

VORHABEN

Kläranlage Kreuzwertheim

Erneuerung der wasserrechtlichen Einleiterlaubnis

VORHABENSTRÄGER

Markt Kreuzwertheim

LANDKREIS

Main-Spessart

HYDRAULISCHE BERECHNUNGEN

April 2019

VORHABENSTRÄGER:

Markt Kreuzwertheim
Über VG Kreuzwertheim
Lengfurter Straße 8
97892 Kreuzwertheim

T +49 9342 9260-0

Kreuzwertheim,

AUFGESTELLT:

BAURCONSULT
Niederlassung Würzburg
Goerdelerstraße 4
97084 Würzburg
T +49 931 9917 404 0

Würzburg, 30.04.2019



INHALTSVERZEICHNIS

SEITE

1.	Allgemeines	3
2.	Zweck des Vorhabens	3
3.	Vorgehensweise	3
4.	Berechnungsgrundlagen.....	4
5.	Berechnungsanhang.....	12

1. Allgemeines

Im Rahmen der Erneuerung der wasserrechtlichen Einleiterlaubnis wurde eine hydraulische Überrechnung der Kläranlage durchgeführt.

Die Vorgehensweise und Ergebnisse der hydraulischen Berechnungen werden in diesem eigenständigen Bericht erläutert und dargestellt.

2. Zweck des Vorhabens

Eine hydraulische Berechnung der Kläranlage Kreuzwertheim liegt den Entwurfsunterlagen der Genehmigung der Kläranlage aus dem Jahr 1997 vor. Für die Kläranlage wurde im Nachgang eine Texturplanung vorgelegt, weshalb die hydraulische Berechnung für die Texturplanung durchgeführt wurde.

Dabei wird in einer hydraulischen Berechnung der Fließwege der Kläranlage unter anderem die einwandfreie hydraulische Funktion der einzelnen Anlagenteile bestimmt. Die Berechnung erfolgt i.d.R. für unterschiedliche Durchflüsse.

Der rückstaufreie Abfluss aus der Kläranlage muss dabei grundsätzlich bei einem festzulegenden maximalen Wasserstand des Vorfluters- i.d.R. Wasserstand bei 100-jährlichem Hochwasser HW100 nachgewiesen werden.

Im Rahmen der Entwurfsplanung des IB Miller wurde bereits die Hochwasserfreilegung des Kläranlagen-geländes nachgewiesen. Ein diesbezüglicher Nachweis erfolgt in der hydraulischen Berechnung nicht.

Die berechneten Wasserspiegel im Nachklärbecken (Ausführungsplanung IB Miller $Q_m = 140,33 \text{ m} \ddot{u} \text{NN}$) und der hydraulischen Berechnung ($Q_m 140,55 \text{ m} \ddot{u} \text{NN}$) sowie im Belebungsbecken (Ausführungsplanung IB Miller $Q_m = 140,54 \text{ m} \ddot{u} \text{NN}$) sind deckungsgleich.

3. Vorgehensweise

Die hydraulische Berechnung basiert auf allgemein anerkannten Berechnungsverfahren der technischen Hydraulik sowie weitergehenden Methoden z.B. der Sammel-, Verteilrinnen und Tauchrohrberechnung. Sonderfälle werden durch hydraulische Ersatzsysteme beschrieben.

Der Nachweis der durch die geplanten Maßnahmen eintretenden hydraulischen Verluste als Energie- oder Druckhöhe bzw. des damit verbundenen Rückstaus führt zur rechnerischen Betrachtung der einzelnen hydraulischen Elemente entlang des Fließweges gegen die Fließrichtung.

Damit werden für den Betriebslastfall „Normalbetrieb“ 2 Durchflusslastfälle definiert (Trockenwetterzufluss und Mischwasserzufluss).

Hydraulisch relevante Elemente wie Druckrohre, offene Gerinne, unvollkommene Überfälle können insbesondere zur Festlegung der jeweilig zu beachtenden Grenzfälle nur iterativ gelöst werden. Die Berechnungen werden daher EDV-gestützt mit Arbeitsblättern aus EXCEL-Tabellen durchgeführt. Dadurch können die hydraulischen Berechnungen von Kläranlagen erheblich vereinfacht und übersichtlicher gestaltet werden.

Für die elektronische Berechnung der hydraulischen Verhältnisse einer Kläranlage müssen alle geometrischen und hydraulischen Informationen lückenlos bereitgestellt werden. Die Aneinanderreihung verschiedener hydraulisch wirksamer Elemente, die entsprechend des Abflusses miteinander verknüpft sind, führt zur Verwendung klar strukturierter Eingabe- und Berechnungsformulare in Tabellenform. Für jedes Element steht eine Berechnungstabelle zu Verfügung. Damit können praktisch alle hydraulischen Situationen in Kläranlagen direkt nachgewiesen werden.

Zur Unterscheidung der einzelnen Elemente werden diese entsprechend des Fließweges durchnummeriert. Damit kann der Fließweg durch die Anlage sehr übersichtlich als Systemplan dargestellt werden.

Die Ausgabe kann aus einer zusammenhängenden Tabelle elementweise erfolgen. Es werden dargestellt:

- Elementbezeichnung, Strang-Nummer, Durchfluss
- Länge, Sohlhöhen, Gefälle und Gerinnetiefen
- Fließtiefen und Wasserspiegellagen
- durchströmter Querschnitt und Fließgeschwindigkeit
- hydraulische Verluste (unterschieden nach kontinuierlichen und Einzelverlusten)
- Hinweise auf strömungstechnische Besonderheiten, Absoluthöhen in müNN

Jedes Element enthält damit alle Informationen, die auch für den hydraulischen Längsschnitt relevant sind.

Sämtliche Anlagenteile vom Verteilerbauwerk der Belebung bis zum Zulauf des Verteilerbauwerks der Nachklärung konnten hydraulisch nachgewiesen werden.

4. Berechnungsgrundlagen

Allgemeine Grundlagen

1. Alle Höhenangaben in Metern über Normal Null [müNN]
2. Die angegebenen Höhen haben 3 Stellen hinter dem Komma um Auf- und Abrundungen zu vermeiden; nicht der Genauigkeit wegen
3. Örtliche Verluste werden zur Sicherheit als Globalverluste gerechnet.
4. Rauigkeitswerte für
 - a) Kanäle + Rohrleitungen, Betriebsrauigkeit $k_D = 0,50 \text{ mm}$ (Annahme nach DWA)
 - b) Metallrinnen $k_{St} = 90 \text{ m}^{(1/3)}/\text{s}$

c) Betonrinnen $k_{St} = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

d) Rinnen, Beton und Metall $k_{St} = \text{Mischwert}$

Fließgeschwindigkeiten

1. Vor und bis nach der Belegung $v \geq 0,15 \text{ m/s}$

Formeln

1. Gerinne (*Manning-Strickler-Formel*) [1]

Formel für die Querschnittsflächen von Rechteck-, Trapez-, Sohltrapez-, Dreieck-, Sohl dreieckrinnen sowie gleichfalls für Rinnen mit einseitiger Querschnittsfläche.

$$Q = A \cdot k_{St} \cdot \left(\frac{A}{l_u}\right)^{2/3} \cdot J^{1/2} \quad [\text{m}^3 / \text{s}]$$

$$Q = A \cdot k_{St} \cdot r_{Hy}^{2/3} \cdot J^{1/2} \quad [\text{m}^3 / \text{s}]$$

$$Q = A \cdot v \quad [\text{m}^3 / \text{s}]$$

mit:

Q = Abfluss $[\text{m}^3/\text{s}]$

A = Abflussquerschnitt $[\text{m}^2]$ ausgewählte Rauheiten nach [1]:

k_{St} = Rauheiten (n. Strickler) $[\text{m}^{1/3}/\text{s}]$ $k_{St, \text{Beton}} = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

$k_{St, \text{Metall}} = 90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

r_{Hy} = hydraulischer Radius $[\text{m}^{2/3}]$

J = Sohlgefälle $[-]$

v = mittlere Fließgeschwindigkeit. $[\text{m/s}]$

2. Sammelrinnen [1]

Instationärer Abfluss in Ablaufrinnen von Klärbecken. Der Abfluss nimmt von 0 auf Q in Ablaufrinnen zu. Das Ablaufwehr wird gleichmäßig über die gesamte Länge beaufschlagt.

a) Horizontale Sohle und h_{gr} am Ablauf

$$h_o = h_{gr} \sqrt{3} \quad [\text{m}]$$

b) Horizontale Sohle und vom Unterwasser her bestimmte Ablauftiefe h_u

$$h_o = h_u \cdot \sqrt{2 \left(\frac{h_{gr}}{h_u} \right)^3 + 1} \quad [m]$$

c) geneigte Sohle und beliebige Unterwassertiefe h_u

$$h_o = h_u \left(\sqrt{2 \left(\frac{h_{gr}}{h_u} \right)^3 + \left[1 - \frac{J \cdot L}{3 h_u} \right]^2} - 2 \frac{J \cdot L}{3 h_u} \right) \quad [m]$$

mit:

h_o	=	Fließtiefe am Rinnenende [m]
h_u	=	Fließtiefe, vom Unterwasser bestimmt [m]
h_{gr}	=	Grenzabflusstiefe [m]
J	=	Sohlgefälle [-]
L	=	Rinnenlänge [m]

3. Iterative Wasserspiegellinienberechnung [2]

Abflusszustand: Stationär - Ungleichförmig; $J_E \neq J_{WSP} \neq J_{So}$

$$\Delta h_{WSP} = \frac{v_m^2}{k_{St}^2 \cdot r_{Hy,m}^{2/3}} - \beta \frac{(v_o^2 - v_u^2)}{2g} \quad [m]$$

mit:

v_m	=	Q/A_m	mittl. Geschwindigkeit
A_m	=	$(A_o + A_u) / 2$	mittl. Querschnitt
$r_{Hy,m}$	=	$A_m / l_{u,m}$	mittl. hyd. Radius
$l_{u,m}$	=	$(l_{Uo} + l_{Uu}) / 2$	mittl. benetzter Umfang
β	=	Korrekturbeiwert, zur Berücksichtigung der durch den ungleichförmigen Abfluss entstehenden zusätzlichen Verlust.	

bei $v_o < v_u$ (Beschleunigung): $\beta = 1$

$v_o > v_u$ (Verzögerung): $\beta = 0,5$

4. Überlaufschwelle (*Poleni-Formel*) [1]

Berechnungsformel für glatten, vollkommenen Abfluss

$$h_{\ddot{u}} = \left(\frac{3 \cdot Q}{2 \cdot \mu \cdot b \cdot \sqrt{2g}} \right)^{2/3} \quad [\text{m}]$$

mit:

b = abflusswirksame Überfalllänge [m]

Q = Abfluss [m³/s]

$h_{\ddot{u}}$ = Überfallhöhe (bezogen auf der Wehrkante) [m]

μ = Überfallbeiwert [-]

= 0,5 (breit, scharfkantig, waagerecht)

= 0,64 (scharfkantig, Überfallstrahl belüftet)

= 0,75 (rundkroniges Wehr)

5. Überlaufschwelle nach DIN 19558, Form A (Dreieckzahnung)

$$h_{\ddot{u}} = \left(\frac{q}{\frac{8}{15} \cdot n_e \cdot \mu \cdot \sqrt{2g}} \right)^{2/5} \quad [\text{m}]$$

mit:

μ = 0,59 (Überfallbeiwert)

n_e = 6,667 (Anzahl der Dreieckseinschnürung pro lfd. m)

q = Abfluss [m³/h/m]

6. Unvollkommener Überfall [1]

Der hydraulische Einfluss auf den Überfallvorgang wird in der *Poleni*- Formel durch einen c - Beiwert berücksichtigt. Die Größe der Abflussminderung hängt vom Abflussprofil und vom Einstauverhältnis ($h_u/h_{\ddot{u}}$) ab.

$$h_{\ddot{u}} = \left(\frac{3 \cdot Q}{2 \cdot c \cdot l \cdot \mu \cdot \sqrt{2g}} \right)^{2/3} \quad [\text{m}]$$

mit:

$h_{\ddot{u}}$ = Wasserspiegelhöhe oberwasserseitig der Wehrschwelle [m]

h_u = Wasserspiegelhöhe unterwasserseitig der Wehrschwelle [m]

c = Beiwert nach Tabelle [-]

$h_u/h_{\ddot{u}}$	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
c	1,0	0,99	0,98	0,97	0,96	0,94	0,91	0,86	0,78	0,62	0,00

Tab.1: c-Beiwerte für das scharfkantige Überfallprofil

7. Grenzabflußtiefe beim Kreisprofil [2]

Grenze zwischen Strömen und Schießen ($Fr=1$). Die Grenztiefe h_{gr} stellt sich überall da ein, wo sich der Abfluss unabhängig vom Unterwasser einstellen kann.

$$h_{gr} = d \sin^2 \left(\frac{\varphi_{gr}}{4} \right) \quad [\text{m}]$$

φ_{gr} implizit gegeben durch:

$$\frac{(\varphi_{gr} - \sin \varphi_{gr})^3}{\sin \left(\frac{1}{2} \varphi_{gr} \right)} = \frac{512 \cdot Q^2}{g \cdot d^2}$$

$$A = \frac{d^2}{8} (\varphi - \sin \varphi) \quad [\text{m}^2]$$

$$v_{gr} = \sqrt{g \frac{A_{gr}}{b_{sp}}} \quad [\text{m} / \text{s}]$$

8. Grenztiefe beim Rechteckprofil [2]

$$h_{gr} = \sqrt{\frac{Q^2}{b^2 \cdot g}} \quad [\text{m}]$$

$$v_{gr} = \sqrt{g \cdot h_{gr}} \quad [\text{m/s}]$$

$$Q = 1,705 \cdot b \cdot \left(\left(\frac{3}{2}\right) \cdot h_{gr}\right)^{3/2} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

9. Druckrohrleitung (Düker)

Abflussgleichung für kreisförmige Rohre nach Prandtl-Colebrook :

$$Q = A \cdot \left(-2 \cdot \log \left[\frac{2,51 \cdot 1,31 \cdot 10^{-6}}{DN \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot J \cdot DN}} + \frac{k}{3,71 \cdot DN} \right] \right) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot J \cdot DN} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Bei der Druckrohrströmung treten entlang des Fließweges kontinuierliche und örtlich konzentrierte Fließverluste auf. Kontinuierliche Energieverluste werden durch die Rohrreibung verursacht. Örtliche Energieverluste treten infolge Querschnittsänderungen, Einbauten und Verzweigungen auf.

Die Verlusthöhen sind von der aktuellen Geschwindigkeitshöhe $v^2/2g$ und dem jeweiligen Verlustbeiwert ζ_i abhängig:

$$\Delta h_v = \left(\lambda \cdot \frac{1}{D} + \sum \zeta_i \right) \cdot \frac{v^2}{2g} \quad [\text{m}]$$

10. Überströmte Tauchwand [1]

Tauchwandverlust und Überfallhöhe müssen gleich groß sein. Die Tauchwandlänge wird vorgewählt.

Tauchwandverlust: Berechnung der Überfallhöhe nach der *Poleni*-Formel.

$$h_{v,T} = \left(\frac{Q_T}{\mu \cdot b \cdot a \cdot \sqrt{2g}} \right)^2 \quad [\text{m}]$$

mit:

$h_{v,t}$ = WSP-Differenz [m]

a = Tauchwandöffnungshöhe [m]

b = Tauchwandöffnungsbreite [m]

μ	=	Abflussbeiwert [-]
Q_T	=	Volumenstrom, der unter der Tauchwand abfließt [m ³ /s]

11. Kontinuitätsgleichung [1]

Der Durchfluss ist an jeder Stelle der Stromröhre (Druckrohr- bzw. Gerinneströmung) gleich. Ein- und aus- tretendes Wasservolumen müssen identisch sein.

$$Q = A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 = \text{const.} \quad [\text{m}^3 / \text{s}]$$

mit:

Q	=	Volumenstrom $[\text{m}^3/\text{s}]$
A	=	Durchflussfläche $[\text{m}^2]$
v	=	mittlere Fließgeschwindigkeit. $[\text{m}/\text{s}]$

AUFGESTELLT

BAURCONSULT
Niederlassung Würzburg
Goerdelerstraße 4
97084 Würzburg
T +49 931 9917404 0

Würzburg,



i. A. Volker Gottwald
Niederlassungsleiter

1) Ablaufkanal - Freispiegelleitung DN 400													Freispiegelleitung Stahlbetonrohr			
geg.:		L [m]	DN [mm]	D [m]	A [m²]	k [mm]	k/D [-]	JS0 [-]	Dichte kg/m³	Rso-OW müNN	Rso-UW müNN					
		5,00	400	0,4	0,13	0,25	6,25E-04	0,0224	998	134,55	134,38					
Verlust beiwerte:													Summe			
													0,000			
Z																
	Abwasser [l/s]	I+III [l/s]	Q _{beness} [l/s]	Füllhöhe [m]	v [m/s]	A m²	benetzter Umfang [m]		rHy [m]	Re [-]	λ [-]	Δh m	WSP_OW [müNN]	WSP_UW [müNN]		
Qt			50,0	0,03	0,42	0,12	6,58		0,018	3,00E-04	0,005	0,003	134,580	134,407		
Qm			100,0	0,23	1,35	0,074	0,684		0,108	5,80E-05	0,018	0,019	134,797	134,608		

BAURCONSULT
ARCHITEKTEN INGENIEURE

3) Ablaufkanal - Freispiegelleitung DN 400																	Freispiegelleitung Stahlbetonrohr	
geg.:	L	DN	D	A	k	v	Füllhöhe	Q _{gemess}	I+III	Abwasser	benetzter Umfang	rHy	Re	λ	Δh	WSP_OW	WSP_UW	
	[m]	[mm]	[m]	[m²]	[mm]	[m/s]	[m]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[m]	[m]	[-]	[-]	[m]	[müNN]	[müNN]	
Verlust beiwerte:	21,00	400	0,4	0,13	0,25	0,42	0,03	50,0			6,581	0,018	3,00E-04	0,005	0,013	135,490	134,586	
						1,35	0,23	100,0			0,684	0,108	5,80E-05	0,018	0,080	135,758	134,856	
Z																		Summe
																		0,000

4) Schachtbauwerk 108														Betonschacht			
geg.: Verlust beiwerte:	L [m]	DN [mm]	D [m]	A [m²]	k [mm]	v [m/s]	Füllhöhe [m]	Q _{gemess} [l/s]	I+III [l/s]	Abwasser [l/s]	benetzter Umfang [m]	rHy [m]	Re [-]	λ [-]	Δh m	WSP_OW [müNN]	WSP_UW [müNN]
	1,00	400	0,4	0,13	0,25	0,42	0,03	50,0			6,581	0,018	3,00E-04	0,005	0,013	135,490	134,586
						1,35	0,23	100,0			0,684	0,108	5,80E-05	0,018	0,080	135,758	134,856
																WSP IM ABLAUFSCHACHT	
																Summe	
																0,750	

5) Ablaufkanal - Freispiegelleitung DN 400														Freispiegelleitung Stahlbetonrohr			
geg.: Verlust beiwerte:	L [m]	DN [mm]	D [m]	A [m²]	k [mm]	v [m/s]	Füllhöhe [m]	Q _{gemess} [l/s]	I+III [l/s]	Abwasser [l/s]	benetzter Umfang [m]	rHy [m]	Re [-]	λ [-]	Δh m	WSP_OW [müNN]	WSP_UW [müNN]
	32,00	400	0,4	0,13	0,25	0,42	0,03	50,0			6,581	1,80E-02	3,00E-04	0,005	0,020	137,097	135,497
						1,35	0,23	100,0			0,684	0,108	5,80E-05	0,018	0,122	137,400	135,826
																WSP IM ABLAUFSCHACHT	
																Summe	
																0,000	

6) Schachtbauwerk 107													Betonschacht			
geg.:		Länge [m]	Breite		Dichte kg/m³		Rso-OW müNN	Rso-UW müNN								
		1,00			998			137,05								
Verlust beiwerte:		Gemäß Tabelle 9 DWA 110			Rohreinlauf											
z		0,25	0,50	Summe												
		0,750														
		Abwasser [l/s]	I+III [l/s]	Q _{beness} [l/s]	Füllhöhe [m]	v [m/s]	A m²	benetzter Umfang [m]	rHy [m]	Re [-]	λ [-]	Δh m	WSP_OW [müNN]	WSP_UW [müNN]		
Qt		50,0			0,30	0,165	0,003								137,097	137,400
Qim		100,0			0,29	0,350	0,003								137,403	137,400

7) Schachtbauwerk 107 - Überfallsschwelle														Überfallsschwelle		
geg.:		Länge [m] 2,00		Dichte kg/m³ 998		Schwellen höhe müNN 138,85		Summe 0,000								
Verlust beiwerte:																
Z																
		Abwasser [l/s]	I+III [l/s]	Q _{bermess} [l/s]	2°g m/s²	Überfall- beiwert [-]	A m²	benetzter Umfang [m]	rHy [m]	Re [-]	λ [-]	Δh m	WSP_OW [müNN]	WSP_UW [müNN]		
Qt														0,062	138,912	137,100
Qm														0,098	138,948	137,403

8) Schachtbauwerk 107														Betonrschacht	
geg.:		Länge [m]	Breite		Dichte kg/m³		Rso-OW müNN	Rso-UW müNN							
		1,00			998		138,5	138,50							
Verlust beiwerte:		Gemäß Tabelle 9 DWA 110				Rohrschlauf		Summe							
Z		0,15		1,00		1,150									
		Abwasser [l/s]	I+III [l/s]	Q _{bermess} [l/s]	Füllhöhe [m]	v [m/s]	A m²	benetzter Umfang [m]	rHy [m]	Re [-]	λ [-]	Δh m	WSP_OW [müNN]	WSP_UW [müNN]	
Qt				50,0	0,06	0,824	138,912								138,948
Qm				100,0	0,11	0,896	138,949								138,948

9) Ablaufmengenmessung MID - Rohrleitung DN 400												Druckrohrleitung				
geg.:		L [m]	DN1 [mm]	D1 [m]	DN2 [mm]	D2 [m]	Dichte kg/m³	Rso-OW müNN	Rso-UW müNN	Summe						
		0,50	250	0,25	400	0,4	998	138,5	138,50	0,410						
Verlust beiwerte:		Erweiterung														
		0,41														
Z																
		Abwasser [l/s]	I+III [l/s]	Q _{bemess} [l/s]	Füllhöhe [m]	v [m/s]	A m²	benetzter Umfang [m]	r _{Hy} [m]	Re [-]	λ [-]	Δh m	WSP_OW [müNN]	WSP_UW [müNN]		
Qt														0,021	138,933	138,912
Qm														0,085	139,034	138,949

10) Ablaufmengenmessung MID - Rohrleitung DN 250												Druckrohrleitung	
geg.:	L	DN1	D1	Viskosität ν	k	Dichte kg/m³	Rso-OW müNN	Rso-UW müNN	Summe 0,080				
	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[mm]								
Verlust beiwerte:	4,20	250	0,25	1,02E-04	0,25	998	138,575	138,58					
z	MID					benetzter Umfang [m]	Re [-]	λ [-]	Δh m	WSP_OW [müNN]	WSP_UW [müNN]		
0,08													
Qt	Abwasser [l/s]	I+III [l/s]	Q _{bemess} [l/s]	Füllhöhe [m]	v [m/s]	A m²	2494102,93		0,022	138,955	138,933		
Qm			100,0		2,04	0,049	4988205,86		0,088	139,122	139,034		

11) Ablaufleitung Nachklärung - Rohrleitung DN 400												Druckrohrleitung	
geg.:	L	DN1	D1	Viskosität ν	k	Dichte kg/m³	Rso-OW müNN	Rso-UW müNN	Summe				
	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[mm]								
Verlust beiwerte:	3,80	400	0,4	1,02E-04	0,25	998	138,5	138,50	0,020				
z	Reduktion					benetzter Umfang [m]	Re [-]	λ [-]	Δh m	WSP_OW [müNN]	WSP_UW [müNN]		
	0,02												
Qt	Abwasser [l/s]	I+III [l/s]	Qbemess [l/s]	Füllhöhe [m]	v [m/s]	A m²	1558814,33		0,002	138,957	138,955	138,955	
Qm			100,0		0,80	0,126	3117628,66		0,006	139,128	139,122	139,122	

12) Ablaufleitung Nachklärung - Rohrleitung DN 400													Druckrohrleitung	
geg.:	L	Breite		Dichte	Rso-OW	Rso-UW	benetzter Umfang	r _{Hy}	Re	λ	Δh	WSP_OW	WSP_UW	
	[m]	[m]	müNN											müNN
Verlust beiwerte:	0,50	0,50		998	138,5	138,50								
	Rohreinlauf												Summe	
z	0,50												0,500	
	Abwasser	I+III	Q _{bemess}	Füllhöhe	v	A								
Qt			50,0		0,22	0,228					0,001	138,958	138,957	
Qm			100,0		0,32	0,314					0,003	139,130	139,128	

13) Sammelrinne Nachklärung													offenes Gerinne		
geg.:	L	Breite		Dichte	Rso-OW	Rso-UW	benetzter Umfang	rHy	Re	λ	Δh	WSP_OW	WSP_UW		
	[m]	[m]	[m]											müNN	müNN
	20,80	0,50		998	140,15	139,90									
Verlust beiwerte:														Summe	
z														0,000	
	Abwasser	I+III	Q _{bemess}	Füllhöhe	v	A									
	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[m]	[m/s]	m²	[m]								
Qt			25,0	0,06	0,79		0,627	0,051	1,60E-05	0,022	0,070	139,970	139,900		
Qm			50,0	0,10	0,99		0,701	0,072	2,80E-05	0,020	0,071	140,072	139,900		

14) Überfallsschwelle Nachklärbecken													Überfallsschwelle		
geg.:	L	Breite	Schwellen- höhe	Beckendurch- messer	Zahnnorm A	Oberkante Schwelle							Summe 0,000		
	[m]	[m]	müNN	m	m	müNN									
Verlust beiwerte:	82,31	0,50	140,3	26,20	0,05	140,35							0,025	140,325	140,329
z	Rohreinlauf													0,029	140,329
	Abwasser	I+III	Q _{abmess}	Füllhöhe	Überfall- beiwert	2°g							Δh	WSP_OW	
	[l/s]	[l/s]	m³/s	[m]	[-]	m/s²							m	[müNN]	
Qt			0,1	0,06	0,55	9,810							0,025	140,325	
Qm			0,1	0,10	0,55	19,620							0,029	140,329	

15) Auslauf Mittelbauwerk													Schachtbauwerk	
geg.:		Höhe [m]	Breite [m]	Anzahl [st]	Dichte kg/m³									
		1,00	1,60	4	998									
Verlust belwerte:		Gemäß Tabelle 9 DWA 110												
Z		0,15	Rohrauslauf 1,00	Lamellen 1,00	Summe 2,150									
		Abwasser [l/s]	I+III [l/s]	Q _{business} [l/s]	Füllhöhe [m]	v [m/s]	A m²	benetzter Umfang [m]	rHy [m]	Re [-]	λ [-]	Δh m	WSP_OW [müNN]	WSP_UW [müNN]
Qt		87,5				0,01		6,400			0,000		140,325	140,325
Qm		175,0				0,03		6,400			0,000		140,329	140,329

16) Mittelbauwerk Nachklärbecken														Schachtbauwerk	
geg.:		Durchmesser [m]		Dichte kg/m³											
		2.50		998											
Verlust belwerie:		Gemäß Tabelle 9 DWA 110		Rohrauslauf										Summe	
Z		0,15		1,00										1,150	
		Abwasser [l/s]	I+III [l/s]	Q _{beimess} [l/s]	Füllhöhe [m]	v [m/s]	A m²	benetzter Umfang [m]	rHy [m]	Re [-]	λ [-]	Δh m	WSP_OW [müNN]	WSP_UW [müNN]	
Qt				87,5		0,02	4,909					0,000	140,325	140,325	
Qm				175,0		0,04	4,909					0,000	140,329	140,329	

17) Zulaufdüker Nachklärbecken													Druckrohrleitung	
geg.:	L [m]	DN1 [mm]	D1 [m]	Viskosität [mm]	k [mm]	Dichte kg/m³								
	39,50	500	0,5	1,02E-04	0,25	998								
Verlust belwerte:							Summe							
Z	Formstücke						3,00							
	Abwasser [l/s]	I+III [l/s]	Q _{beimes} [l/s]	Füllhöhe [m]	v [m/s]	A m²	benetzter Umfang [m]	rHy [m]	Re [-]	λ [-]	Δh m	WSP_OW [müNN]	WSP_UW [müNN]	
Qt			87,5		0,45	0,196			2,18E+06	0,027	0,051	140,380	140,329	
Qm			175,0		0,89	0,196			4364680,12	0,027	0,205	140,534	140,329	

18) Zulaufleitung Belebungsbecken											Druckrohrleitung			
geg.:	L	DN1	D1	Viskosität ν	k	Dichte					Summe			
	[m]	[mm]	[m]	[mm]	[mm]	kg/m³								
Verlust beiwerte:	30,00	400	0,4	1,02E-04	0,25	998								
	Formstücke													
	2,50													
	Abwasser	I+III	Q _{bemess}	Füllhöhe	v	A	benetzter Umfang	rHy	Re	λ		Δh	WSP_OW	WSP_UW
	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[m]	[m/s]	m²	[m]	[m]	[-]	[-]		m	[müNN]	[müNN]
Qt			50,0		0,40	0,126			1,56E+06	0,028	0,037	142,021	140,380	
Qm			100,0		0,80	0,126			3117628,66	0,028	0,146	142,021	140,534	

19) Überfallsschwelle - Ablauf Sandfang											Überfallsschwelle		
geg.:	Länge	Schwellen									Summe 0,000		
	[m]	Dichte	höhe										
Verlust beiwerte:	1,02	kg/m³	müNN										
		998	142,217										
z													
	Abwasser	I+III	Q _{bemess}	2*g	Überfall- beiwert	A	benetzter Umfang	rHy	Re	λ	Δh	WSP_OW	WSP_UW
	[l/s]	[l/s]	[l/s]	m/s²	[-]	m²	[m]	[m]	[-]	[-]	m	[müNN]	[müNN]
Qt			50,0	19,62	0,55						0,097	142,314	142,021
Qm			100,0	19,62	0,55						0,154	142,371	142,021

20) Rechenanlage - Gemäß Hydraulik Fa. Huber - Siebtrommelrechen											Druckrohrleitung		
geg.:	Durchmesser	Belegungs- faktor	D1	Viskosität ν	Sohle Zulauf- gerinne Rechen	Oberwasser stand	Unterwasser stand	Dichte	Gerinnebreite	Summe			
	[mm]	[%]	[m]		[müNN]	[mm]	mm	kg/m³	m				
Verlust beiwerte:	780,00	40	0,04	1,02E-04	142,07	0,40	0,30	998	1,02	2,500			
	Formstücke												
z	2,50												
Qt	Abwasser	I+III	Q _{gemess}	Füllhöhe	v	A	benetzter Umfang	rHy	Re	λ	Δh	WSP_OW	WSP_UW
	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[m]	[m/s]	m²	[m]	[m]	[-]	[-]	m	[müNN]	[müNN]
Qm												142,421	142,371
												142,471	142,371

21) Zulaufleitung Rechen-Sandfanganlage -Pumpwerk													Druckrohrleitung	
geg.:	L	DN1	D1	Viskosität ν	k	geodätische Förderhöhe	Förderhöhe Gesamt	Dichte						
	[m]	[mm]	[m]		[mm]			kg/m³						
	24,50	300	0,3	1,02E-04	0,25	5,60	6,120	998						
Verlust beiwerte:														
z	Formstücke 3,60													Summe 3,600
	Abwasser	I+III	Q _{bermess}	Füllhöhe	v	A	benetzter Umfang	rHy	Re	λ	Δh	WSP_OW	WSP_UW	
	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[m]	[m/s]	m²	[m]	[m]	[-]	[-]	m	[müNN]	[müNN]	
Qt			50,0		0,71	0,071			2,08E+06	0,030	0,150	142,021	142,421	
Qm			100,0		1,41	0,071			4156838,21	0,020	0,520	142,021	142,471	