

**Klärtechnische Bemessung Variante 1  
 PAK mit Kontakt- und Absetzbecken**

Der Klärwerkszulauf von  $Q = 200$  l/s wird nach einer Auswertung im Jahr 2011 durch die Hydro Ingenieure in ca. 73% aller Meßwerte unterschritten. Diese Abwassermenge soll zukünftig mit einer PAK-Dosierung in einem Kontaktbecken mit anschließenden Absetzbecken weiter gereinigt werden.

Hydraulische Daten:

Teilstrom zur PAK-Anlage:

$Q_{\max} =$	200 l/s	
	720 m <sup>3</sup> /h	
	entspricht 70 - 73% der Jahresabwassermenge	
$Q_{\text{mittel}} =$	163 l/s	

Zulauf Kläranlage gesamt

$Q_{\text{TW}} =$	187 l/s	als Mittelwert aller TW-Zuflüsse
$Q_{\text{TW}} =$	301 l/s	85 Prozent aller Zuflüsse
$Q_{\text{RW}} =$	771 l/s	max Abfluss gemäß Bescheid

Zulauf Filter

$Q_{\text{RW}} =$	771 l/s
$Q_{\text{Filterspülwasser}} =$	56 l/s
$Q_{\text{maxFilter}} =$	827 l/s

**Bemessung des Kontakt-/Mischbeckens**

Aufenthaltszeit	$t =$	30,0 min
erf. Volumen des Beckens	$V =$	360,0 m <sup>3</sup>
gewählte Tiefe	$h =$	3,7 m
Oberfläche	$A =$	97,3 m <sup>2</sup>
Anzahl Mischbecken	$n =$	3,0 Stück
gewählte Länge	$L =$	5,7 m
gewählte Breite	$B =$	5,7 m

**Bemessung Absetzbecken**

erf. Aufenthaltszeit	$t =$	2,0 h
erf. Volumen des Beckens	$V =$	1.440,0 m <sup>3</sup>
erf. Oberflächenbeschickung	$q_A =$	2,0 m/h
erf. Oberfläche	$A =$	360,0 m <sup>2</sup>
Tiefe angenommen	$h =$	4,0 m
gewählte Länge	$L =$	46,2 m
Länge unter Berücksichtigung der Störzone	$L_{\text{ges}} =$	50,2 m
gewählte Breite	$B =$	7,8 m
gewählte Oberfläche	$A =$	391,2 m <sup>2</sup>
gewählte Tiefe		3,7 m

**Bemessung Rücklaufkohle (Rezirkulation)**

Rücklaufverhältnis		70%
	$Q_{RV} =$	140 l/s

**Rührwerke Kontaktbecken**

	n =	3 Stück
erf. Energieeintrag		10 W/m <sup>3</sup>
Energiebedarf		3,6 kW/h
inst. Leistung je Rührwerk		1,2 kW

**Dosierung PAK**

Dosierrate	min	5,0 mg/l
Dosierrate	max	20,0 mg/l

Berechnung der maximalen Dosiermenge zum Kontaktbecken

maximaler Zulauf zur PAK-Anlage	200,0 l/s
maximale Dosierrate	20,0 mg/l
maximale Dosiermenge	4,0 g/s
	14,4 kg/h
	345,6 kg/d
	0,5 Gew. %
	69,1 m <sup>3</sup> /d
	2,9 m <sup>3</sup> /h

Berechnung der durchschnittlichen Dosiermenge zum Kontaktbecken

mittlerer Zulauf PAK-Anlage	163,0 l/s
mittlere Dosierrate	10,0 mg/l
mittlere Dosiermenge	1,6 g/s
	5,9 kg/h
	140,8 kg/d
	0,5 Gew. %
	28,2 m <sup>3</sup> /d
	1,2 m <sup>3</sup> /h

PAK Silo

durchschnittliche Dosiermenge	140,8 kg/d
geschätzte Schüttdichte	425,0 kg/m <sup>3</sup>
durchschnittliches Volumen	0,3 m <sup>3</sup> /d
Nutzvolumen PAK-Silo	70,0 m <sup>3</sup>
Füllgewicht PAK	29,8 t
Durchmesser	3,5 m <sup>3</sup>
Notwendige Auffüllung ca. alle	211,2 d

**Dosierung Flockungshilfsmittel**

Dosierrate	min	0,15 mg/l
Dosierrate	max	0,30 mg/l

Berechnung der maximalen Dosiermenge zum Zulauf Absetzbecken

maximaler Zulauf zur PAK-Anlage	200,0 l/s
maximale Dosierrate	0,3 mg/l
maximale Dosiermenge	0,1 g/s
	0,2 kg/h
	5,2 kg/d

Berechnung der durchschnittlichen Dosiermenge zum Zulauf Absetzbecken

mittlerer Zulauf PAK-Anlage	163,0 l/s
mittlere Dosierrate	0,2 mg/l
mittlere Dosiermenge	0,0 g/s
	0,1 kg/h
	2,8 kg/d

**Dosierung Fällmittel (Eisen(III)chlorid)**

Dosierrate	min	2,0 mg/l
Dosierrate	max	8,0 mg/l

Berechnung der maximalen Dosiermenge zum Zulauf Absetzbecken

maximaler Zulauf zur PAK-Anlage	200,0 l/s
maximale Dosierrate	8,0 mg/l
maximale Dosiermenge	1,6 g/s
	5,8 kg/h
	138,2 kg/d
zusätzliche TS-Bildung gemäß DWA-A 202	2,5 g/gFE
zusätzliche TS-Fracht	14,4 kg/h

Berechnung der durchschnittlichen Dosiermenge zum Zulauf Absetzbecken

mittlerer Zulauf PAK-Anlage	163,0 l/s
mittlere Dosierrate	4,0 mg/l
mittlere Dosiermenge	0,7 g/s
	2,3 kg/h
	56,3 kg/d
zusätzliche TS-Bildung gemäß DWA-A 202	2,5 g/gFE
zusätzliche TS-Fracht	5,9 kg/h

**Bemessung Kohleentnahme**

Entnahme aus Kontakt-/ Mischbecken (TS = 3,5 bis 5,0 g/l)

Neben der Aktivkohle befindet sich TS aus dem Ablauf der NK  
 und der durch Fällung gebildete TS im Becken.

Entnahmemenge = Zufuhrmenge (s. Dosierung PAK+Fällmittel)+AFS im Ablauf Absetzbecken (ca. 10 mg/l)

Berechnung der maximalen Kohleentnahme

$B_{dos,PAK} =$	14,4 kg/h
$B_{dos,Fäll} =$	14,4 kg/h
$B_{AFS,ab} =$	<u>7,2 kg/h</u>
$B_{total} =$	36,0 kg/h
	864,0 kg/d
$TS_{min} =$	3,5 g/l
$Q_{ÜS} =$	10,3 m <sup>3</sup> /h
	246,9 m <sup>3</sup> /d

Berechnung der mittleren Kohleentnahme

$B_{dos,PAK} =$	5,9 kg/h
$B_{dos,Fäll} =$	5,9 kg/h
$B_{AFS,ab} =$	<u>7,2 kg/h</u>
$B_{total} =$	18,9 kg/h
	454,5 kg/d
$TS_{mittel} =$	4,3 g/l
$Q_{ÜS} =$	4,5 m <sup>3</sup> /h
	106,9 m <sup>3</sup> /d

### Klärtechnische Bemessung Variante 2a GAK Nachgeschaltete Druckkessel

Der Klärwerkszulauf von  $Q = 200$  l/s wird nach einer Auswertung im Jahr 2011 durch die Hydro Ingenieure in ca. 73% aller Meßwerte unterschritten. Diese Abwassermenge soll zukünftig durch nachgeschaltete GAK-Adsorber in Form von Druckkesseln weiter gereinigt werden.

Hydraulische Daten:

Teilstrom zur GAK-Anlage:

$Q_{\max} =$	200 l/s	
	720 m <sup>3</sup> /h	
	entspricht 70 - 73% der Jahresabwassermenge	
$Q_{\text{mittel}} =$	163 l/s	aus Auswertung Teilstromzulauf

Zulauf Kläranlage gesamt

$Q_{\text{TW}} =$	187 l/s	als Mittelwert aller TW-Zuflüsse
$Q_{\text{TW}} =$	301 l/s	85 Prozent aller Zuflüsse
$Q_{\text{RW}} =$	771 l/s	max Abfluss gemäß Bescheid

Zulauf Filteranlage

$Q_{\text{RW}} =$	771 l/s
$Q_{\text{Filterspülwasser}} =$	56 l/s
$Q_{\text{maxFilter}} =$	827 l/s

#### 1. Bemessung des Zulaufpumpwerkes für den Teilstrom

Installation eines Pumpwerkes

Gewählt	2 Pumpen, selbstansaugend
	+ 1 Reservepumpe
je	100 l/s
	Pumpen regelbar über FU

#### 2. Bemessung der GAK-Adsorber als Stahl-Druckfilter

maximale Filtergeschwindigkeit		10,0 m/h
gewählt (bei $Q_{\max}$ ):	$v =$	9,5 m/h
Filterbetthöhe		1,0 - 3,0 m
gewählt	$H =$	3,0 m
Filterhöhe gesamt	$H_{\text{ges}} =$	4,0 m
erf. Oberfläche	$A_{\text{ges}} =$	75,8 m <sup>2</sup>
maximaler Durchmesser	$D =$	4,2 m
gewählter Durchmesser	$D =$	4,1 m
Oberfläche 1 Adsorber	$A =$	13,2 m <sup>2</sup>
erf. Anzahl Adsorber	$n =$	5,8 Stck
gewählte Anzahl Filter (n+1)	$n =$	6,0 Stck
Gesamtvolumen Adsorber	$V_{\text{ges}} =$	237,6 m <sup>3</sup>
Kontaktzeit		10 - 30 min
errechnet:	$t =$	19,8 min

Nachweis Filtergeschwindigkeit bei  $Q_{max}(n - 1)$

Filtergeschwindigkeit  $v = 10,9 \text{ m/h}$

Nachweis Kontaktzeit bei  $Q_{max}(n - 1)$

Kontaktzeit  $t = 16,5 \text{ min}$

Filtergeschwindigkeit bei  $Q_{mittel}(n)$

$v = 7,4 \text{ m/h}$

Filterlaufzeit/ Standzeit

1.) über Bettvolumina

Bettvolumina

20.000 - 30.000  $\text{m}^3 \text{ Wasser/m}^3 \text{ GAK}$

gewählt:

12.500  $\text{m}^3 \text{ Wasser/m}^3 \text{ GAK}$

Standzeit

$t_F = 211 \text{ d}$  mittlerer Zufluss

Dichte

300  $\text{kg/m}^3$

Mittlere Standzeit

10 Monate

Mittlerer Jahresverbrauch GAK

292  $\text{m}^3/\text{a}$   
88  $\text{t/a}$

Erstbefüllung GAK

71 t

**3. Bemessung Spülwasserpumpen**

maximale Spülgeschwindigkeit  $v = 25 - 30 \text{ m/h}$   
 $v = 27 \text{ m/h}$

Spüldauer  $t = 10 \text{ min}$

Spülintervall 1 mal wöchentlich

$Q = 356 \text{ m}^3/\text{h}$   
99  $\text{l/s}$

Gewählt

2 Pumpen, selbstansaugend  
+ 1 Reservepumpe  
je 50  $\text{l/s}$   
Pumpen regelbar über FU

Spülwasserbecken  $V = 59 \text{ m}^3$

Spülabwasserbecken  $V = 59 \text{ m}^3$

**4. Bemessung Spülluftgebläse**

maximale Spülgeschwindigkeit  $v = 60 \text{ m/h}$   
 $v = 60 \text{ m/h}$

Spüldauer 3 min

Spülintervall

1 mal wöchentlich

Q =

792 m<sup>3</sup>/h

Gewählt

2 Gebläse  
+ 1 Reservegebläse  
je 396 m<sup>3</sup>/h

**Klärtechnische Bemessung Variante 3  
 Ozonung**

Der Klärwerkszulauf von  $Q = 200 \text{ l/s}$  wird nach einer Auswertung im Jahr 2011 durch die Hydro Ingenieure in ca. 73% aller Meßwerte unterschritten. Diese Abwassermenge soll zukünftig mit einer Ozonanlage weiter gereinigt werden.

Hydraulische Daten:

Teilstrom zur PAK-Anlage:

$Q_{\max} =$	200 l/s	
	720 m <sup>3</sup> /h	
	entspricht 70 - 73% der Jahresabwassermenge	
$Q_{\text{mittel}} =$	163 l/s	

Zulauf Kläranlage gesamt

$Q_{\text{TW}} =$	187 l/s	als Mittelwert aller TW-Zuflüsse
$Q_{\text{TW}} =$	301 l/s	85 Prozent aller Zuflüsse
$Q_{\text{RW}} =$	771 l/s	max Abfluss gemäß Bescheid

Zulauf Filter

$Q_{\text{RW}} =$	771 l/s
$Q_{\text{Filterspülwasser}} =$	56 l/s
$Q_{\text{maxFilter}} =$	827 l/s

**1. Bemessung des Ozonungsreaktors**

Aufenthaltszeit bei $Q_{\max}$	$t =$	10,0 min
erf. Volumen des Beckens	$V =$	120,0 m <sup>3</sup>
gewähltes Volumen des Beckens	$V =$	120,0 m <sup>3</sup>
gewählte Tiefe	$h =$	4,5 m
Oberfläche	$A =$	26,7 m <sup>2</sup>
gewählte Länge	$L =$	7,6 m
gewählte Breite	$B =$	3,5 m

Ozonungsreaktor ausgebildet als einstraßige Kaskade

### 3. Bemessung Ozondosierung

Dosierrate	min	2,0 mgO <sub>3</sub> /l
	mittel	5,0 mgO <sub>3</sub> /l
Dosierrate	max	10,0 mgO <sub>3</sub> /l

#### Berechnung der maximalen Dosiermenge

maximaler Zulauf zur Ozon-Anlage	200,0 l/s
maximale Dosierrate	10,0 mgO <sub>3</sub> /l
maximale Dosiermenge	2,0 gO <sub>3</sub> /s
	7,2 kg/h
	172,8 kg/d
	63.072,0 kg/a

#### Berechnung der durchschnittlichen Dosiermenge

mittlerer Abwasserzulauf zur Ozon-Anlage	163,0 l/s
mittlere Dosierrate	7,5 mgO <sub>3</sub> /l
mittlere Dosiermenge	1,2 g/s
	4,4 kg/h
	105,6 kg/d
	38.552,8 kg/a

### 4. Bemessung Sauerstoffbedarf

Zur Herstellung eines Kilogramms Ozon wird ca. die 10-fache Menge Sauerstoff benötigt.

#### Berechnung der maximalen Menge

72,0 kg/h
1.728,0 kg/d
630.720,0 kg/a

#### Berechnung der durchschnittlichen Menge

44,0 kg/h
1.056,2 kg/d
385.527,6 kg/a

Energiebedarf	7 - 15 kWh/kgO <sub>3</sub>
---------------	-----------------------------