 mg/l
organischer Stickstoff im Ablauf	S <sub>orgN,AN</sub>	1,0 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	S <sub>NO3,N</sub>	52,7 mg/l
Nitrat im Ablauf (Sollwert)	S <sub>NO3,AN</sub>	5,0 mg/l
zu denitrifizierendes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	47,7 mg/l
Gewählter Denitrifikationsanteil	V <sub>D/VBB</sub>	0,53 -
vorhandene Denitrifikationskapazität	S <sub>NO3,D</sub>	47,7 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	S <sub>NO3,D</sub>	47,7 mg/l
Nitrat im Ablauf (vorhanden)	S <sub>NO3,AN</sub>	5,1 mg/l
Maximale Taktzeit	t <sub>T</sub>	1,79 h

**Phosphorelimination:**

Phosphor im Zulauf	C <sub>P,ZB</sub>	10,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (normale Aufnahme)	X <sub>P,BM</sub>	3,2 mg/l
Im Schlamm gebunden (erhöhte Aufnahme)	X <sub>P,BioP</sub>	0,0 mg/l
Phosphor im Ablauf (vorhanden)	S <sub>P04,AN</sub>	1,8 mg/l
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	S <sub>P04,AN</sub>	1,8 mg/l
gefällter Phosphor	X <sub>P,Fäll</sub>	5,2 mg/l
Fällmittel: Dreiwertiges Eisen		
Fällmittelbedarf	FM	55,7 kg Me/d

**Schlammrockensubstanz im Belebungsbecken:**

Zulässige Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,15 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Ablauf BB	TS <sub>AB</sub>	3,00 kg/m <sup>3</sup>

**Schlammalter und Belastungskennwerte:**

Vorhandenes Schlammalter	t <sub>TS</sub>	14,4 d
Vorhandenes aerobes Schlammalter	t <sub>TS,aer.</sub>	6,8 d
Vorhandener Prozessfaktor	PF	1,00 -

**Schlammproduktion:**

Schlamm aus Kohlenstoffelimination	Ü <sub>Sd,C</sub>	946 kg/d
Schlamm aus biol. P-Elimination	Ü <sub>Sd,BioP</sub>	0 kg/d
Schlamm aus P-Fällung	Ü <sub>Sd,F</sub>	140 kg/d
Schlammproduktion gesamt	Ü <sub>Sd</sub>	1086 kg/d

**Sauerstoffverbrauch:**

aus Kohlenstoffelimination	OV <sub>d,C</sub>	1344 kg/d
aus Nitrifikation	OV <sub>d,N</sub>	889 kg/d
aus C-Elimination durch Denitrifikation	OV <sub>d,D</sub>	-542 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV <sub>d</sub>	1691 kg/d
Stoßfaktor für C-Elimination	f <sub>C</sub>	1,10 -
Stoßfaktor für Nitrifikation	f <sub>N</sub>	1,75 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV <sub>h</sub>	209,1 kg/h

**Säurekapazität:**

Säurekapazität im Ablauf	SKS <sub>AN</sub>	115,57 mmol/l
--------------------------	-------------------	---------------

## Nachklärung

Beckentyp: Rundbecken

Art der Durchströmung: Übergangsbereich horiz./vertikal

Räumertyp: Schildräumer

Maßgebende Wassermenge  $Q_m$  550 m<sup>3</sup>/h

### Schlammindex, Eindickzeit, Rücklaufverhältnis:

Schlammindex, gewählt	ISV	120 l/kg
Eindickzeit des Schlammes, gewählt	tE	2,0 h
Schlammrockensubstanz an der Beckensohle	TS <sub>BS</sub>	10,5 kg/m <sup>3</sup>
Gewähltes Verhältnis TS <sub>RS</sub> /TS <sub>BS</sub>		0,70 -
Schlammrockensubstanz im Rücklaufschlamm	TS <sub>RS</sub>	7,3 kg/m <sup>3</sup>
Rücklaufverhältnis bei RW, gewählt	RV	0,75 -
Zulässige Schlammrockensubstanz im Zulauf	TS <sub>AB</sub>	3,15 kg/m <sup>3</sup>
Gewählte Schlammrockensubstanz im Zulauf	TS <sub>AB</sub>	3,00 kg/m <sup>3</sup>

### Beckenoberfläche, Anzahl und Abmessungen:

Zulässige Schlammvolumenbeschickung	qSV	500 l/(m <sup>2</sup> *h)
Zulässige Flächenbeschickung	qA	1,60 m/h
Erf. Gesamt-Beckenoberfläche	A <sub>NB</sub>	396 m <sup>2</sup>
Anzahl der Becken	a	1
Erforderlicher Durchmesser	D <sub>NB</sub>	22,65 m
Gewählter Durchmesser	D <sub>NB</sub>	24,00 m
Durchmesser des Mittelbauwerks	D <sub>MB</sub>	3,00 m
Vorhandene Beckenoberfläche	A <sub>NB</sub>	445 m <sup>2</sup>
Vorhandene Schlammvolumenbeschickung	qSV	445 l/(m <sup>2</sup> *h)
Vorhandene Flächenbeschickung	qA	1,24 m/h

### Beckentiefe:

Klarwasserzone	h <sub>1</sub>	0,97 m
Übergangs- und Pufferzone	h <sub>23</sub>	2,40 m
Eindick- und Räumzone	h <sub>4</sub>	1,24 m
Maßgebende Beckentiefe	h <sub>ges</sub>	4,60 m

### Einlaufbauwerk:

Tiefe des Einlaufs unter WSP	h <sub>e</sub>	3,60 m
Volumen der Einlaufkammer	V <sub>E</sub>	16,0 m <sup>3</sup>
Höhe des Einlaufschlitzes	h <sub>SE</sub>	0,50 m
Querschnittsfläche des Zulauf(düker)s	A <sub>ZD</sub>	0,28 m <sup>2</sup>
Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer	v <sub>ZD</sub>	0,95 m/s
In die Zulaufkammer eingetragene Leistung	P <sub>E</sub>	122 Nm/s
Turbulente Scherbeanspruchung	G	65,5 1/s
Densimetrische Froude-Zahl	Fr <sub>D</sub>	0,900 -

### Nachweise nach DWA Merkblatt M 210

Trockenwettermenge $Q_{TW}$ =	3920 m <sup>3</sup> /d =	163 m <sup>3</sup> /h
Maximale Zulaufmenge $Q_{max}$ =	153 l/s =	550 m <sup>3</sup> /h
Anzahl der Reaktoren	n =	2 Stück
Zyklusdauer bei Trockenwetter	$t_{zTW}$ =	8 Stunden
Zyklusdauer bei Regenwetter	$t_{zRW}$ =	6 Stunden
Überschußschlammanfall aus Belebungs-Expert $\dot{U}_{sd}$ =		1016 kg/d
Schlammalter		14,5 Tage
Schlammindex	ISV =	120 ml/g
erforderliche Schlammmasse	erf $M_{TS, BB}$ =	14732 kg

#### Berechnung für maximalen Regenwetterzufluss

Anzahl der Beschickungschargen  $n_C$  = **8 Stück**

$t_{BioP}$	=	0 h (während der Beschickung und wird daher der $t_R$ -Dauer zugeschlagen)
$t_{sed}$	=	1 h (Annahme, die durch Vergleich der Bewegungen des Wasser- und Schlamm-Spiegels zu verifizieren ist → sh. Nachweise)
$\Sigma (t_{SIII} + t_{Ab})$	=	1 h

Vorprüfung ob  $f_{A, vor}$  realisierbar ist: (M 210 Gl. 19, für  $h_w \geq 2,50$  m):

$$f_{A, max} \leq \left( 1 - \frac{TS_R \cdot ISV}{1.000} \right) - 0,1 = 0,378 > f_{A, vor} = 0,000$$

$$t_{R, RW} = t_{zRW} - t_{sed} - t_{BioP} - \Sigma (t_{SIII} + t_{Ab}) = 4 \text{ h}$$

$$M_{TS, R} = M_{TS, BB} \cdot \frac{t_{zRW}}{t_R} = 22098 \text{ kg}$$

Trockensubstanz im Reaktor bei  $V_{min}$  gewählt  $TS_{min} = 4,35 \text{ kg/m}^3$

$$(M 210, Gl. 20): V_{min} = \frac{M_{TS, R}}{n \cdot TS_{min}} = 2540 \text{ m}^3 \text{ je Reaktor}$$

$$\Delta V_{max} = Q_{m, max} \cdot t_z / n = 1650 \text{ m}^3$$

$$V_R = V_{min} + \Delta V_{max} = 4190 \text{ m}^3$$

$$f_A = \Delta V_{max} / V_R = 0,39$$

$$T_{SR} = M_{TS, R} / (n \cdot V_R) = 2,64 \text{ kg/m}^3$$

Vorgeschlagene SBR-Abmessungen:  $\emptyset = 31 \text{ m}$   
 $H_{w, o} = 5,60 \text{ m}$   
 Anzahl der Behälter = 2 Stück

$$H_{w, e} = H_{w, o} \cdot (1 - f_A) = 3,39 \text{ m}$$

Dekanterleistung:

$$Q_{ab} = \Delta V_{max} / t_{Ab} = 1650 \text{ m}^3 = 458 \text{ l/s}$$

$$\Delta V_{TW} = Q_{TW} \cdot t_{Z,TW} / n = 653 \text{ m}^3$$

$$V_{R,TW} = V_{\min} + \Delta V_{TW} = 3193 \text{ m}^3$$

$$f_{A,TW} = \Delta V_{TW} / V_{R,TW} = 0,20$$

$$T_{SR,TW} = M_{TS,R} / (n \cdot V_{R,TW}) = 3,46 \text{ kg/m}^3$$

$$H_{w,o,TW} = H_{w,o} \cdot V_{R,TW} / V_R = 4,27 \text{ m}$$

$$t_{Ab,TW} = \Delta V_{TW} / Q_{ab} = 0,40 \text{ h} = 24 \text{ min}$$

### Nachweis der hinreichenden Klarwasserhöhe bei Regenwetter

Relative Endschlamm Spiegelhöhe:

$$h_{s,e} = \frac{TS_R \cdot ISV}{1.000} = 0,32$$

Anfangssinkgeschwindigkeit:

$$v_{s,o} = \frac{725}{TS_R \cdot ISV - 100} = 3,35 \text{ m/h}$$

Verlaufsparameter des Schlammspiegels:

$$a = v_{s,o} / (H_{w,o} \cdot (1 - h_{s,e})) = 0,875 \text{ h}^{-1}$$

Klarwasserhöhe allgemein  $H_{KW} = H_W - H_S$

$$H_{S(t)} = H_{w,o} \cdot (h_{s,e} + (1 - h_{s,e}) \cdot e^{-a \cdot (t - t_{flock})})$$

$$t_1 = (\text{bei Dekantierbeginn}) \quad 1 \text{ h}$$

$$t_2 = (\text{bei Dekantierende}) \quad 2 \text{ h}$$

Klarwasserhöhe allgemein  $H_{KW} = H_W - H_S$

$$\text{Flockungszeit } t_{flock} = 10 \text{ min} = 0,17 \text{ h}$$

$$H_{S(t_1)} = 3,62 \text{ m}$$

$$H_{S(t_2)} = 2,54 \text{ m}$$

$$H_{KW(t_1)} = 1,98 \text{ m} > 0,15 \cdot H_{w,o} = 0,84 \text{ m}$$

$$H_{KW(t_2)} = 0,85 \text{ m} > 0,15 \cdot H_{w,o} = 0,51 \text{ m}$$

**Nachweis der hinreichenden Klarwasserhöhe bei Trockenwetter**

Relative Endschlamm Spiegelhöhe:

$$h_{s,e,TW} = \frac{TS_{R,TW} \cdot ISV}{1.000} = 0,42$$

Anfangssinkgeschwindigkeit:

$$v_{s,o,TW} = \frac{725}{TS_{R,TW} \cdot ISV - 100} = 2,30 \text{ m/h}$$

Verlaufparameter des Schlammspiegels:

$$a = v_{s,o,TW} / (H_{w,o,TW} \cdot (1 - h_{s,e,TW})) = 0,922 \text{ h}^{-1}$$

Klarwasserhöhe allgemein  $H_{KW} = H_W - H_S$

$$H_{S(t)} = H_{w,o,TW} \cdot (h_{s,e,TW} + (1 - h_{s,e,TW}) \cdot e^{-a \cdot (t - t_{flock})})$$

$$t_1 = (\text{bei Dekantierbeginn}) \quad 1 \text{ h}$$

$$t_2 = (\text{bei Dekantierende}) \quad 1,40 \text{ h}$$

Klarwasserhöhe allgemein  $H_{KW} = H_W - H_S$

$$\text{Flockungszeit } t_{flock} = 10 \text{ min} = 0,17 \text{ h}$$

$$H_{S,TW(t_1)} = 2,93 \text{ m}$$

$$H_{S,TW(t_2)} = 2,58 \text{ m}$$

$$H_{KW,TW(t_1)} = 1,34 \text{ m} > 0,15 \cdot H_{w,o,TW} = 0,64 \text{ m}$$

$$H_{KW,TW(t_2)} = 1,69 \text{ m} > 0,15 \cdot H_{w,e,TW} = 0,51 \text{ m}$$