Süddeutsche Abwasserreinigungs-Ingenieur GmbH

Ingenieurleistungen
für Kläranlagen und Kanalisation
Gesamtplanung·Abwicklung·Betreuung

Hörvelsinger Weg 23 89081 Ulm
Postfach 35 45 89025 Ulm

Telefon: (07 31) 96 41 - 0
Telefax: (07 31) 6 06 63 Zentrale
Telefax: (07 31) 9 60 95 38 Geschäftsleitung

E-Mail: ulm@sag-ingenieure.de
Internet: www.sag-ingenieure.de

über 100 Jahre Umweltschutz

ZWECKVERBAND ABWASSERKLÄRWERK BUCHENBACHTAL

VERBANDSKLÄRWERK BUCHENBACHTAL

Studie

Erweiterungsmaßnahmen Verbandsklärwerk Buchenbachtal durch Anschluss der Gemeinde Berglen

Aufgestellt: Ulm, im Oktober 2018, ergänzt Mai 2021
Schmelzer/Braunschweig

SAG-Ingenieure

VN: P0893A / 161053

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Wolfgang Benz

Sitz der Gesellschaft Ulm,
Amtsgericht Ulm HRB 10
USt.-ID DE 147034813

Niederlassungen:

Hamburg(HH) · Troisdorf (NRW) · Wiesbaden (Hessen)
Büdingen (Hessen) · Karlsruhe (West Ba.-Wü.)
Schramberg (Süd Ba.-Wü.) · Isny (Allgäu)
München (Bayern) · Würzburg (Bayern) · Forchheim (Bayern)
Erfurt (Thüringen) · Dresden (Sachsen)

Inhalt

1. Veranlassung **4**

2. Grundlagen **5**

2.1 Belastung im Zulauf der Kläranlage *5*

2.2 Ablaufwerte *6*

3. Vorhandene Anlage **7**

3.1 Aktuelle Verfahrensführung *7*

3.2 Vorhandene Bauwerke *9*

4. Bestandsüberprüfung und Schwachstellenanalyse **12**

4.1 Geröllfang *12*

4.2 Rechenanlage *14*

4.3 Sandfang und Sandaufbereitung *19*

4.4 Fettfang *22*

4.5 Zulaufdüker Vorklärung *24*

4.6 Vorklärung *25*

4.7 Belebungsbecken und Nachklärbecken *26*

4.8 Gebläsestation *28*

4.9 Rücklaufschlamm-Pumpwerk *30*

4.10 Rohwasserpumpwerk *31*

4.11 Rezirkulationspumpen *32*

4.12 P-Fällmitteldosierstation *34*

4.13 Überschussschlammvorentwässerung *36*

4.14 Faulung *37*

4.15 Schlammleitungen *38*

4.16 BHKW-Anlage *39*

4.17 Klärgasspeicher *40*

4.18 Klärgasleitung *42*

4.19 Schlammbehandlung *43*

5. Diskussion zur P-elimination und P-Rückgewinnung **44**

5.1 Allgemein *44*

5.2 Phosphorelimination *45*

5.3 Phosphorrecycling *47*

6. Hydraulische Berechnung **49**

6.1 Allgemein *49*

6.2 Zusammenfassung der Hydraulischen Berechnung *50*

7. Ergebnisse **51**

7.1 Zusammenfassung der Maßnahmen *51*

7.2 Kostenschätzung *57*

7.3 Förderfähige Kosten *59*

8. Schlussbemerkung **61**

9. Anhang **62**

1. VERANLASSUNG

Der Zweckverband Abwasserklärwerk Buchenbachtal (ZAB) mit Sitz in Winnenden betreibt für die Reinigung der Abwässer aus dem Verbandsgebiet die Kläranlage Buchenbachtal.

Sie ist am Standort Leutenbach-Weiler zum Stein gelegen und reinigt die Abwässer der Mitgliedsgemeinden Leutenbach sowie von Teilen der Stadt Winnenden. Im Rahmen der 3. Ausbaustufe wurde die Kläranlage auf 45.000 EW ausgelegt.

Die Gemeinde Berglen betreibt seit 1977 eine mechanisch-biologische Kläranlage. Dort werden die Abwässer aus den 16 Teilorten und 5 Weilern gesäubert und anschließend in den Buchenbach eingeleitet. Aufgrund ihrer 40-jährigen Betriebszeit sind umfassende Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen auf der Kläranlage Berglen notwendig.

Im Rahmen dieser Studie wird die zukünftige Abwasserbehandlung der Gemeinde Berglen dahingehend untersucht, dass die Gemeinde Berglen an die Kläranlage Buchenbachtal angeschlossen wird. Dafür wird das Abwasserklärwerk Buchenbachtal auf seine Kapazitäten hin klärtechnisch nachgewiesen.

Im Folgenden wird daher das Abwasserklärwerk auf die zusätzliche Belastung von 10.000 EW aus der Gemeinde Berglen bemessen und dargestellt welche Erweiterungsmaßnahmen durch einen Anschluss notwendig sind.

2. GRUNDLAGEN

Im Rahmen der 3. Ausbaustufe, 1. Bauabschnitt wurden die Abwassermengen und die Abwasserfrachten im Vorfeld der Planungen 2003 anhand der Betriebstagebuchaufzeichnungen und der zu erwartenden Entwicklung des Verbandsgebiets ermittelt.

Das Klärwerk Buchenbachtal wurde im Rahmen der 3. Ausbaustufe auf 45.000 EW ausgelegt.

Im Folgenden soll geprüft werden, ob das Klärwerk Buchenbachtal auch für eine zusätzliche Belastung von 10.000 EW aus der Gemeinde Berglen ausreichend dimensioniert ist. Dazu wurden die Betriebstagebücher der Kläranlage Berglen ausgewertet und eine Bevölkerungsentwicklung von ca. 5 % angenommen. Diese Frachten wurden zu den Zulaufbelastungen des Klärwerks Buchenbachtal hinzugerechnet.

2.1 Belastung im Zulauf der Kläranlage

Tabelle 1: Zusammenstellung der Belastung für die KA Buchenbachtal

		Buchenbachtal	Berglen	Gesamt	EW
$Q_{T,d,aM}$	m^3/d	7.533	2.830	10.363	
Q_M	l/s	382	90	472	
$Q_{T,aM}$	l/s	208	55	263	
CSB	kg/d	5.400	1.212	6.612	55.098
N_{ges}	kg/d	350	118	468	
P_{ges}	kg/d	65	22	87	

Es ergibt sich folglich eine künftige Belastung von ca. 55.000 EW für die Kläranlage Buchenbachtal.

2.2 Ablaufwerte

Die folgenden Überwachungswerte sind im Ablauf der Kläranlage einzuhalten.

Tabelle 2: Überwachungswerte der Kläranlage Buchenbachtal

Parameter	Dim	Überwachungswert	Zielwert
CSB	mg/l	35	
NH_4-N	mg/l	5*	
N_{ges}	mg/l	18*	
P_{ges}	mg/l	2	0,5

* Bei Abwassertemperaturen im Belebungsbecken von > 12 °C

3. VORHANDENE ANLAGE

3.1 Aktuelle Verfahrensführung

Das ankommende Abwasser läuft über einen Hauptsammler der Kläranlage im Freispiegelgefälle zu. Über die Grobrechenanlage, dem Langsandfang und dem sich anschließenden belüfteten Fettfang gelangt das Abwasser in die Vorklärung. Aus der 1-straßigen Vorklärung wird das mechanisch gereinigte Abwasser im Freispiegelgefälle in ein Verteilerbauwerk geführt. Hier erfolgt die Aufteilung auf die Denitrifikationsbecken 1 und 2 bzw. auf den Pumpensumpf, der Pumpen- und Gebläsestation PW II zur Beschickung des Denitrifikationsbeckens 3 und der Belüftungs- und Nitrifikationsbecken 1 und 2.

In der Pumpen- und Gebläsestation PW II sind neben den Rohabwasserpumpen zur Anhebung des Abwassers in die vorgenannten Becken auch die Gebläse untergebracht, die für die Sauerstoffversorgung der Belüftungs- und Nitrifikationsbecken 1 und 2 erforderlich sind. Die Denitrifikationsbecken 1 und 2 werden hintereinander durchlaufen. Der Ablauf aus den DN-Becken 1 und 2 wird in den Pumpensumpf des PW II geleitet und dort durch die Rohabwasserpumpen zu den DN-Becken 3 und den Belüftungs- und Nitrifikationsbecken 1 und 2 gepumpt.

Das Abwasser fließt durch das Denitrifikationsbecken 3 in die Belüftungs- und Nitrifikationsbecken 1 und 2. Über die Ablaufsammelrinnen und Sammelschächte gelangt das Belebtschlamm-Abwassergemisch aus den Belüftungs- und Nitrifikationsbecken 1 und 2 über Dükerleitungen in die Nachklärbecken 1 und 2. Hier erfolgt durch Sedimentation des belebten Schlammes eine Trennung von Schlamm und gereinigtem Abwasser. Das gereinigte Abwasser gelangt über Ablaufsammelrinnen, dem MID-Ablaufschachtbauwerk und die Ablaufleitung in den Buchenbach.

Der abgesetzte Schlamm gelangt über eine Freispiegelleitung in die Pumpen- und Gebläsestation PW II. Hier sind 2 Rücklaufschlammpumpen installiert, die den Rücklaufschlamm in die Denitrifikationsbecken 3 bzw. Belüftungs- und Nitrifikationsbecken 1 und 2 pumpen. Zu den Denitrifikationsbecken 1 und 2 besteht eine Stichleitung, durch die der Rücklaufschlamm im Freigefälle in die Becken fließen kann.

Aus dem Belüftungs- und Nitrifikationsbecken 2 wird im Freispiegelgefälle Kreislaufwasser in die Denitrifikationsbecken 1 und 2 geleitet.
Aus dem Rücklaufschlamm wird ein Teilstrom als Überschussschlamm abgezogen. Dieser Überschussschlamm gelangt in einer Freispiegelleitung bis zur Beschleuniger-Pumpe im Installationskanal Ost. Der Überschussschlamm wird dann durch eine Druckleitung zur Überschussschlammvorentwässerungsanlage gepumpt und dort vorentwässert. Danach wird der voreingedickte Schlamm in den Primärschlammschacht am Schlammpumpwerk 1 abgeleitet.

Aus der Vorklärung wird der Primärschlamm aus dem System entnommen und dem Primärschlammschacht des Schlammpumpwerks 1 zugeführt.

Über das Schlammpumpwerk PW 1 werden dann der Primärschlamm und der voreingedickte Überschussschlamm in den Faulbehälter gepumpt. Der ausgefaulte Schlamm aus dem Faulbehälter kann dann entweder in die Nacheindickbecken 1 und 2 (NDE 1 / NDE 2), das Nacheindickbecken (NED, Nacheindicker) oder im Klärschlammspeicher (KSP) bis zum Entwässern zwischengespeichert werden.

Für die Entwässerung des Klärschlamms wird im Klärschlammentwässerungsgebäude eine Zentrifuge vorgehalten.

Die Zentrifuge ist als komplett gekapseltes System ausgeführt. Der Klärschlamm wird durch Rohrleitungen direkt in die Zentrifuge geführt. Das Eindosieren des Flockungshilfsmittels erfolgt in die geschlossene Rohrleitung, die zur Zentrifuge führt. Aus dem Abwurf der Zentrifuge fällt der entwässerte Klärschlamm in einen 10 m³ Container.

Das anfallende Filtratwasser wird aus dem Ablauf der Zentrifuge durch eine Rohrleitung zum Filtratwasserpumpenschacht abgeführt, in dem es zwischengespeichert wird. Anschließend wird das Filtratwasser vom Filtratwasserpumpwerk in belastungsschwachen Zeiten in den Zulauf des Klärwerks gepumpt.

Das anfallende Klärgas wird durch eine Entschwefelungsanlage geleitet und im Klärgasbehälter zwischengespeichert. Durch zwei BHKW-Module wird das Klärgas zur Wärmegewinnung genutzt.

Durch Zugabe von P-Fällungsmittel erfolgt eine chemische Phosphorelimination.

Zur Unterstützung der Denitrifikation kann bei Bedarf eine externe Kohlenstoffquelle (Essigsäure) zu dosiert werden.

3.2 Vorhandene Bauwerke

Rechenanlage:	Stababstand:		ca. 6	mm
Sandfang:	2 Kammern, Kammerlänge:	l =	ca. 20	m
	Breite je Kammer:	b =	ca. 0,70-0,90	m
	Oberfläche:	A =	ca. 30,4	m²
Fettfang:	Kammerlänge:	l =	ca. 6,50	m
	Breite:	b =	ca. 1,90	m
	Oberfläche:	A =	ca. 9	m²
Vorklärung:	Nutzvolumen:	V =	600	m³
	Oberfläche:	A =	314	m²
	Durchmesser:	d =	20,0	m
Denitrifikationsbecken 1 u. 2:				
	Nutzvolumen:	je V =	360	m³
	Gesamtvolumen DN 1/2	je V =	720	m³
	Länge/Breite/Tiefe	l/b/t =	10,0/10,0/4,19	m
Denitrifikationsbecken 3:				
	Nutzvolumen:	V =	790	m³
	Länge/Breite/Tiefe	l/b/t =	11,5/11,0/6,30	m
Belüftungs- u. Nitrifikationsbecken 1:				
	Nutzvolumen:	V =	1.100	m³
	Länge/Breite/Tiefe	l/b/t =	17,0/11,0/6,23	m
Belüftungs- u. Nitrifikationsbecken 2:				
	Nutzvolumen:	V =	1.895	m³
	Länge/Breite/Tiefe	l/b/t =	28,5/11,0/6,23	m
Gebläsestation	2 Stück à 14,2 m³/min			
	1 Stück à 20,0 m³/min			

Nachklärbecken I:	Nutzvolumen:	V =	3.700	m³	
	Oberfläche:	A =	1.134	m²	
	Durchmesser:	d =	38	m	
Nachklärbecken II:	Nutzvolumen:	V =	3.700	m³	
	Oberfläche:	A =	1.134	m²	
	Durchmesser:	d =	38	m	
Rohabwasserpumpen:	2 Stück à 286 l/s	=	572	l/s	
	2 Stück à 125 l/s	=	250	l/s	
		=	822	l/s	= 2.959 m²/h
Rücklaufschlammpumpen:	2 Stück à 150 l/s	=	300	l/s	= 1.080 m³/h
Faulturm:	Nutzvolumen:	V =	1.800	m³	
	Durchmesser:	d =	14,00	m	
	Höhe:	H =	18,30	m	
Klärgasspeicher:	Nutzvolumen:	V =	300	m³	
	Durchmesser:	d =	10,30	m	
P-Fällmittel-Bunker:	Nutzvolumen:	V =	50	m³	
C-Trägertank:	Nutzvolumen:	V =	6	m³	
Nacheindicker I:	Nutzvolumen:	V =	65	m³	
	Oberfläche:	A =	34	m²	
	Durchmesser:	d =	6,60	m	

Nacheindicker II:	Nutzvolumen:	V =	175	m³
	Oberfläche:	A =	79	m²
	Durchmesser:	d =	10,00	m
Nacheindickbecken:	Nutzvolumen:	V =	345	m³
(Nacheindicker)	Oberfläche:	A =	177	m²
	Durchmesser:	d =	15,00	m
Klärschlammspeicher:	Nutzvolumen:	V =	2.000	m³
	Oberfläche:	A =	290	m²
	Durchmesser:	d =	19,00	m

4. BESTANDSÜBERPRÜFUNG UND SCHWACHSTELLENANALYSE

4.1 Geröllfang

Durch die geringe Spaltweite der Rechenanlage von 6 mm können Steinchen zu erheblichen Problemen und Schäden an der Rechenanlage führen. Aus diesem Grund ist der Rechenanlage ein Geröllfang vorgeschaltet.

Klärtechnische Daten des Geröllfangs

L = 2,25 m
B = 1,50 m
h = 1,25 m

Durchflossener Querschnitt

Querschnitt: 1,88 m²
Oberfläche: 3,38 m²

Um die weitestgehende Abscheidung von Geschiebe > d = 2 mm zu erzielen, sollte die Oberflächenbeschickung kleiner der Sinkgeschwindigkeit sein. Die Strömungsgeschwindigkeit sollte < 0,3 m/s betragen.

$$v_{sink} = \sqrt{\frac{4}{3} * \left(\frac{\rho_p}{\rho_f} - 1\right) * \frac{g * d}{c_w}}$$

ρ_p = 2.500 kg/m³
ρ_f = 1.000 kg/m³
c_w = 0,44

Zufluss bis 472 l/s

Strömungsgeschwindigkeit: 0,472 m³/s : 1,88 m² = 0,25 m/s
Oberflächenbeschickung: 0,472 m³/s : 3,38 m² = 0,14 m/s
Sinkgeschwindigkeit: v_{sink} = 0,30 m/s

Bewertung Geröllfang

Bei einem künftigen Mischwasserzufluss von 472 l/s stellt sich im Geröllfang eine Strömungsgeschwindigkeit von 0,25 m/s ein. Sie ist folglich kleiner 0,3 m/s. Des Weiteren ist die Sinkgeschwindigkeit für Geschiebe geringer als die Oberflächenbeschickung. Der Geröllfang kann in der bestehenden Form auch nach einem Anschluss der Gemeinde Berglen weiterbetrieben werden.

Es ist keine Erweiterungsmaßnahme erforderlich.

4.2 Rechenanlage

Der bestehende Rechen ist auf max. 400 l/s bemessen worden. Da die Abwassermenge von 400 l/s über die Notumgehung nicht komplett abgeleitet werden kann, musste eine zusätzliche Notumlaufleitung DN 500 realisiert werden. Die Notumlaufleitung DN 500 geht außen vor dem Rechengebäude vom Zulaufgerinne ab und wird nach dem Rechengebäude, in den Zulauf zum Sandfang eingebunden.

Bemessungskennwert (ohne interne Rückbelastung)

Q_M = 472 l/s

Vorhandene Einrichtung

Rechenbreite:	1,80 m
Spaltweite:	6 mm
Erforderliche Wasserspiegeldifferenz: mind.	150 mm
Wassertiefe Oberwasser:	550 mm
Wassertiefe Unterwasser:	400 mm
Gerinnetiefe:	0,7 m
Durchsatz bei Reinwasser:	667 l/s
Belegungsfaktor:	0,6
Durchsatz bei Abwasser:	400 l/s

Um die notwendige Kammerbreite zu ermitteln wird die folgende empirische Formel verwendet:

$$b = \frac{Q*(e+s)}{t*v_{f,\,gew}*e*ď} = \frac{0{,}472*(0{,}006+0{,}006)}{0{,}55*1{,}2*0{,}006*0{,}8} = 1{,}78\ m$$

b	Kammerbreite [m]
Q	Zufluss [m³/s]
s	größte Stabdicke entgegen der Strömung (Annahme 0,006) [m]
e	Spaltweite [m]
t	Wassertiefe vor Rechen [m]
$v_{f,\,gew}$	gewählte Fließgeschwindigkeit zwischen Rechen (Annahme 0,8 bis 1,2) [m/s]
ď	Belegungsgrad des Rechenrostes (0,8 bis 0,9)

Im Folgenden wird die Mindestgeschwindigkeit vor dem Rechen überprüft.

$$Q = k_{st}*A*R^{\frac{2}{3}}*I^{\frac{1}{2}} = k_{st}*b*h*\left(\frac{b*h}{2*h+b}\right)^{\frac{2}{3}}*I^{1/2}$$

k_{st}	Rauhigkeitsbeiwert 30 [$m^{1/3}$/s]
R	Hydraulischer Radius
I	Sohlgefälle 5 [ă]

h = 0,322 m bei Q_M; v = Q / A = 0,472 / (0,322*1,8) = 0,81 m/s

h = 0,219 m bei $Q_{T,\,aM}$; v = Q / A = 0,263 / (0,219*1,8) = 0,67 m/s > 0,5 m/s

<u>Bewertung Rechenanlage</u>

Unter Berücksichtigung einer maximalen Fließgeschwindigkeit von 1,2 m/s nach Literaturangaben und der Annahme eines Einstaus des Gerinnes auf 0,55 m, ergibt sich bei einem Belegungsgrad von 0,8 eine notwendige Gerinnebreite von ca. 1,8 m. Das Gerinne ist folglich an seiner Kapazitätsgrenze und hat keine Pufferkapazität für Abflussschwankungen. Die Mindestfließgeschwindkeit ist bei Trockenwetter eingehalten.

Bei max. Regenwetterzufluss kommt es zu einer Überlastung des bestehenden Rechengerinnes. Der Zulauf würde durch den Rückstau vor dem Rechen aus dem Gerinne austreten und über die Straßenflächen beim Rechengebäude ins Gelände abfließen. Bei Starkregenereignissen ist das vorhandene Gerinne jetzt schon randvoll und steht kurz vor dem Überlaufen. Aus diesem Grund ist eine Aufweitung des Rechengerinnes auf rd. 2,00 m Gerinnebreite notwendig.

Erforderliche Maßnahmen:

- Pumpanlage mit Rohrleitungen für Umgehung Rechengebäude während der Umbauphase
- Provisorische Rechenanlage nach der Sandfanganlage im Zulaufgerinne zur Vorklärung während der Umbauphase
- Abbruch alte Rechenanlage
- Abbrucharbeiten Aufweitung Rechengerinne
- Beton- und Stahlbetonarbeiten Aufweitung Rechengerinne
- Fliesenarbeiten Bodenbelag Rechengebäude
- Malerarbeiten Rechengebäude
- Neue Rechenanlage mit Austragssystem auf bestehende Containeranlage
- Neue Schaltanlage Rechenanlage
- Anpassungsarbeiten EMSR-Technik an neue Rechenanlage
- Rohrleitungen, Absperrschieber

<u>Rechengutannahme</u>

Für die Auslegung werden nachfolgende Ansätze getroffen:

- Jährlicher Rechengutanfall (bei 6,0 mm Spaltweite): 15 l/EW/a
- Tagesstunden an denen Rechengut anfällt: 14 h/d
- Stoßfaktor für Rechengutanfall nach Trockenwetterperiode: 8
- Trockenrückstand: ca. 10 %

Maximaler Rechengutanfall

$$\frac{55.000\ \text{EW} \times 15\frac{\text{l}}{\text{EW*a}}*8}{365\frac{\text{d}}{\text{a}}*14\frac{\text{h}}{\text{d}}*1000} = 1{,}29\ \text{m}^3/\text{h}$$

Rechenbreite:		2,0 m
Benetzte max. Rechengutfläche:	ca.	2,0 m²
Belegungsdicke:		0,02 m

Erforderliche Räumzyklen

$$\frac{1{,}29\ \text{m}^3/\text{h}}{2{,}0\ \text{m}^2*0{,}02\ \text{m}} = \text{ca. 32 Zyklen pro Stunde}$$

Rechengutquerförderer

Das entnommene Rechengut wird mit einem Spiralförderer zur Waschpresse gefördert. Die Auslegung des Förderers beruht auf folgenden Ansätzen:

Durchmesser Spiralförderer:	ca.	250 mm
Befüllrad Spiralförderer:	ca.	50 %
Maximale Förderleistung:	ca.	1,5 m³/h

Rechengutwaschpresse

Um auch maximale Belastungsspitzen abzudecken, ist die Waschpresse auf einen Durchsatz von ca. 1,5 m³/h ausgelegt worden.

Das anfallende Rechengut wird auf ca. 45 % TS entwässert.

Rechengutanfall bei Normalbetrieb im Jahresmittel (bei 10 % Trockenrückstand)

$$\frac{15\,\frac{l}{EW*a}*55.000\ EW/d}{365\,\frac{d}{a}*1000}=2{,}26\ m^3/d$$

Volumenreduzierung durch Waschung:	ca.	55 %
Volumenreduzierung durch Pressung:	ca.	60 %
Gesamte Volumenreduzierung:	0,55 x 0,6 = 0,33 (33 %)	

Mittlerer Rechengutanfall

2,26 m³/d x 0,33 = 0,75 m³/d

Das entwässerte Rechengut wird in einen Container (ca. 7,5 m³) abgeworfen. Bei der gewählten Containergröße beträgt die Befüllzeit weiterhin ca. 10 Tage.

Bewertung Rechengutbehandlungsanlage

Die Anlagenteile der Rechengutentwässerung können von der Betrachtung der Auslegungsgröße her weiterhin betrieben werden. Da die Rechenanlage vergrößert werden muss, sind jedoch Anpassungsarbeiten erforderlich. Die Raumsituation im bestehenden Rechengebäude ist jetzt schon so eng, dass eine zusätzliche Tür in die Außenwände hereingebrochen werden mussten, damit Wartungen am Rechenantrieb vorgenommen werden können. Aus dieser beengten räumlichen Situation werden Mehrkosten entstehen, wenn ein noch größerer Rechen eingebaut werden muss. Das Aus-

tragssystem ist zwar von der Größe her ausreichend, aber die räumliche Anpassung macht eine komplette Neuanschaffung der Austragsrohre zu dem Rechengutcontainer erforderlich.

Erforderliche Maßnahmen:

- Abbruch altes Rechengutaustragssystem bis zur vorhandenen Containeranlage
- Neues Austragssystem auf bestehende Containeranlage
- Anpassung elektrische Anschlüsse

4.3 Sandfang und Sandaufbereitung

Der Sandfang der Kläranlage Buchenbachtal besteht aus drei Rinnen, wovon aktuell zwei in Betrieb sind. Rinne 3 ist derzeit außer Betrieb. Im Folgenden soll der Nachweis der bestehenden Anlage geführt werden.

Bemessungskennwerte

Q_M = 472 l/s

Vorhandene Einrichtungen

- 3-kammriger Langsandfang
  Bestehend aus:
  1 Trockenwetterrinne (B = 0,70 m, Rinne 2)
  1 Rinne (B = 0,82 m, Rinne 1)
  1 Rinne (B = 0,90 m, Rinne 3, derzeit nicht in Betrieb)

- Sandfangräumer
- Gerinneabsperrarmaturen
- Grundentleerung Gerinne

Klärtechnische Daten Langsandfang

Durchflossener Querschnitt

Rinne 2 bei Mischwasserabfluss

Schräge: 0,10 m²
Kammer: 0,56 m² (h = 0,80 m)
Querschnitt: 0,66 m²

Rinne 1 (für RW) bei Mischwasserabfluss

Schräge: 0,14 m²
Kammer: 0,62 m² (bei h = 0,75 m)
Querschnitt: 0,76 m²

Rinne 3 (für RW) bei Mischwasserabfluss

Schräge: 0,16 m²
Kammer: 0,68 m² (bei h = 0,75 m)
Querschnitt: 0,84 m²
Rinne 3 derzeit nicht in Betrieb.

Klärtechnischer Nachweis des bestehenden Langsandfanges

Um eine weitestgehende Abscheidung von Sandkörner > 0,2 mm zu erzielen, müssen nachfolgende Klärbedingungen eingehalten werden:

Strömungsgeschwindigkeit: < 0,3 m/s
Oberflächenbeschickung: < 30 m/h

Nutzung Sandfangkammer 1, 2 u. 3

Oberfläche: Rinne 2 - TW-Kammer: 0,70 m x 20,0 m = 14,0 m²
Rinne 1 - RW-Kammer: 0,82 m x 20,0 m = 16,4 m²
Rinne 3 - RW-Kammer: 0,90 m x 20,0 m = 18,0 m²

Oberfläche gesamt: 48,4 m²

Lastfall 1:
Zufluss 472 l/s
Trockenwetter und ein Regenwettergerinne in Betrieb

Strömungsgeschwindigkeit:	0,472 m³/s : (0,66 m²+0,76 m²)	= 0,33 m/s
Oberflächenbeschickung:	(472 l/s x 3,6) :(14 m²+16,4m²)	= 55,9 m/h

Lastfall 2:
Zufluss 472 l/s
Trockenwetter und zwei Regenwettergerinne in Betrieb

Strömungsgeschwindigkeit:	0,472 m³/s : (0,66 m²+0,76 m²+0,84 m²)	= 0,21 m/s
Oberflächenbeschickung:	(472 l/s x 3,6) :(14 m²+16,4m²+18m²)	= 35,1 m/h

Bewertung Sandfanganlage

Die Nachweise zeigen, dass im bestehenden Sandfang bei Nutzung der Rinnen 1, 2 und 3 die Strömungsgeschwindigkeit eingehalten werden kann. Die Klärbedingung der Oberflächenbeschickung kann nicht eingehalten werden. Es kann folglich bei maximalen Zuflüssen zu Leistungseinschränkungen der Sandabscheidung kommen.

Um eine weitestgehende Sandabscheidung zu gewährleisten, müssen alle drei Rinnen in Betrieb sein. Die Sandsammelrinne ist derzeit in der Rinne 3 eingebaut. Diese Sandsammelrinne muss aus der 3. Sandfangrinne ausgebaut werden. Neben dem Sandfang muss eine neue Sandsammelrinne erstellt werden. Die ehemalige 3. Rinne muss saniert werden und mit Regelschiebern ausgerüstet werden, damit die Rinne bei Bedarf im Regenwetterfall automatisch dazu geschaltet werden

kann. Der Sandfangräumer muss erweitert werden, damit der Sand aus der 3. Rinne abgezogen werden kann. Die Automatisierungstechnik muss an den neuen Betrieb der Sandfanganlage angepasst werden.

Erforderliche Maßnahmen:

- Abbruch Sandsammelrinne in der 3. Sandfangrinne
- Sanierung 3. Sandfangrinne
- Absperrschieber, Motorantriebe Armaturen
- Umrüstung Sandfangräumer
- Neubau Sandsammelrinne
- Anpassung EMSR-Technik

4.4 Fettfang

Im Folgenden wird der klärtechnische Nachweis für den Fettfang geführt.

Klärtechnischer Nachweis Fettfang			
Einwohner		55.000	
Durchflussmenge		l/s	m³/h
$Q_{T,am}$		263	945
Q_M		472	1.700
Geometrische Daten			
Breite Fettfang	b_f	1,9	m
Länge Fettfang	l_f	6,5	m
Oberfläche	$A_o = b_f * l_f$	12,4	m²
Oberflächenbeschickung			
Trockenwetter	$q_{A,t} = Q_t/A_o$	77	m/h
Regenwetter	$q_{A,m} = Q_m/A_o$	138	m/h

Bewertung Fettfang

Die Oberflächenbeschickung von belüfteten Sand- und Fettfängen (Kombinationsbauwerk) sollte kleiner gleich 25 m/h sein. Für Fettfanganlagen ohne Sandfang gibt es keinen direkten Bemessungswert, so dass die 25m/h nur eingeschränkt betrachtet werden können.

Sowohl im Trockenwetter- als auch Regenwetterfall liegt die Oberflächenbeschickung deutlich über dem vorgenannten Bemessungswert für kombinierte Sand- und Fettfänge. Dieser Wert wurde aber auch schon ohne die zusätzlichen Abwassermengen der Gemeinde Berglen deutlich überschritten.

Die Funktion des Fettfangs war bisher trotzdem ausreichend. Da die im Abwasser enthaltenen Fette an der Wasseroberfläche flotieren, während das Abwasser durch den Bodenablauf in die Vorklärung geleitet wird, erfolgt auf diese Weise trotzdem eine ausreichende Fettabscheidung.

Um den Wirkungsgrad der Fettabscheidung nach dem Anschluss der Gemeinde Berglen zu erhöhen, sollte dann auf die Belüftung des Fettfangs verzichtet werden. Dadurch wird die Flotation verbessert. Durch den Wegfall der durch den Lufteintrag entstehenden Wasserwalze im Fettfang werden die Fettstoffe nicht so stark wie im Falle einer Belüftung mit in den Ablauf des Fettfangs mitgerissen

Auf Grund der hohen Strömungsgeschwindigkeit durch die größeren Wassermengen nach dem Anschluss der Gemeinde Berglen würde sonst die Flotation des Fetts an der Oberfläche des Fettfangs negativ beeinflusst werden. Die Abscheideleistung wäre geringer.

Es ist keine Erweiterungsmaßnahme erforderlich.

4.5 Zulaufdüker Vorklärung

Im Folgenden wird der Zulaufdüker zum Vorklärbecken geprüft.

Tabelle 3: Fließgeschwindigkeit Zulaufdüker VKB

Leitung	DN	Q	v
	mm	l/s	m/s
Zulaufdüker VKB	600	472,00	1,67

Bewertung Zulaufdüker Vorklärung

Die Fließgeschwindigkeit im Zulaufdüker zur Vorklärung sollte ca. 1,0-1,5 m/s betragen. Nach dem Anschluss der Gemeinde Berglen liegt die Fließgeschwindigkeit in einem tolerierbaren Bereich über diesem Wert.

Um die Vorklärung so zu beschicken, dass die Fließgeschwindigkeit ca. 1,0 m/ s ist, müsste der Düker auf einen Durchmesser von DN 800 vergrößert werden.

Dies ist bautechnisch am bestehenden Becken nicht mehr möglich. Der Grundwasserstand ist in diesem Bereich extrem hoch. Die Sohle des Beckens müsste aufgebrochen werden, um eine neue Zulaufleitung unter der Beckensohle in den Trichter in der Mitte des Vorklärbeckens zu verlegen. Hierfür wäre eine großflächige Grundwasserabsenkung mit einer Brunnenanlage erforderlich. Hierdurch würde auch ein Auftreiben des bestehenden Beckens während der Umbauphase verhindert werden.

Die Fließgeschwindigkeit im Zulaufdüker befindet sich in einem noch vertretbaren Rahmen.

Der durch die höheren Wassermengen entstehende Rückstau im Fettfang vor dem Zulaufdüker zur Vorklärung kann hydraulisch verkraftet werden.

Es wird keine Erweiterungsmaßnahme empfohlen.

4.6 Vorklärung

Vorhandene Einrichtungen

- 1 Vorklärbecken V = 600 m³
  A = 314 m²

Klärtechnischer Nachweis:

Aufenthaltszeit

Hydraulische Verweilzeit bei $Q_{T,aM}$: 600 m³ : (263 l/s x 3,6) = 0,64 h

Hydraulische Verweilzeit bei Q_M: 600 m³ : (472 l/s x 3,6) = 0,36 h

Oberflächenbeschickung

Nach DWA-A 131 sollte die Oberflächenbeschickung bei $q_{A, VKB}$ = 2,5 m/h bis 4 m/h bezogen auf den Trockenwetterzufluss liegen.

Oberflächenbeschickung bei $Q_{T, aM}$: $q_{A, VKB}$: (263 l/s x 3,6) : 314 m² = 3,0 m/h

Oberflächenbeschickung bei QM: $q_{A, VKB}$: (472 l/s x 3,6) : 314 m² = 5,4 m/h

Bewertung Vorklärung

Durch den Anschluss der Gemeinde Berglen an die Kläranlage Buchenbachtal wird die hydraulische Belastung der Kläranlage erhöht. Die hydraulische Aufenthaltszeit bei Q_M wird von 0,44 h auf 0,36 h gesenkt.

Die Mindestaufenthaltszeit bei maximalem Zufluss sollte nach DWA-A 131 mindestens 20 Minuten betragen. Die Aufenthaltszeit bei Q_M wäre folglich ausreichend, um eine Grobentschlammung zu gewährleisten.

Die empfohlene Flächenbeschickung von max. 4 m/h im Trockenwetterfall wird deutlich unterschritten.
Es sind keine Erweiterungsmaßnahmen erforderlich.

4.7 Belebungsbecken und Nachklärbecken

Im Folgenden wird ein klärtechnischer Nachweis der Kläranlage Buchenbachtal nach DWA-A 131 geführt. Hierfür wurden die zuvor ermittelten Betriebsdaten zu Grunde gelegt. Es werden die 85-Perzentile der Zulauffrachten aller Tage verwendet. Zur Ermittlung der maßgebenden Konzentrationen wird der maßgebende Abfluss $Q_{d,\ Konz.}$ angesetzt, der sich aus dem langjährigen Mittel des Trockenwetterabflusses $Q_{T,\ d,\ aM}$ nach ATV-DVWK-A 198 ergibt.

Nach DWA-A 131 ergibt sich durch Interpolation der CSB-Fracht im Zulauf der Kläranlage ein Prozessfaktor als Maximum von 2,1. Der Prozessfaktor darf nicht unter 1,5 angesetzt werden. Im Folgenden wird für die Berechnungen der gemittelte Prozessfaktor von 1,8 angesetzt.

Es werden zwei Nachweise geführt.

Nachweis 1: TS_{BB} von 3,92 und Rückführverhältnis 0,8

Nachweis 2: TS_{BB} von 4,41 und Rückführverhältnis 1,0

Tabelle 4: Klärtechnischer Nachweis nach DWA-A 131 der KA Buchenbachtal

Klärtechnischer Nachweis DWA-A 131				
Parameter		Dim.	NW 1	NW 2
Maßgeblicher täglicher Abfluss	$Q_{d,\ Konz.}$	[m³/d]	10.363	10.363
Mischwasserzufluss	Q_M	[l/s]	472	472
Zulauffracht Kohlenstoff	$B_{d,\ CSB,\ Z}$	[kg/d]	6.612	6.612
Zulauffracht Stickstoff	$B_{d,\ Nges,\ Z}$	[kg/d]	468	468
Zulauffracht Phosphor	$B_{d,\ Pges,\ Z}$	[kg/d]	87	87
Feststoffgehalt im Belebungsbecken	TS_{BB}	[kg/m³]	3,92	4,41
Rücklaufschlammverhältnis	RV	[-]	0,8	1
Schlammvolumenindex	ISV	l/g	100	100
Verhältnis Denitrifikation/Gesamtbelebung	V_D/V_{BB}	[-]	0,2	0,2
Vorhandenes Belebungsbeckenvolumen	V_{BB} vorhanden	[m³]	4.505	4.505
erforderliches Belebungsbeckenvolumen	V_{BB} erforderlich	[m³]	5.736	5.099
Oberfläche Nachklärbecken	A_{NKB}	[m²]	2.268	2.268
erforderliche Tiefe Nachklärbecken	h_{ges} erforderlich	[m]	2,93	3,49
vorhandene Tiefe Nachklärbecken	h_{ges} vorhanden	[m]	3,51	3,51

Bewertung Belebungsbecken und Nachklärbecken

Beim klärtechnischen Nachweis nach DWA-A131 wurde das erforderliche Belebungsbecken für zwei Szenarien nachgewiesen. Einmal für ein Rücklaufverhältnis von 0,8 und einmal für einen erhöhten Feststoffgehalt in der Belebung durch ein Rücklaufverhältnis von 1,0.
Der klärtechnische Nachweis belegt, dass das vorhandene Belebungsbeckenvolumen von 4.505 m³ durch den Anschluss der Gemeinde Berglen auch bei einer Erhöhung des Feststoffgehalts in der Belebung das Belebungsbeckenvolumen nicht ausreichend groß dimensioniert ist.

Um eine hydraulische Überlastung der Nachklärbecken zu verhindern, ist ein maximales RV von 1 erforderlich. Aus den zuvor ermittelten Belebungsbeckenvolumen wird ein künftiges Belebungsbeckenvolumen von 5.500 m³ gemittelt.
Es müssen folglich zur Erfüllung des Nachweises nach DWA-A 131 ca. 1.000 m³ Belebungsbeckenvolumen zusätzlich gebaut werden. Die Nachklärbecken wären jeweils ausreichend tief.

Erforderliche Maßnahmen:

- Neubau Belebungsbecken mit V = 1000 m³
- Änderung Verteilung Abwasser auf die Belebungsbecken
- Änderung Verteilung Belebtschlamm-Abwassergemisch auf Nachklärbecken 1 und 2

4.8 Gebläsestation

In der Pumpen- und Gebläsestation PW II sind auch die Gebläse untergebracht, die für die Sauerstoffversorgung der Belüftungs- und Nitrifikationsbecken 1 und 2 erforderlich sind. Das leistungsstärkere Gebläse mit 20 m³/min ist FU-geregelt. Die zwei Gebläse mit 14,2 m³/min sind nicht FU-regelbar.

Vorhandene Einrichtungen

- 2 Gebläse à 14,2 m³/min
- 1 Gebläse à 20,0 m³/min

Auslegung der Belüftung nach DWA-M 229-1

Tiefste Temperatur	T =	10	°C
Maßgebende Temperatur für Energiebetrachtung	T =	12	°C
Maßgebende Temperatur für Bemessung	T =	20	°C
Sauerstoffsättigung bei 10 °C	$C_{S,T}$ =	11,29	mg/l
Sauerstoffsättigung bei 12 °C	$C_{S,T}$ =	10,78	mg/l
Sauerstoffsättigung im Belebungsbecken	C_x =	2,00	mg/l
Sauerstoffsättigung bei 20°C	$C_{S,20}$ =	9,09	mg/l
Einblastiefe	h_D =	5,98	m
Höhe Belebungsbecken	h_{BB} =	6,18	m
Art der Belüftung		Druckbelüftung	
Tiefenfaktor	f_d =	1,29	-
α-Wert	α =	0,6	-
Sauerstoffertrag in Reinwasser		0,018	kg O_2/m³*m
Sauerstoffzufuhr SOTR (maximal)	SOTR bei 10 °C =	465,79	kg O_2/h
	SOTR bei 12 °C =	418,08	kg O_2/h
	SOTR bei 20 °C =	444,13	kg O_2/h
Luftbedarf (maximal)	bei 10 °C =	4.327,32	m³/h
	bei 12 °C =	3.884,04	m³/h
	bei 20 °C =	4.126,04	m³/h
Sauerstoffzufuhr SOTR (minimal)	SOTR bei 10 °C =	84,77	kg O_2/h
	SOTR bei 12 °C =	90,74	kg O_2/h
	SOTR bei 20 °C =	112,32	kg O_2/h
Luftbedarf (minimal)	bei 10 °C =	787,49	m³/h
	bei 12 °C =	843,00	m³/h
	bei 20 °C =	1.043,52	m³/h
vorhandene Gebläseleistung		852 - 2.900	m³/h

Bewertung Gebläsestation

In der Gebläsestation sind derzeit drei Gebläse installiert. Diese können einen Gesamtvolumenstrom von 2.900 m³/h (= 48,4 m³/min) fördern. Um den künftigen Anforderungen an die Abwasserreinigung zu entsprechen und eine ausreichend Sauerstoffkonzentration in den Nitrifikationsbecken zu gewährleisten, muss die Gebläseleistung erhöht werden. Dies könnte im Normalfall durch die Aufstellung eines zusätzlichen FU-regelbaren Gebläses mit 24 m³/min erfolgen.

Die Räumlichkeit innerhalb der Gebläsestation lässt die Aufstellung eines 4. Gebläses nicht zu.
Auch der Platz für die zusätzliche Schaltanlage ist nicht mehr vorhanden.
Aus diesem Grund müssen alle Gebläse ausgetauscht werden. Die Auslegung der neuen 3 Gebläse wird dann so vorgenommen, dass der neue Sauerstoffbedarf nach dem Anschluss der Gemeinde Berglen wirtschaftlich abgedeckt wird.

Erforderliche Maßnahmen:

- Austausch Gebläse 1 -3 mit Erhöhung der Gebläseleistung und neuer Abstufung der 3 neuen Gebläsegrößen
- Erneuerung und Erweiterung Schaltanlage Gebläsestation
- Anpassungsarbeiten EMSR-Technik

4.9 Rücklaufschlamm-Pumpwerk

Vorhandene Einrichtungen

- 2 Rücklaufschlammpumpen à 150 l/s

Bewertung Rücklaufschlamm-Pumpwerk

Die Kläranlage hat zwei Rücklaufschlammpumpen mit einer Gesamtförderleistung von 300 l/s. Dies entspricht einem Rückführverhältnis von 0,8 bei der aktuellen hydraulischen Belastung.

Um den klärtechnischen Nachweis nach DWA-A 131 zu erbringen, ist, bei einem Anschluss der Gemeinde Berglen, ein Rückführverhältnis von 1,0 erforderlich. Es ergibt sich ein Fördervolumen von 472 l/s. Die vorhandenen Rücklaufschlammpumpen sind damit nicht ausreichend und das Rücklaufschlammpumpwerk muss erweitert werden.

Die Räumlichkeit innerhalb des Rücklaufschlammpumpwerks lässt die Aufstellung einer 3. Rücklaufschlammpumpe nicht zu.
Auch der Platz für die zusätzliche Schaltanlage ist nicht mehr vorhanden.
Aus diesem Grund müssen alle Rücklaufschlammpumpen ausgetauscht werden. Die Auslegung der neuen 2 Rücklaufschlammpumpen wird dann so vorgenommen, dass der neue erforderliche Förderstrom nach dem Anschluss der Gemeinde Berglen wirtschaftlich abgedeckt wird.

Erforderliche Maßnahmen:

- Abbruch bestehende Rücklaufschlamm-Pumpen einschl. Verrohrung und Fundamente
- Neue Rücklaufschlamm-Pumpen mit Verrohrung und Fundamenten
- Absperrschieber, Armaturen
- Neue Schaltanlage RLS-Pumpwerk
- Anpassung EMSR-Technik

4.10 Rohwasserpumpwerk

Nach der Vorklärung ist zum Anheben des Abwassers in die N- und DN-Becken 1 und 2 ein Rohabwasserpumpwerk vorhanden. Künftig sind ca. 944 l/s zu fördern.

Tabelle 5: Zu fördernde Durchflussmenge am Pumpwerk

Durchfluss	Wassermengen		
Mischwasserzufluss	Q_M	472	l/s
Rücklaufschlamm (100 %)	Q_{RS}	472	l/s
Summe Durchfluss	Q_M+Q_{RS}	944	l/s

Vorhandene Einrichtungen

- 2 Kreiselpumpen à 125 l/s
- 2 Kreiselpumpen à 300 l/s

Bewertung Rohabwasserpumpwerk

Das Rohwasserpumpwerk kann aktuell maximal 850 l/s fördern.
Bei einer maximalen Fördermenge von 944 l/s ist das bestehende Rohwasserpumpwerk nicht mehr ausreichend groß bemessen. Folglich muss das bestehende Rohwasserpumpwerk erweitert werden.

Die Räumlichkeit innerhalb des Rohwasserpumpwerks lässt die Aufstellung einer 5. Rohabwasserpumpe nicht zu. Auch der Platz für die zusätzliche Schaltanlage ist nicht mehr vorhanden.
Aus diesem Grund müssen alle Rohabwasserpumpen ausgetauscht werden. Die Auslegung der neuen 4 Rohabwasserpumpen wird dann so vorgenommen, dass der neue erforderliche Förderstrom nach dem Anschluss der Gemeinde Berglen wirtschaftlich abgedeckt wird.

Erforderliche Maßnahmen:

- Abbruch bestehende Rohabwasser-Pumpen einschl. Verrohrung und Fundamente
- Neue Rohabwasser-Pumpen mit Verrohrung und Fundamenten
- Absperrschieber, Armaturen
- Neue Schaltanlage Rohabwasser-Pumpwerk
- Anpassung EMSR-Technik

4.11 Rezirkulationspumpen

Die Rezirkulation zwischen den Nitrifikations- und Denitrifikationsbecken erfolgt bisher nur über eine Freigefälleleitung DN 300 von der Nitrifikation 2 zum Zulaufgerinne Denitrifikation 1 und 2.
Die Leistungsfähigkeit beträgt max. 200 l/s. Dies war bisher schon unter der erforderlichen Leistung für den Regenwetterfall. Der Betreiber konnte dies jedoch durch eine angepasste Betriebsweise gerade so ausgleichen, um die Werte einhalten zu können.
Nach dem Anschluss der Gemeinde Berglen würde diese Betriebsweise auch bei Trockenwetter nicht mehr ausreichen.

Klärtechnischer Nachweis

Q_M = 472 l/s
$Q_{T, aM}$ = 263 l/s

RF = 1,9
RZ = RF ï RV = 1,9 ï 1,0 = 0,9

Rezirkulation bei Q_M: = 425 l/s
Rezirkulation bei $Q_{T,aM}$: = 237 l/s

Bewertung Rezirkulationspumpen

Im klärtechnischen Nachweis nach DWA-A 131 ergibt sich eine Rückführung von ca. 190 %. Das entspricht einer internen Rezirkulation von 237 l/s bei Trockenwetterabfluss und 425 l/s bei Mischwasserabfluss.

Die Rezirkulation über die Freigefälleleitung mit max. 200 l/s ist nicht mehr ausreichend.

Für die restliche Rezirkulationsmenge sind 2 Tauchpumpen in das Belüftungs- und Nitrifikationsbecken 2 zu installieren, die das zu rezirkulierende Abwasser über eine Leitung DN 300 zum DN-Becken 3, bzw. DN 1 und 2 fördert.

Um eine zu hohe Rezirkulation und damit einen hohen Sauerstoffeintrag in die Denitrifikationszone zu unterbinden, ist nach DWA-A 131 eine Drosselung oder Steuerung der Pumpenleistung mittels Frequenzumformer empfohlen.

Erforderliche Maßnahmen:

- 2 Rezirkulationspumpen à 150 l/s mit Verrohrung und Halterungen
- Absperrschieber, Armaturen
- Neue Schaltanlage Rezirkulationspumpen
- Anpassung EMSR-Technik

4.12 P-Fällmitteldosierstation

Zur Lagerung, Aufbereitung und Dosierung des Fällmittels wurde das vorhandene Beschleuniger-Pumpwerk zu einer P-Fällmitteldosierstation umgebaut. Aus dieser ist eine Dosierung von Eisen (III)-Chlorid in den Ablauf der Denitrifikationsbecken möglich.
Die Fällmittelmenge wird über die im Ablauf der Kläranlage gemessene Phosphorkonzentration eingestellt.

Messstelle: Ablauf der Kläranlage
Dosierstelle: Ablauf Denitrifikationsbecken
Fällmittel: Eisen (III) - Chlorid

Vorhandene Einrichtungen

Lagerung und Aufbereitungsvolumen	50 m³
Vorlagevolumen für Dosierpumpen	3 m³
2 Dosierpumpen à 0-100 l/h Förderleistung	

Im Folgenden wird nach DWA-A 202 die zu dosierende Fällmittelmenge berechnet.

Tabelle 6: Bemessung des Fällmittelbedarfs nach DWA-A 202

Phosphorkonzentration Zulauf Belebung	$C_{P,ZB}$	7,6	mg/l
Phosphorkonzentration Ablauf NKB (Jahresmittelwert)	$C_{P,aM,AN}$	0,5	mg/l
CSB Konzentration Zulauf Belebung	$C_{CSB,ZB}$	446,6	mg/l
zum Zellaufbau benötigter Phosphor	$X_{P,BM}$	*2,2*	*mg/l*
Konzentration des zu fällenden Phosphors	$X_{P,Fäll}$	***4,8***	***mg/l***
Gehalt Eisen	WS Fe	0,135	kg/kg Fällmittel
Gehalt Aluminium	WS Al	0	kg/kg Fällmittel
Wirkungsbeiwert des Fällmittels	*z*	*0,075*	kg Me/kg Fällmittel
Trockenwetterzufluss	$Q_{T,d}$	10.363	m³/d
relative Fällmittelmenge bezogen auf den zu fällenden Phosphor	$b_{Fäll}$	1,2	(mol/l)/(mol/l)
Dichte Fällmittel	$\rho_{Fäll}$	1,43	kg/l
im Mittel zu dosierende Fällmittelmenge	$B_{d,FM}$	***799.627***	***g/d***
	$Q_{d,FM}$	***559***	***l/d***
		17.335	***l/Monat***
		204	***m³/a***
Stoßfaktor Fällmittelbedarf nach DWA-A 202	f_P	2	-
Fällmittelbedarf pro Stunde	$Q_{h,FM}$	***46,6***	***l/h***

Die Überrechnung des Fällmittelbedarfs ergibt eine erforderliche Fällmittelmenge von 46,6 l/h.

<u>Bewertung P-Fällmittelstation</u>

Die Förderleistung der vorhandenen zwei Dosierpumpen beträgt jeweils bis zu 100 l/h. Die Berechnung nach DWA-A 202 zeigt, dass sie auch künftig ausreichend bemessen sind.
Der Vorlagebehälter muss im Quartal befüllt werden.

Es sind keine Erweiterungsmaßnahmen erforderlich.

4.13 Überschussschlammvorentwässerung

Aus der Rücklaufschlammleitung wird der Überschussschlamm erst zur Voreindickung abgezogen. In einem separaten Raum des Sandklassierer- und Überschussschlammvorentwässerungsgebäudes ist die maschinelle ÜS-Voreindickung sowie Polymeraufbereitung installiert.

Vorhandene Einrichtung

Durchsatzleitung der ÜS-Eindickung:	20 m³/h
Eindickung ÜS-Schlamm:	ca. 6,0 % TR

Bemessungskennwerte

- Spezifischer Überschussschlammanfall: ca. 0,5 kg TS/kg CSB
- voraussichtlicher Überschussschlammanfall: ca. 2.200 kg TS/d
- Feststoffgehalt Rücklaufschlamm: 9,5 kg TS/m³
- voraussichtliche Überschussschlammmenge: ca. 230 m³/d

Klärtechnischer Nachweis

Durchsatzleistung der ÜS-Eindickung:	20 m³/h
Betriebszeit pro Tag:	11,5 h/d
Eindickung ÜS-Schlamm:	ca. 6,0 % TR
Eingedickte Schlammmenge:	ca. 37 m³/d

Der eingedickte Schlamm wird in den Trichter der Dickschlammpumpe abgeworfen, von wo aus er zum Sammelschacht am Schlammpumpwerk 1 gefördert wird.

Förderleistung Dünnschlammpumpe	20 m³/h
Förderleistung Dickschlammpumpe	3,0 m³/h

Bewertung Überschussschlammvorentwässerung

Die Schlammpumpen wären auch bei größeren Schlammmengen jeweils ausreichend und müssen mit erhöhten Betriebszeiten von 11,5 Stunden betrieben werden.
Es sind keine Erweiterungsmaßnahmen erforderlich.

4.14 Faulung

Um den künftigen Rohschlammanfall abzuschätzen, werden die Schlammcharakteristika nach DWA-M 368 für den Primärschlamm und der zuvor ermittelte eingedickte Überschussschlamm herangezogen.

Vorhandene Einrichtungen

- 1 Faulbehälter V = 1.800 m³
- 1 Wärmetauscher
- 2 Umwälzpumpen
- 1 Schlammentnahmepumpe

Bemessungskennwerte

- Spezifischer Primärschlammanfall: 0,6 l/(E d)
- Voraussichtliche Primärschlammmenge: ca. 33 m³/d
- Eingedickte Überschussschlammmenge: ca. 37 m³/d

Um eine vollständige anaerobe Stabilisierung des Schlammes zu erzielen, ist nach DWA-M 368 eine Aufenthaltszeit von 18 bis 25 Tagen erforderlich.

Rohschlammanfall	ca. 70 m³/d
Erforderliches Faulraumvolumen	70 m³/d x 25 Tage = 1.750 m³

Bewertung Faulung

Das vorhandene Nutzvolumen des Faulbehälters auf der Kläranlage Buchenbachtal beträgt 1.800 m³.

Das erforderliche Faulraumvolumen für den errechneten künftigen Schlammanfall auf der Kläranlage Buchenbachtal beträgt 1.750 m³.

Die Faulraumbehältergröße ist für den anfallenden Faulschlamm ausreichend. Der Behälter wäre bei einer Faulzeit von 25 Tagen an seiner Kapazitätsgrenze.

Es sind keine Erweiterungsmaßnahmen erforderlich.

4.15 Schlammleitungen

Im Folgen werden die Schlammleitungen geprüft. Um den klärtechnischen Nachweis nach DWA-A 131 zu erbringen, ist, bei einem Anschluss der Gemeinde Berglen, ein Rückführverhältnis von 1,0 erforderlich. Es ergibt sich ein Fördervolumen von 472 l/s. Die voraussichtliche Primärschlammmenge liegt bei 33 m³/d. Der Rohschlamm zur Beschickung des Faulturms wird mit 70 m³/d gewählt (siehe Kapitel 4.11 und 4.14).

Tabelle 7: Nachweis der Schlammleitungen

Leitung	DN	Q	v
	mm	l/s	m/s
Rücklaufschlammleitung	400	236	1,88
Schlammabzug VKB	200	9	0,29
Faulturm Beschickungsleitung	150	19	1,10

Bewertung Schlammleitungen

Die Fließgeschwindigkeit in den Rücklaufschlammleitungen ist beim künftig erhöhten Mischwasserzufluss deutlich über 1 m/s. Druckleitungen werden auf 1 bis 2 m/s bemessen. Die Rücklaufschlammleitung befindet sich daher in einem noch tolerierbaren Bemessungsbereich.

4.16 BHKW-Anlage

Vorhandene Einrichtungen

- 2 BHKW-Module jeweils Elektrische Leistung 50 kW_{el}
  Thermische Leistung 100 kW_{th}

Bemessungskennwerte

- Spezifischer Faulgasanfall: 22 l/(E d)
- Voraussichtlicher Faulgasanfall: ca. 1.200 m³/d

Faulgaserzeugung	441.650	m³/a
Heizwert Faulgas	6,4	kWh/m³
Elektrischer Wirkungsgrad BHKW	32	%
Thermischer Wirkungsgrad BHKW	50	%
Faulgas BHKW		
Stromerzeugung	904.499	kWh/a
Wärmeerzeugung	1.413.280	kWh/a
Notwendige elektrische Leistung BHKW		
aus Faulgas	103	kW
Notwendige thermische Leistung BHKW	161	kW

Bewertung BHKW-Anlage

Die zwei BHKW-Module haben jeweils eine elektrische Leistung von 50 kW_{el}. Sie können somit den künftigen Faulgasanfall abwirtschaften, wären jedoch an ihrer Kapazitätsgrenze. Kritisch zu betrachten ist, dass bei einem längeren Ausfall eines der BHKW´s viel Klärgas über die Klärgasfackel geleitet werden muss.

Durch die Vergrößerung des Gasspeichers kann jedoch eine Bewirtschaftung der BHKW´s an der oberen Leistungsgrenze gut geregelt werden. Auch bei einem kürzeren Ausfall eines BHKW´s kann die abzufackelnde Gasmenge minimiert werden.

Es sind keine Erweiterungsmaßnahmen erforderlich.

4.17 Klärgasspeicher

Zur Abschätzung des Faulgasanfalls wird die spezifische Faulgasmenge nach DWA-M 368 herangezogen.

Vorhandene Einrichtungen

- 1 Klärgasspeicher V = 300 m³

Bemessungskennwerte

- Spezifischer Faulgasanfall: 22 l/(E d)
- Voraussichtlicher Faulgasanfall: ca. 1.200 m³/d

Bewertung Klärgasspeicher

Der Klärgasspeicher kann 25 % des täglich anfallenden Faulgases speichern. Nach DWA-M 363 sollte das Faulgasspeichervolumen von 30 % bis zu 50 % des täglichen Faulgasanfalls betragen, um Schwankungen in der Gasproduktion ausgleichen zu können. Der Faulgasbehälter ist folglich unterhalb des empfohlenen Bereichs und hat ein zu geringes Speichervolumen.

Da auch die BHKW´s an der oberen Leistungsgrenze betrieben werden müssen. ist für die Regelung der Gasnutzung (Ausgleich Schwankungen Gasproduktion, Speichervolumen für Ausfallzeiten eines BHKW´s etc.) ein größerer Gasspeicher erforderlich.

Das Volumen eines neuen Gasspeichers muss auf 550 m³ ausgelegt werden.

Erforderliche Maßnahmen:

- Abbruch Gasspeicher V = 300 m³ mit Bodenplatte und Rohrleitungen
- Neubau Bodenplatte und Kondensatschacht
- Neubau Gasspeicher V = 550 m³
- Automatische Kondesatentwässerung, Rohrleitungen, Armaturen
- Wegebau neuer Gasspeicher

4.18 Klärgasleitung

Im Folgenden wird die Faulgasleitung geprüft.

Tabelle 8: Nachweis der Faulgas Geschwindigkeiten

Leitung	DN	Q	v
	mm	l/s	m/s
Gasleitung	80	12,73	2,53

Bewertung Klärgasleitung

Nach DWA-M 275 wird eine Geschwindigkeit von 3,0 bis 5,0 m/s empfohlen. Die Gasleitung hat somit weitere Kapazitäten gegeben.

Es sind keine Erweiterungsmaßnahmen erforderlich.

4.19 Schlammbehandlung

Zur Abschätzung des ausgefaulten Schlamms wird die spezifische Faulschlammmenge nach DWA-M 368 herangezogen.

Vorhandene Einrichtungen

- Klärschlammspeicher V = 2.000 m³
- Klärschlammentwässerung Zentrifuge 40 m³/h

Bemessungskennwerte

- Spezifischer Faulschlammmenge: 1 l/(E d)
- Voraussichtliche Faulschlammmenge: 55 m³/d

55 m³/d x 7 d = 385 m³/Woche

385 m³ pro Woche / 3 Arbeitstage / 6 Betriebsstunden pro Tag = 21,38 m³ pro Stunde

Bewertung Schlammbehandlung

Die Zentrifuge kann die voraussichtliche Menge an Faulschlamm entwässern.
Der Klärschlammspeicher kann den ausgefaulten Schlamm von 5 Wochen zwischenspeichern.

Es sind keine Erweiterungsmaßnahmen erforderlich.

5. DISKUSSION ZUR P-ELIMINATION UND P-RÜCKGEWINNUNG

5.1 Allgemein

Die Klärschlammverordnung sieht als zentrales Element die Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlämmen und Klärschlammverbrennungsaschen vor, die Betreiber von Abwasserbehandlungsanlagen zu beachten haben. Die Pflicht zur Rückgewinnung von Phosphor greift 15 Jahre nach Inkrafttreten und damit im Jahr 2032 für Anlagen mit einer Ausbaugröße von mehr als 50.000 Einwohnerwerten. Ausnahmen von der Rückgewinnungspflicht bestehen bei Klärschlämmen mit niedrigeren Phosphorgehalten von weniger als 20 g P/ kg TR.

Der Zweckverband Abwasserklärwerk Buchenbachtal würde durch den Anschluss der Gemeinde Berglen auf Grund der dann vorhandenen Ausbaugröße der Kläranlage Buchenbachtal von > 50.000 EW in die Verpflichtung kommen, Maßnahmen zur P-Rückgewinnung ab dem Jahr 2032 zu betreiben. Dies bedeutet, dass vor dem Jahr 2030 Planungen zur P-Rückgewinnung erfolgen müssen, damit zum Ende des Jahres 2032 eine funktionstüchtige Anlage oder ein Fremdunternehmen für die P-Rückgewinnung zur Verfügung stehen.

Es wird derzeit davon ausgegangen, das eigene P-Rückgewinnungsanlagen erst auf Kläranlagen > 500.000.EW wirtschaftlich betrieben werden können.

Deshalb wird erwartet, dass Anlagen der Größe der Kläranlage Buchenbachtal die Entsorgung des Klärschlamms neu ausschreiben müssen, um mit der bisherigen Entsorgung auch die P-Rückgewinnung durch einen Dienstleister ausführen zu lassen. Die Entsorgungsfirmen werden die Aufgabe der P-Rückgewinnung (z.B. aus der Asche nach der Verbrennung) zukünftig wohl mit übernehmen. Dies hat aber zur Folge, dass die Entsorgungskosten für den Klärschlamm deutlich steigen werden.

Durch den Anschluss der Gemeinde Berglen werden Kostensteigerungen wegen der Verpflichtung der P-Rückgewinnung auf den Verband zu kommen. Die Höhe der Kosten kann derzeit aber nicht beziffert werden.

Nachfolgend werden heute gängige Verfahren zur Phosphorrückgewinnung aus dem Klärschlamm vorgestellt.

5.2 Phosphorelimination

Die Zugabe des Phosphorfällmittels aus dem P-Fällmittelbunker kann in Simultanfällung in den Ablauf der Denitrifikationsbecken erfolgen.

Der aktuelle Überwachungswert für Phosphor im Ablauf der Kläranlage wurde auf 2 mg/l, der Zielwert im Jahresmittel auf 0,5 mg/l festgelegt.

Grundsätzlich gilt nach DWA-A 202, das Kläranlagen mit chemischer P-Fällung ohne Flockungsfiltration ein Überwachungswert von 1 mg/l gesichert einhalten können (s. Tabelle unten). Dabei kann unter günstigen Bedingungen ein niedrigerer Wert im Ablauf erreicht werden. Um gesichert einen niedrigeren Wert einzuhalten, ist für den heute gültigen Zielwert von P_{ges} = 0,5 mg/l der Betrieb einer den Nachklärbecken nachgeschaltete Filtrationsstufe (z.B. Flockungsfiltrationsanlage) notwendig.

Tabelle 9: Charakterisierung der Verfahren zur Phosphorfällung nach DWA-A 202

	Dim.	Vorfällung	Simultanfällung	Nachfällung	Flockungsfiltration
Einhaltbarer Überwachungswert P_{ges}	mg/l	2	1	1	0,5

Um den derzeitigen Zielwert für P_{ges} von 0,5 mg/l, gesichert einhalten zu können, wird nach DWA-A 202 und ATV-DVWK-M 206 zur Ergänzung zur Simultanfällung eine Filtration mit vorgeschalteter zusätzlicher Nachfällung empfohlen.

Für die erforderliche, den Nachklärbecken nachgeschaltete Flockungsfiltration wird aufgrund der einfachen Verfahrenstechnik die Realisierung einer aufwärtsdurchströmten kontinuierlich gespülten Flockungsfiltrationsstufe empfohlen. Diese Filter haben den Vorteil, dass diese zukünftig, quasi kostenneutral, für eine Spurenstoffelimination durch Austausch des Füllmateriales gegen Aktivkohle ertüchtigt werden können.

Funktionsweise aufwärtsdurchströmter Flockungsfilter

Bedingt durch die kontinuierliche Spülung wird das Filterbett in zylindrische Module unterteilt. Mehrere Module bilden eine Filterkammer.

Das Rohabwasser wird in jedem Modul über ein Verteilsystem im unteren Bereich in das Sandbett eingeleitet. Das Abwasser durchströmt nun den Filter von unten nach oben, wobei die ungelösten Stoffe im Sandbett zurückgehalten werden. Das filtrierte Abwasser der einzelnen Module verlässt über eine gemeinsame Ablaufrinne die Filterkammer.

Die Abläufe der einzelnen Filterkammern werden in einer Sammelleitung zusammengefasst und nach erfolgter Mengenmessung in den Vorfluter abgeleitet.

In jedem Filtrationsmodul ist mittig eine Mammutpumpe angeordnet, die kontinuierlich den mit ungelösten Stoffen behafteten Sand aus dem unteren Filterbereich (Konus) nach oben fördert.
Am oberen Ende des Rohres gelangt der Sand in den Sandwäscher, der im Gegenstrom von Reinwasser durchflossen wird. Der gereinigte Sand legt sich im Austritt des Wäschers wieder auf das Filterbett und steht wieder für die Filtration zur Verfügung.
Das Spülwasser wird über eine verstellbare Wehrkante abgeleitet. Durch diese Wehrkante wird die Wasserspiegeldifferenz zwischen Spülwasser und Reinwasser eingestellt, was sich wiederum auf den Spülwasseranfall auswirkt.

Die Spülwasserleitungen der einzelnen Module werden zusammengefasst. Das Spülwasser wird in eine gemeinsame Pumpenvorlage geleitet. Von da aus wird es in den Zulauf Nachklärung gepumpt.

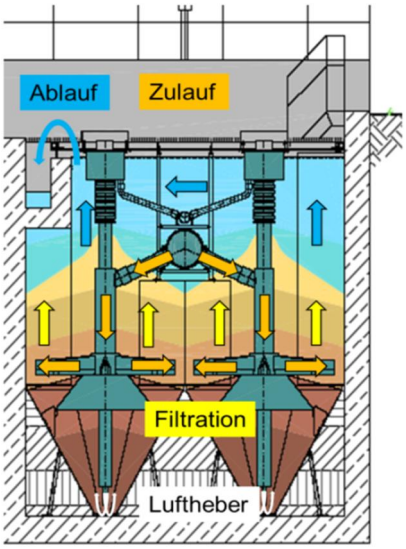

Abbildung 1: Prinzipdarstellung up-flow-Filter

5.3 Phosphorrecycling

Die Abwasserreinigung kann mit dem anfallenden Klärschlamm, der einen mittleren Phosphoranteil, von ca. 3% enthält, einen erheblichen Beitrag zum Phosphorrecycling leisten und dadurch einen Teil der importierten Phosphordünger ersetzen.

Die Klärschlammaschen sind wegen ihrer hohen Phosphorkonzentrationen, der vollständigen Zerstörung organischer Schadstoffe und der geringen Volumenströme ein hervorragender Ausgangspunkt für Phosphorrückgewinnungsverfahren. Während der Monoverbrennung werden der im Klärschlamm enthaltene Phosphor und die unter den Verbrennungsbedingungen nicht flüchtigen Metalle aufkonzentriert. Klärschlammaschen enthalten nahezu 100 % des in der Kläranlage entfernten Phosphors und weisen hohe Phosphorkonzentrationen von 10 % bis 18 % P_2O_5 auf.

Die Verfahren sind Gegenstand intensiver Forschungen und bisher in Deutschland realisierte Anlagen sind Pilotprojekte. Es werden insbesondere die folgenden Wege für das Recycling von Phosphor aus Klärschlammaschen diskutiert:

- Thermochemisches Verfahren
- Recycling von Klärschlammaschen
- Metallurgische Ascheschmelzverfahren
- Direkte Verwertung von Klärschlammaschen in der Düngerindustrie

Phosphorrückgewinnungsverfahren, die aus dem Endprodukt Klärschlammasche erfolgen, haben keinerlei Auswirkungen auf den Abwasserreinigungsprozess. Eine sichere Behandlungsmöglichkeit von unter Umständen verfahrensbedingt entstehenden Stoffströmen muss bestehen.

MAP-Fällung

Die Rückgewinnung von Phosphor aus Klärschlämmen kann durch die Fällung von MAP (Magnesiumammoniumphosphat) erfolgen. Dabei wird, z.B. nach dem Airplex-Verfahren, der ausgefaulte Schlamm unmittelbar nach dem Faulturm einem mehrstufigen Reaktorsystem zugeführt. In den Reaktoren wird der Schlamm bei gleichzeitiger Zugabe von Magnesium-Fällmitteln (MgCl2) einer Luftstrippung unterzogen, wodurch MAP ausfällt und abgeschieden werden kann.

Da die Ausfällung von MAP im Faulschlamm auch spontan stattfindet, führt dieses häufig zu Betriebsproblemen aufgrund von Inkrustationen in Rohrleitungen und zu erhöhten Betriebskosten aufgrund erhöhter Instandhaltungskosten und erhöhten Energiekosten (Druckverluste in Rohrleitungen).

Durch die gezielte Fällung des MAP im Reaktor kann das sedimentierte MAP aus dem Medienkreislauf ausgeschleust werden. Hierdurch werden auf der einen Seite Inkrustationen in den Rohrleitungen der nachfolgenden Verfahrensstufen vermieden, andererseits kann das abgeschiedene MAP als Dünger vermarktet werden, um damit Erlöse zu erzielen.

6. HYDRAULISCHE BERECHNUNG

6.1 Allgemein

Bei der hydraulischen Berechnung einer Kläranlage wird u. a. die einwandfreie hydraulische Funktion der einzelnen Anlagenteile bestimmt, eine Minimierung der Fließhöhenverluste und damit der Betriebskosten der Anlage angestrebt und überprüft. Die Berechnung erfolgt meist für unterschiedliche Durchflüsse und häufig für mehrere Normal- und Sonderbetriebsfälle.

Durch den Einsatz der EDV kann die hydraulische Berechnung einer Kläranlage erheblich vereinfacht und übersichtlicher gestaltet werden. Es verbleibt somit mehr Zeit, eine konzeptionell richtige und hydraulisch einwandfreie Gestaltung der Anlage zu projektieren.

Die nachfolgende hydraulische Berechnung der Anlagenteile der Kläranlage Buchenbachtal wurde mit dem EDV-Programm HYBEKA (HYdraulische BErechnung von KlärAnlagen), Version 7, durchgeführt. (siehe **Teilbericht Hydraulische Berechnungen**)

6.2 Zusammenfassung der Hydraulischen Berechnung

Die Kläranlage wurde in zwei Teilsysteme unterteilt:

- Teil 1: Zulauf der Kläranlage bis zum Pumpwerk
- Teil 2: Zulauf Denitrifikationsbecken 3 bis MID Ablaufschacht

Es wurden zwei Lastfälle betrachtet, um unterschiedliche Szenarien zur Entlastung der Anlage nachzuweisen.

Tabelle 10: Lastfälle hydraulische Berechnung

Hydraulische Berechnung Zulauf bis Pumpwerk	
Lastfälle	Verteilbauwerk - Pumpwerk
1	-
2	+

- Geschlossen
+ Geöffnet

Für die hydraulische Berechnung wurde angenommen, dass alle drei Gerinne des Sandfangs in Betrieb sind.

Im Lastfall 1 (Zufluss im Verteilbauwerk zum Pumpwerk geschlossen) kommt es zu Überläufen im Zulaufbereich des Denitrifikationsbeckens sowie Überlastungen im Zulauf des Vorklärbeckens. Die Wassertiefe im Ober- und Unterwasser der Rechenlage ist überschritten. Der künftige Mischwasserabfluss kann folglich nicht abgeführt werden.

Im Lastfall 2 (Zufluss im Verteilbauwerk zum Pumpwerk geöffnet) ist der Wasserspiegel im Ober- und Unterwasser über den angenommenen Werten der Rechenlage und der Rechen wäre somit überströmt. Der Zulaufdüker des Vorklärbeckens weist eine leicht erhöhte Fließgeschwindigkeit auf, die sich aber in einem bemessungstechnisch tolerierbaren Rahmen befindet. Es kommt zu keinen Überläufen im System.

Die hydraulische Berechnung der untersuchten Lastfälle von Teil 1 belegt, dass im Lastfall 2 die maximale Wassermenge Q_M = 472 l/s, durch den Anschluss der Gemeinde Berglen an die Kläranlage Buchenbachtal, über die Anlage geleitet werden kann.

Im Teil 2 kann nachgewiesen werden, dass die maximale Wassermenge ohne Überläufe über die Anlage geleitet werden kann.

7. ERGEBNISSE

7.1 Zusammenfassung der Maßnahmen

Im Folgenden werden in den vorherigen Kapiteln identifizierten betriebstechnischen Schwachstellen zusammengefasst und die erforderlichen Maßnahmen aufgezeigt.

Rechenanlage

Der Nachweis der Rechenanlage ergibt eine notwendige Gerinnebreite von ca. 1,8 m. Das bestehende Gerinne mit 1,8 m ist derzeit schon an seiner Kapazitätsgrenze und hat keine Pufferkapazität für Schwankungen. Um die Funktionstüchtigkeit der Rechenanlage zu gewährleisten, sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- Pumpanlage mit Rohrleitungen für Umgehung Rechengebäude während der Umbauphase
- Provisorische Rechenanlage nach der Sandfanganlage im Zulaufgerinne zur Vorklärung während der Umbauphase
- Abbruch alte Rechenanlage
- Abbrucharbeiten Aufweitung Rechengerinne
- Beton- und Stahlbetonarbeiten Aufweitung Rechengerinne
- Fliesenarbeiten Bodenbelag Rechengebäude
- Malerarbeiten Rechengebäude
- Neue Rechenanlage mit Austragssystem auf bestehende Containeranlage
- Neue Schaltanlage Rechenanlage
- Anpassungsarbeiten EMSR-Technik an neue Rechenanlage
- Rohrleitungen, Absperrschieber

Sandfang

Die Absetzgeschwindigkeit im Sandfang kann bei Q_M nur für die Rinne 1, 2 und 3 nachgewiesen werden. Die Oberflächenbeschickung ist etwas über dem empfohlenen Wertebereich.
Der Sandfangräumer muss folglich aus der Rinne 3 ausgebaut und neben dem Sandfangrinnen angeordnet werden.

Erforderliche Maßnahmen sind:

- Abbruch Sandsammelrinne in der 3. Sandfangrinne
- Sanierung 3. Sandfangrinne
- Absperrschieber, Motorantriebe Armaturen
- Umrüstung Sandfangräumer
- Neubau Sandsammelrinne
- Anpassung EMSR-Technik

Belebungsbecken

Der klärtechnische Nachweis nach DWA-A 131 hat gezeigt, dass das vorhandene Belebungsbeckenvolumen von 4.505 m³ auch durch einen erhöhten Feststoffgehalt in den Belebungsbecken von 4,41 kg/m³ nicht nachweisbar ist. Bei strikter Einhaltung der Bemessungsregeln muss ein PF von 2,1 gewählt werden. Aus Erfahrungen der Betriebsführung wurde der Prozessfaktor auf 1,8 gemittelt. Um den klärtechnischen Nachweis nach DWA-A 131 zu erfüllen, muss ein zusätzliches Belebungsbeckenvolumen von ca. 1.000 m³ geschaffen werden.

Der Prozessfaktor berücksichtigt Schwankungen der maximalen Wachstumsrate, kurzfristige Temperaturschwankungen und pH-Verschiebungen. Er ist abhängig von der Höhe des Überwachungswerts für Ammoniumstickstoff und betrachtet die Auswirkungen von Schwankungen des Stickstofffrachten des Zulaufs auf die Schwankungen der Ablaufkonzentration.

Daher müssen 1.000 m³ zusätzliches Belebungsbeckenvolumen geschaffen werden. Damit kann den Anforderungen des klärtechnischen Nachweises nach DWA-A 131 entsprochen werden.

Erforderliche Maßnahmen sind:

- Neubau Belebungsbecken mit V = 1000 m³
- Änderung Verteilung Abwasser auf die Belebungsbecken
- Änderung Verteilung Belebtschlamm-Abwassergemisch auf Nachklärbecken 1 und 2

Gebläsestation

In der Gebläsestation sind derzeit drei Gebläse installiert. Diese können einen Gesamtvolumenstrom von 2.900 m³/h (= 48,4 m³/min) fördern. Um den künftigen Anforderungen an die Abwasserreinigung zu entsprechen und eine ausreichend Sauerstoffkonzentration in den Nitrifikationsbecken zu gewährleisten, ist die Gebläsestation auszubauen. Hierfür wäre ein zusätzliches FU-regelbares Gebläse mit 24 m³/min zu installieren. Die Räumlichkeit innerhalb der Gebläsestation lässt die Aufstellung eines 4. Gebläses nicht zu.

Auch der Platz für die zusätzliche Schaltanlage ist nicht mehr vorhanden.

Aus diesem Grund müssen alle Gebläse ausgetauscht werden. Die Auslegung der neuen 3 Gebläse wird dann so vorgenommen, dass der neue Sauerstoffbedarf nach dem Anschluss der Gemeinde Berglen wirtschaftlich abgedeckt wird.

Erforderliche Maßnahmen:

- Austausch Gebläse 1 -3 mit Erhöhung der Gebläseleistung und neuer Abstufung der 3 neuen Gebläsegrößen
- Erneuerung und Erweiterung Schaltanlage Gebläsestation
- Anpassungsarbeiten EMSR-Technik

RLS-Pumpwerk

Die Fördermenge der Rücklaufschlammpumpen ist zu gering, um das Rückführverhältnis von 1,0 aus dem klärtechnischen Nachweis nach DWA-A 131 zu erfüllen. Hierfür müsste eine weitere Rücklaufschlammpumpe installiert werden.

Die Räumlichkeit innerhalb der Rücklaufschlammpumpstation lässt die Aufstellung einer 3. Rücklaufschlammpumpe nicht zu.

Auch der Platz für die zusätzliche Schaltanlage ist nicht mehr vorhanden.

Aus diesem Grund müssen alle Rücklaufschlammpumpen ausgetauscht werden. Die Auslegung der neuen 2 Rücklaufschlammpumpen wird dann so vorgenommen, dass der neue erforderliche Förderstrom nach dem Anschluss der Gemeinde Berglen wirtschaftlich abgedeckt wird.

Erforderliche Maßnahmen sind:

- Abbruch bestehende Rücklaufschlamm-Pumpen einschl. Verrohrung und Fundamente
- Neue Rücklaufschlamm-Pumpen mit Verrohrung und Fundamenten
- Absperrschieber, Armaturen
- Neue Schaltanlage RLS-Pumpwerk
- Anpassung EMSR-Technik

Rohwasserpumpwerk

Das Rohwasserpumpwerk kann maximal 850 l/s fördern. Bei einem maximalen Fördervolumen von 944 l/s ist das bestehende Rohwasserpumpwerk nicht mehr ausreichend bemessen. Um die Fördermenge künftig pumpen zu können, ist das Rohwasserpumpwerk auszubauen.
Folglich muss das bestehende Rohwasserpumpwerk erweitert werden.

Die Räumlichkeit innerhalb des Rohwasserpumpwerks lässt die Aufstellung einer 5. Rohabwasserpumpe nicht zu. Auch der Platz für die zusätzliche Schaltanlage ist nicht mehr vorhanden.
Aus diesem Grund müssen alle Rohabwasserpumpen ausgetauscht werden. Die Auslegung der neuen 4. Rohabwasserpumpen wird dann so vorgenommen, dass der neue erforderliche Förderstrom nach dem Anschluss der Gemeinde Berglen wirtschaftlich abgedeckt wird.

Erforderliche Maßnahmen:

- Abbruch bestehende Rohabwasser-Pumpen einschl. Verrohrung und Fundamente
- Neue Rohabwasser-Pumpen mit Verrohrung und Fundamenten
- Absperrschieber, Armaturen
- Neue Schaltanlage Rohabwasser-Pumpwerk
- Anpassung EMSR-Technik

Rezirkulationspumpe

Die Rezirkulation über die Freigefälleleitung mit max. 200 l/s ist nicht mehr ausreichend.

Für die restliche Rezirkulationsmenge sind 2 Tauchpumpen in das Belüftungs- und Nitrifikationsbecken 2 zu installieren, die das zu rezirkulierende Abwasser über eine Leitung DN 300 zum DN-Becken 3, bzw. DN 1 und 2 fördert.

Um eine zu hohe Rezirkulation und damit einen hohen Sauerstoffeintrag in die Denitrifikationszone zu unterbinden, ist nach DWA-A 131 eine Drosselung oder Steuerung der Pumpenleistung mittels Frequenzumformer empfohlen.

Erforderliche Maßnahmen:

- 2 Rezirkulationspumpen à 150 l/s mit Verrohrung und Halterungen
- Absperrschieber, Armaturen
- Neue Schaltanlage Rezirkulationspumpen
- Anpassung EMSR-Technik

Klärgasspeicher

Der Klärgasspeicher kann 25 % des künftigen täglich anfallenden Faulgases speichern. Nach DWA-M 363 sollte das Faulgasspeichervolumen von 30 % bis zu 50 % des täglichen Faulgasanfalls betragen, um Schwankungen in der Gasproduktion ausgleichen zu können. Eine Vergrößerung des Speichervolumens auf 550 m³ durch die Errichtung eines neuen Gasspeichers ist erforderlich.
Das Volumen eines neuen Gasspeichers muss auf 550 m³ ausgelegt werden.

Erforderliche Maßnahmen:

- Abbruch Gasspeicher V = 300 m³ mit Bodenplatte und Rohrleitungen
- Neubau Bodenplatte und Kondensatschacht
- Neubau Gasspeicher V = 550 m³
- Automatische Kondesatentwässerung, Rohrleitungen, Armaturen
- Wegebau neuer Gasspeicher

Phosphorelimination und Phosphorrecycling

Der Zweckverband Abwasserklärwerk Buchenbachtal würde durch den Anschluss der Gemeinde Berglen auf Grund der dann vorhandenen Ausbaugröße der Kläranlage Buchenbachtal von > 50.000 EW in die Verpflichtung kommen, Maßnahmen zur P-Rückgewinnung ab dem Jahr 2032 zu betreiben. Dies bedeutet, dass vor dem Jahr 2030 Planungen zur P-Rückgewinnung erfolgen müssen, damit zum Ende des Jahres 2032 eine funktionstüchtige Anlage oder ein Fremdunternehmen für die P-Rückgewinnung zur Verfügung stehen.

Durch den Anschluss der Gemeinde Berglen werden Kostensteigerungen wegen der Verpflichtung der P-Rückgewinnung auf den Verband zu kommen. Die Höhe der Kosten kann derzeit aber nicht beziffert werden.

7.2 Kostenschätzung

Die Kosten der Bauarbeiten, der Maschinen-, Prozess- und Verfahrenstechnik sowie der EMSR-Technik beruhen auf Einheits- und Gesamtpreisen, wie sie derzeit (1. und 2. Halbjahr 2018) bei Projekten vergleichbarer Größenordnung angeboten wurden.

Zum Zeitpunkt der Kostenschätzung lagen noch keine statischen Berechnungen und kein Bodengutachten für die Neubaumaßnahmen vor.

Je nach Ausführungszeitraum können konjunkturabhängig Preissteigerungen eintreten.

Die im Folgenden genannten Investitionskosten beruhen auf nachfolgenden Ansätzen:

Nr.	Leistungsbeschreibung	Bau ú netto	Maschine ú netto	Verfahrens-technik ú netto	Elektro ú netto	Gesamt ú netto
	Umbau im Bestand					
1.	**Ertüchtigung der Rechenanlage und Zulaufgerinne**	**177.700,00**	**182.900,00**	**65.000,00**	**103.200,00**	**528.800,00**
	Demontage /Abbruch (Rechenalage, Gerinne)	26.500,00	11.600,00		4.800,00	
	Umbauarbeiten Rechengebäude (Gerinne etc.)	86.200,00		12.100,00		
	Umbauarbeiten Zulaufgerinne Rechengebäude	62.400,00				
	Rechenanlage		106.700,00		30.400,00	
	EMSR-Technik				54.600,00	
	Provisorische Rechenanlage Umbauphase		27.800,00	26.700,00	13.400,00	
	Pumpanlage Umgehung Rechengebäude	2.600,00	36.800,00	26.200,00		
2.	**Sandfang**	**81.200,00**	**0,00**	**91.500,00**	**31.400,00**	**204.100,00**
	Abbruch Sandsammelrinne	16.600,00				
	Sanierung Sandfangrinne 3	18.200,00				
	Armatruen, Motorantriebe Sandrinne 3			28.600,00		
	Anpassungsarbeiten Sandfangräumer			27.300,00		
	Neubau Sandsammelrinne	27.600,00		29.300,00		
	Anpassungsarbeiten EMSR-Technik				24.600,00	
	Sonstiges (Anpassung Wege Sandfangbereich, Kabelumlegung, Schutz von Leitungen, etc.)	18.800,00		6.300,00	6.800,00	
3.	**Neubau Belebungsbecken**	**749.700,00**	**0,00**	**284.100,00**	**73.700,00**	**1.107.500,00**
	Rohbauarbeiten Neubau Becken	548.300,00				
	Klärtechnische Ausrüstung Becken			156.000,00		
	Einbindung neues Becken in den Bestand, Verteilung BB	36.200,00		63.600,00		
	Einbindung neues Becken in den Bestand, Verteilung NKB	142.600,00		64.500,00		
	Anpassungsarbeiten EMSR-Technik				73.700,00	
	Sonstiges (Wegebau, etc.)	22.600,00				

Nr.	Leistungsbeschreibung	Bau ú netto	Maschine ú netto	Verfahrens-technik ú netto	Elektro ú netto	Gesamt ú netto
	Umbau im Bestand					
4.	**Erweiterung Gebläsestation**	**14.100,00**	**98.800,00**	**67.800,00**	**142.600,00**	**323.300,00**
	Abbruch Gebläse	6.700,00	4.600,00			
	Gebläse mit Armaturen und Verrohrung		94.200,00	67.800,00	11.600,00	
	Erweiterung Schaltanlage Gebläsestation	7.400,00			89.400,00	
	Anpassungsarbeiten EMSR-Technik				41.600,00	
5.	**Rücklaufschlammpumpwerk (RLS-PW)**	**23.300,00**	**56.200,00**	**54.100,00**	**79.900,00**	**213.500,00**
	Abbruch Pumpen, Rohrleitungen	7.800,00		4.800,00	1.500,00	
	RLS Pumpwerk mit Armaturen und Verrohrung	9.200,00	56.200,00	49.300,00	5.600,00	
	RLS Pumpwerk neue Schaltanlage	6.300,00			46.500,00	
	Anpassungsarbeiten EMSR-Technik				26.300,00	
6.	**Rohwasserpumpwerk**	**23.500,00**	**69.200,00**	**85.600,00**	**115.500,00**	**293.800,00**
	Abbruch Pumpen, Rohrleitungen	7.900,00		7.500,00	1.200,00	
	Rohabwasser-Pumpwerk mit Armaturen und Verrohrung	8.400,00	69.200,00	78.100,00	2.600,00	
	Rohabwasser-Pumpwerk neue Schaltanlage	7.200,00			79.200,00	
	Anpassungsarbeiten EMSR-Technik				32.500,00	
7.	**Rezirkulationspumpe**	**5.600,00**	**32.400,00**	**58.600,00**	**83.000,00**	**179.600,00**
	Rezirkulationspumpen mit Verrohrung u. Halterung		32.400,00	58.600,00	5.700,00	
	Rezirkulationspumpen neue Schaltanlage	5.600,00			49.200,00	
	Anpassungsarbeiten EMSR-Technik				28.100,00	
8.	**Neubau Gasspeicher**	**195.600,00**	**0,00**	**590.600,00**	**36.100,00**	**822.300,00**
	Abbruch Gasspeicher, Rohrleitungen, Armaturen	42.500,00			1.200,00	
	Bodenplatte mit Gründung u. Kondensatschacht	146.200,00			6.300,00	
	Gasspeicher			492.100,00		
	Gastechische Ausrüstung	0,00		98.500,00		
	Anpassungsarbeiten EMSR-Technik				28.600,00	
	Sonstiges (Wegebau, etc.)	6.900,00				
9.	**Anpassungsarbeiten Leittechnik**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**146.700,00**	**146.700,00**
	Anpassen Mosaikblindschaltbild				32.500,00	
	Anpassen Prozeßleitsystem				114.200,00	
Gesamtsumme netto		**1.270.700,00**	**439.500,00**	**1.297.300,00**	**812.100,00**	**3.819.600,00**
19 % MWSt.						725.724,00
Gesamtsumme brutto						***4.545.324,00***
Nebenkosten 28 % und Rundung						1.272.676,00
Gesamt brutto inkl. Nebenkosten						**5.818.000,00**

7.3 Förderfähige Kosten

Die förderfähigen Kosten könnten anhand vorgenommener Gespräche mit dem Landratsamt Waiblingen und Regierungspräsidium Stuttgart möglich sein. Die angegebenen Zahlen stellen eine Abschätzung basierend auf vergleichbaren Projekten dar. Die genauen förderfähigen Kosten können erst nach Absprachen in der weiteren Planung angegeben werden. Die geschätzten Faktoren der Förderfähigkeit einer Maßnahme ergeben sich anhand des Abgleiches von Bestand mit der umgebauten und erweiterten Anlage durch den Anschluss der Gemeinde Berglen.
Nach FrWw 2015 beträgt der Regelfördersatz 20 bis 80 von Hundert der geschätzten zuwendungsfähigen Ausgaben von ca. 3 Mio ú.

Lfd. Nr	Maßnahme	Bestand / Umbau	Neubau	Faktor	ff Kosten	n ff Kosten	Bemerkung / Begründung
		ú netto	ú netto		ú netto	ú netto	
1	Ertüchtigung der Rechenanlage und Zulaufgerinne	528.800,00		0,10	52.880,00	475.920,00	Erweiterung Rechenbreite 1,8 m auf 2,0 m
2	Sandfang	204.100,00		0,37	75.517,00	128.583,00	Oberfläche aktuell 30,4 m², künftig 48,4 m²
3	Neubau Belebungsbecken		1.107.500,00	1,00	1.107.500,00	0,00	Neubau 1.000 m³ Belebungsbecken-volumen
4	Erweiterung Gebläsestation	323.300,00		1,00	323.300,00	0,00	Nebau Gebläsestation durch Anschluss Berglen
5	Rücklaufschlammpumpwerk	213.500,00		0,36	76.860,00	136.640,00	Aktuelle Fördermenge 300 l/s, künftig 472 l/s
6	Rohwasserpumpwerk	293.800,00		1,00	293.800,00	0,00	Umplanung erforderlich, eigene Druckleitung zum neuen Belebungsbecken
7	Rezirkulationspumpe		179.600,00	0,18	32.916,27	146.683,73	Belastung aktuell 45.000 EW, künftig 55.000 EW
8	Neubau Gasspeicher		822.300,00	0,18	150.707,40	671.592,60	Belastung aktuell 45.000 EW, künftig 55.000 EW
9	Anpassungsarbeiten Leittechnik	146.700,00		1,00	146.700,00	0,00	Umplanung erforderlich, neue EMSR durch Anschluss Berglen
	Summe netto	1.710.200,00	2.109.400,00		2.260.180,67	1.559.419,33	
	Gesamtsumme netto	3.819.600,00					
	19 % MWSt.	725.724,00			429.434,33	296.289,67	
	Summe inkl. MWSt.	4.545.324,00			2.689.615,00	1.855.709,00	
	Nebenkosten 28 %	1.272.676,00			266.271,88	1.006.404,12	
	Gesamtsumme brutto inkl. Nebenkosten	**5.818.000,00**			**2.955.886,88**	**2.862.113,12**	

8. SCHLUSSBEMERKUNG

Die Gemeinde Berglen hat die SAG-Ingenieure beauftragt zu prüfen, welche Möglichkeiten für den Anschluss der Gemeinde Berglen, an die Kläranlage des Zweckverband Abwasserklärwerk Buchenbachtal mit Sitz in Winnenden besteht.

Der Zweckverband Abwasserklärwerk Buchenbachtal betreibt die Reinigung des Abwassers aus dem Verbandsgebiet Kläranlage Buchenbachtal. Im Rahmen der vorliegenden Studie wird überprüft, welche Auswirkungen der Anschluss der Gemeinde Berglen an die Kläranlage Buchenbachtal hat.

Die Kläranlage Buchenbachtal wurde auf 45.000 Einwohnerwert ausgelegt und wurde im Laufe der letzten 15 Jahren auf den neuesten Stand der Technik modernisiert.

Die Gemeinde Berglen würde eine zusätzliche Belastung von ca. 10.000 Einwohnerwerten für das Klärwerk bedeuten, sodass das Klärwerk eine neue Ausbaugröße von 55.000 Einwohnerwert aufweisen würde. Die Anlagenteile der Kläranlage wurden für die Anschlussgröße von 55.000 Einwohnerwerten bemessungstechnisch untersucht. Die verbindenden Rohrleitungen und Abwasserrinnen innerhalb des Klärwerks wurden mit den neuen höheren Wassermengen nachgerechnet und die hydraulische Leistungsfähigkeit der einzelnen Wasserwege nachgewiesen.

Auf der Grundlage dieser neuen hydraulischen Nachberechnung und der neuen Bemessung der Anlagenteile erfolgt eine Bewertung der bestehenden Anlagenteile sowie die Angabe etwaiger erforderlichen Erweiterungsmaßnahmen. Alle Maßnahmen müssen in einem Bauabschnitt ausgeführt werden, damit die Anforderungen an die Reinigungsleistung eingehalten werden können.

Nach der Umsetzung der aufgeführten Erweiterungsmaßnahmen wäre die Kläranlage Buchenbachtal in der Lage, die zusätzliche Belastung von 10.000 Einwohnerwert aus der Gemeinde Berglen mit aufzunehmen und die geforderte Reinigungsleistung zu erbringen.

Aufgestellt: Ulm, im Oktober 2018, ergänzt Mai 2021
Braunschweig/Schmelzer

Anerkannt: é é é é é é é ..é é ..

é é é é é é é é é é é é ..
SAG-Ingenieure

é é é é é é é é é é é é é é ..
Die Bauherrschaft

9. ANHANG

- Klärtechnischer Nachweis nach DWA-A 131

Klärtechnischer Nachweis der Belebung mit PF = 1,8

Zulauf Belebung

$Q_{konz.}$					**10.363**	**[m³/d]**
CSB		446,65	[mg/l]	-->	4.628,40	[kg/d]
S_{CSB}	$C_{CSB,ZB} - X_{CSB,ZB}$	208,87	[mg/l]	-->	*2.164,40*	[kg/d]
X_{CSB}	$X_{TS,ZB}*1,6*(1-f_B)$	237,78	[mg/l]	-->	*2.464,00*	[kg/d]
TS		185,76	[mg/l]	-->	*1.925,00*	[kg/d]
N		47,42	[mg/l]	-->	491,40	[kg/d]
P		7,56	[mg/l]	-->	78,30	[kg/d]
Bemessungstemperatur		12	°C			
Erforderliches Schlammalter		10,08	d			

Stickstoffbilanz

$S_{orgN,AN}$	2,00	[mg/l]	-->	20,73 [kg/d]
$S_{NH4,AN}$	0,00	[mg/l]	-->	0,00 [kg/d]
$S_{NO3,AN}$	12,60	[mg/l]	-->	130,57 [kg/d]
$X_{orgN,BM}$	6,93	[mg/l]	-->	71,76 [kg/d]
$X_{orgN,inert}$	2,97	[mg/l]	-->	30,73 [kg/d]
$S_{NO3,ZB}$	0,00	[mg/l]	-->	0,00 [kg/d]
zu nitrifizierender Stickstoff:	35,53	[mg/l]	-->	368,18 [kg/d]
zu denitrifizierender Stickstoff:	22,93	[mg/l]	-->	237,62 [kg/d]

Phosphorbilanz

Phosphor ÜW:	0,5	[mg/l]	**Zielwert im Jahresmittel**
$C_{P,ZB}$	7,56	[mg/l]	
$C_{P,AN}$	0,35	[mg/l]	
$X_{P,BM}$	2,23	[mg/l]	
$X_{P,BioP}$	0,89	[mg/l]	

Fällmittel	Fe	
Fällmittelbedarf	27,7	kg/d

Schlammproduktion

				externer Kohlenstoff	
$ÜS_{d,C}$	1943,8	[kg/d]	$C_{CSB,\ dos}$	**0**	**mg/l**
$ÜS_{d,P}$	287,5	[kg/d]		**$OV_{C,D}$ / (2,86*$S_{NO3,D}$)**	
$ÜS_d$	2231,2	[kg/d]	**x**	**1,00**	**[-]**

Belebungsbecken

			Vorhanden		**V_{DN}/V_{BB}**	
TS_{BB}	3,92	[g/l]				
$M_{TS,BB}$	22.483	[kg]				
V_{BB}	5.736	[m³]	**4.505**	**[m³]**	**Erforderlich**	**0,2**
V_{DN}	1.061	[m³]	**1.510**	**[m³]**	**Vorhanden**	**0,3**
V_N	4.675	[m³]	**2.995**	**[m³]**		
erforderliches Rückführverhältnis	1,82	[-]				

Klärtechnischer Nachweis Nachklärbecken

Bemessungswassermenge:	Q_M	472,00 [l/s]
		1.699,20 [m³/h]
Oberfläche NKB:	A_{NKB}	2268,00 [m²]
Schlammindex:	ISV	100 [ml/g]
Eindickzeit:	t_E	2,00 [h]
TS- Bodenschlamm:	TS_{BS}	12,60 [kg/m³]
TS-Rücklaufschlamm:	TS_{RS}	8,82 [kg/m³]
Rücklaufverhältnis:	RV	0,80 [-]
TS-Belebungsbecken:	TS_{BB}	3,92 [kg/m³]
Resultierende Belastung des Nachklärbeckens		
Oberflächenbeschickung:	q_A	0,75 [m/h]
Vergleichsschlammvolumen:	VSV	391,98 [ml/l]
Schlammvolumenbeschickung:	q_{SV}	293,67 [l/m²*h]
Nachweis der Beckentiefe:		
Klarwasserzone:	h_1	0,50 [m]
Übergangs- und Pufferzone:	$h_{2,3} = q_A*(1+RV)*[500/(1000-VSV)+VSV/1100]$	1,59 [m]
Eindick- und Räumzone:	$h_4 = TS_{AB} * q_A * (1+RV) * t_E / TS_{BS}$	0,84 [m]
Gesamthöhe:	$h_{ges} = h_1 + h_{2,3} + h_4$	2,93 [m]
vorhanden		**3,51 [m]**

Klärtechnischer Nachweis der Belebung mit PF = 1,8

Zulauf Belebung

$Q_{konz.}$					**10.363**	**[m³/d]**
CSB		446,65	[mg/l]	-->	4.628,40	[kg/d]
S_{CSB}	$C_{CSB,ZB} - X_{CSB,ZB}$	208,87	[mg/l]	-->	*2.164,40*	[kg/d]
X_{CSB}	$X_{TS,ZB}*1,6*(1-f_B)$	237,78	[mg/l]	-->	*2.464,00*	[kg/d]
TS		185,76	[mg/l]	-->	*1.925,00*	[kg/d]
N		47,42	[mg/l]	-->	491,40	[kg/d]
P		7,56	[mg/l]	-->	78,30	[kg/d]
Bemessungstemperatur		12	°C			
Erforderliches Schlammalter		10,08	d			

Stickstoffbilanz

$S_{orgN,AN}$	2,00	[mg/l]	-->	20,73 [kg/d]
$S_{NH4,AN}$	0,00	[mg/l]	-->	0,00 [kg/d]
$S_{NO3,AN}$	12,60	[mg/l]	-->	130,57 [kg/d]
$X_{orgN,BM}$	6,93	[mg/l]	-->	71,76 [kg/d]
$X_{orgN,inert}$	2,97	[mg/l]	-->	30,73 [kg/d]
$S_{NO3,ZB}$	0,00	[mg/l]	-->	0,00 [kg/d]
zu nitrifizierender Stickstoff:	35,53	[mg/l]	-->	368,18 [kg/d]
zu denitrifizierender Stickstoff:	22,93	[mg/l]	-->	237,62 [kg/d]

Phosphorbilanz

Phosphor ÜW:	0,5	[mg/l]	**Zielwert im Jahresmittel**
$C_{P,ZB}$	7,56	[mg/l]	
$C_{P,AN}$	0,35	[mg/l]	
$X_{P,BM}$	2,23	[mg/l]	
$X_{P,BioP}$	0,89	[mg/l]	

Fällmittel	Fe	
Fällmittelbedarf	27,7	kg/d

Schlammproduktion

				externer Kohlenstoff	
$ÜS_{d,C}$	1943,8	[kg/d]	**$C_{CSB,\ dos}$**	**0 mg/l**	
$ÜS_{d,P}$	287,5	[kg/d]		**$OV_{C,D}$ / (2,86*$S_{NO3,D}$)**	
$ÜS_d$	2231,2	[kg/d]	**x**	**1,00 [-]**	

Belebungsbecken

			Vorhanden	**V_{DN}/V_{BB}**	
TS_{BB}	4,41	[g/l]			
$M_{TS,BB}$	22.483	[kg]			
V_{BB}	5.099	[m³]	**4.505 [m³]**	**Erforderlich**	**0,2**
V_{DN}	943	[m³]	**1.510 [m³]**	**Vorhanden**	**0,3**
V_N	4.155	[m³]	**2.995 [m³]**		
erforderliches Rückführverhältnis	1,82	[-]			

Klärtechnischer Nachweis Nachklärbecken

Bemessungswassermenge:	Q_M	472,00 [l/s]
		1.699,20 [m³/h]
Oberfläche NKB:	A_{NKB}	2268,00 [m²]
Schlammindex:	ISV	100 [ml/g]
Eindickzeit:	t_E	2,00 [h]
TS- Bodenschlamm:	TS_{BS}	12,60 [kg/m³]
TS-Rücklaufschlamm:	TS_{RS}	8,82 [kg/m³]
Rücklaufverhältnis:	RV	1,00 [-]
TS-Belebungsbecken:	TS_{BB}	4,41 [kg/m³]
Resultierende Belastung des Nachklärbeckens		
Oberflächenbeschickung:	q_A	0,75 [m/h]
Vergleichsschlammvolumen:	VSV	440,97 [ml/l]
Schlammvolumenbeschickung:	q_{SV}	330,38 [l/m²*h]
Nachweis der Beckentiefe:		
Klarwasserzone:	h_1	0,50 [m]
Übergangs- und Pufferzone:	$h_{2,3} = q_A*(1+RV)*[500/(1000-VSV)+VSV/1100]$	1,94 [m]
Eindick- und Räumzone:	$h_4 = TS_{AB} * q_A * (1+RV) * t_E / TS_{BS}$	1,05 [m]
Gesamthöhe:	$h_{ges} = h_1 + h_{2,3} + h_4$	3,49 [m]
vorhanden		**3,51 [m]**