



GEMEINDE BERGLEN

Kläranlage Berglen

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

Studie

Instandsetzungsmaßnahmen Kläranlage Gemeinde Berglen

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

SAG-Ingenieure

VN: PO893A / 159235

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
1.1 Letzte Sanierungs- und Umbaumaßnahmen	5
2. Grundlagen	6
2.1 Wasserrechtliche Erlaubnis	6
2.2 Derzeitige Bemessungsgrundlage	7
2.3 Zusammenstellung der Bemessungswerte	8
3. Vorhandene Anlage	9
3.1 Aktuelle Verfahrensführung	9
3.2 Vorhandene Bauwerke	15
4. Klärtechnische Nachweise, Schwachstellenanalyse	19
4.1 Mechanische Stufe	19
4.1.1 Kläranlagenzulauf	19
4.1.2 Rechenanlage	20
4.1.3 Sandfanganlage	22
4.1.4 Vorklärbecken	23
4.2 Biologische Stufe	25
4.2.1 Belebungsbecken	25
4.2.2 Nachklärung	27
4.2.3 Rücklaufschlammumpwerk	28
4.2.4 Rezirkulationspumpe	30
4.2.5 Fällmitteldosierung	31
4.2.6 Gebläsestation	33
4.3 Schlammbehandlung	35
4.3.1 Schlammumpwerk	35
4.3.2 Faulbehälter	37
4.3.3 Schlammmentwässerung	38

4.3.4	Filtratwasserspeicher	39
4.3.5	Gasbehälter	40
4.4	Weitere Kläranlagenbestandteile	41
4.4.1	Betriebsgebäude	41
4.4.2	Hochwasserpumpwerk	42
5.	Ergebnisse	43
5.1	<i>Zusammenstellung der erforderlichen Maßnahmen</i>	43
5.2	<i>Kostenschätzung</i>	49
5.3	<i>Bauabschnitte</i>	53
5.4	<i>Kosten Bauabschnitte</i>	54
5.5	<i>Förderfähige Kosten</i>	56
6.	Schlussbemerkung	58
7.	Anhang	60

1. VERANLASSUNG

Die Gemeinde Berglen betreibt seit 1977 eine mechanisch-biologische Kläranlage, in der die Abwässer der 16 Teilorte und 5 Weiler gesäubert und anschließend in den Buchenbach eingeleitet werden.

Über die Betriebsjahre hinweg wurde die Kläranlage in mehreren Abschnitten ausgebaut und verfahrenstechnisch optimiert. In den Jahren 1987 bis 1989 erfolgte die Umstellung der Belüftung in den Belebungsbecken von einer Oberflächenbelüftung zur feinblasigen Druckbelüftung.

In den Jahren 1999 bis 2003 wurde die Kläranlage dann in drei Bauabschnitten verfahrenstechnisch umgestellt. Der 1. und 2. Bauabschnitt beinhalteten den Umbau des Vorklärbeckens zu einer Grobentschlammung (verkleinerte Vorklärung) und einem Denitrifikationsbecken mit Betonsanierung. Im Weiteren wurde die bisherige DN-Zone (Becken 1) mit einer feinblasigen Druckbelüftung ausgerüstet und eine Betonsanierung durchgeführt. Des Weiteren wurde die Schlammführung erneuert, das Nachklärbecken ertüchtigt, die Faulraumheizung saniert und die Schlamm entwässerung, die Gebläsestation sowie die Belüftungseinrichtungen in den Becken 2 und 3 erneuert.

Im 3. Bauabschnitt wurden die Zulaufverhältnisse und der Betrieb des Regenüberlaufbeckens optimiert. Dabei wurde ein Feinrechen installiert, das Schlamm pumpwerk am Vorklärbecken modernisiert, ein Hochwasserpumpwerk gebaut, die Faulturmisolierung saniert und das bestehende Zulaufschneckenpumpwerk zu einem provisorischen Prozesswasserspeicher umgebaut.

Seit 2003 erfolgt die Betriebsführung der Kläranlage Berglen durch die SÜWAG.

Im Folgenden wurde 2007 der Rechenraum modernisiert und ein Walzenrundsandfang mit Rechen und Fettabscheider eingebaut. 2008 wurde die Räumerlaufbahn des Denitrifikationsbeckens saniert und auf dem bestehenden Flachdach des Betriebsgebäudes ein Pultdach aufgesetzt. Eine Überprüfung im Vorfeld ergab dabei, dass der Standort der Kläranlage für eine Installation von Photovoltaik aufgrund des Baumbewuchses entlang des Buchenbaches nicht geeignet sei.

Aufgrund der 40-jährigen Betriebsdauer der Kläranlage sind nunmehr umfangreiche Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen auf der Kläranlage Berglen erforderlich. Im Rahmen dieser Studie wird der Kläranlagenbestand, anhand der durch die Gemeinde Berglen zur Verfügung gestellten Unterlagen und den Erkenntnissen aus der Ortsbegehung, überprüft und im Folgenden Erweiterungs-, Sanierungs- und Optimierungsmaßnahmen dargestellt.

1.1 Letzte Sanierungs- und Umbaumaßnahmen

1. und 2. Bauabschnitt

- Umbau des Vorklärbeckens zu einer Grobentschlammung (verkleinerte Vorklärung) und einem Denitrifikationsbecken mit Betonsanierung
- Ausrüstung der bisherigen DN-Zone (Becken 1) mit feinblasiger Druckbelüftung und Betonsanierung;
- Verlegung von Rohrleitungen für den Rücklaufschlamm, das Kreislaufwasser und den Überschussschlammabzug
- Einbau einer Pumpe in Becken 3 für die Rezirkulation von Kreislaufwasser
- Sanierung und Erneuerung des Schneckenpumpwerks für den Rücklaufschlamm
- Sanierung und Ertüchtigung des Nachklärbeckens
- Sanierung der Faulraumheizung
- Erneuerung der Schlammentwässerung
- Erneuerung der Belüftungseinrichtungen in den Becken 2 und 3
- Erneuerung der Gebläse
- E-Technik

3. Bauabschnitt

- Optimierung der Zulaufverhältnisse und des Betriebs des Regenüberlaufbeckens (Schiebersteuerung, Entleerung des Beckens mit Tauchmotorpumpen, Außerbetriebnahme des vorhandenen Schneckenpumpwerks, Einbau einer neuen Ultraschallmessung zur Steuerung des Zulaufs)
- Einbau eines Feinrechens (4 mm Stababstand) mit Rechengutwäsche und -presse
- Erneuerung des Vorklärbeckenraumes
- Umbau des Zulaufpumpwerks für die Trübwasserspeicherung
- Bau eines Hochwasserpumpwerks
- Modernisierung und Neuausrüstung des Pumpenkellers VKB
- Modernisierung der Maischeannahme
- Sanierung des Faulturms (Erneuerung der Isolierung)

2. GRUNDLAGEN

Für die Ausarbeitung der Studie konnten von der Gemeinde Berglen nicht alle erforderlichen Bestandsunterlagen zur Verfügung gestellt werden.

Aus diesem Grund wurden für die nicht vorliegenden Bereiche Annahmen getroffen, die auf vergleichbaren Anlagen der gleichen Größenordnung anzutreffen sind.

2.1 Wasserrechtliche Erlaubnis

Entsprechend der erteilten Erlaubnis für die Einleitung von Abwasser in den Buchenbach vom 08.03.2001 (gültig bis 31.12.2011, nur mit Inbetriebnahme der umgebauten Kläranlage nach den Bauabschnitten wirksam) sind für die Kläranlage Berglen nachfolgende Parameter einzuhalten:

Hydraulische Parameter

Jahresschmutzwassermenge	:	JSM	484.855 m ³ /a
Trockenwetterabfluss:		Q _T :	52 l/s bzw. 4.500 m ³ /d
Regenwetterabfluss:		Q _M :	86 l/s

Der Zulauf der Kläranlage hat einen hohen Fremdwasseranteil, der ca. 70% des gleitenden Mittels beträgt. Der Fremdwasseranteil ist zu hoch und muss verringert werden.

Abwasserparameter

Chemischer Sauerstoffbedarf	CSB:	32 mg/l
Biochemischer Sauerstoffbedarf:	BSB ₅ :	20 mg/l
Ammonium-Stickstoff:	NH ₄ -N:	5 mg/l*
Stickstoff gesamt:	N _{ges} :	18 mg/l*
Phosphor gesamt:	P _{ges} :	3,5 mg/l

* bei Abwassertemperatur > 12°C

Gemäß den erhöhten Anforderungen der WRRL wird der Zielwert für den Abwasserparameter Phosphor erhöht. Nach Vorgaben des Landratsamtes Rems-Murr-Kreis ergibt sich künftig:

Zielwert Phosphor gesamt	P _{ges} :	0,8 mg/l
--------------------------	--------------------	----------

2.2 Derzeitige Bemessungsgrundlage

Entsprechend der Entwurfs- und Genehmigungsplanung von 2000 wurde die Kläranlage Berglen auf nachfolgende Parameter dimensioniert.

Anlagengröße: 9.100 EW

Hydraulische Parameter

Q_T : 51,5 l/s

Q_M : 86 l/s

Abwasserfrachten

CSB: 1.092 kg/d

N_{ges} : 100 kg/d

P_{ges} : 16 kg/d

Für die folgenden Überrechnungen und Nachweise werden die Betriebsdaten der Kläranlage Berglen aus den Jahren 2014 bis 2017 zu Grunde gelegt. (siehe Kapitel 2.3)

2.3 Zusammenstellung der Bemessungswerte

Die Betriebsdatenauswertung der Kläranlage Berglen der Jahre 2014 bis 2017 ergab die folgenden Bemessungswerte.

Für die künftige Entwicklung der Kläranlage wird eine Belastungszunahme von 5 % angenommen.

Tabelle 1: Zusammenstellung der heutigen und künftigen Bemessungswerte

Parameter	Abk.	Dim.	aktuelle Belastung	Prognose +5 %
Einwohnerwerte		EW	9.617	10.098
Trockenwetterabfluss	$Q_{T,d, aM}$	m ³ /d	2.695	2.830
Mischwasserabfluss	Q_M	l/s	86	90
Trockenwetterabfluss	$Q_{T, aM}$	l/s	52	55
Kohlenstoff	CSB	kg/d	1.154	1.212
Stickstoff gesamt	N_{ges}	kg/d	112	118
Phosphor gesamt	P_{ges}	kg/d	21	22

3. VORHANDENE ANLAGE

3.1 Aktuelle Verfahrensführung

Das Abwasser gelangt über den Stauraumkanal zur Kläranlage Berglen und fließt dann dem Rechengebäude zu. Zur Entlastung des Zulaufgerinnes ist ein Regenüberlaufbecken vorhanden.

Regenüberlaufbecken

Das RÜB wird derzeit als Durchlaufbecken im Nebenschluss betrieben. Bei Abwassermengen im Zulauf der Kläranlage von mehr als ca. 40 l/s springt der Beckenüberlauf an. Für einen Übergangszeitraum wird dieser Wert auf ca. 90 l/s erhöht. Nach der Beckenfüllung wird das mechanisch geklärte Mischabwasser über den Klärüberlauf in den Vorfluter geleitet.

Bei weiteren starken Zuflüssen größer Q_{krit} springt der Regenüberlauf an. Das zufließende Mischabwasser wird direkt in den Vorfluter geleitet.

Sinkt während des Übergangszeitraumes der Zufluss auf unter 66 l/s, wird das Becken mit 2 Tauchmotorpumpen entleert. Die Fördermenge jeder Pumpe beträgt 20 l/s. Das Abwasser wird über eine neu zu verlegende Druckrohrleitung DN 150 Oberstrom des Beckenüberlaufs in den Zulaufkanal gefördert.

Bei einem Beckenvolumen von ca. 120 m³ beträgt die Entleerungszeit 1,7 h (100 min).

Die Fäkalienannahme erfolgt im Zulaufkanal.

Das frühere Schneckenpumpwerk zur Entleerung des RÜB wurde im Bauabschnitt 3 zu einem provisorischen Filtratwasserspeicher umgebaut. Dafür wurden die vorhandenen Schneckenpumpen sowie die zugehörige Peripherie demontiert. Die Öffnung zum Zulaufkanal wurde geschlossen. (Volumen 42 m³)

Eine Nutzung des Zulaufschneckenpumpwerks als Filtratwasserspeicher findet aktuell nicht statt.

Rechenanlage

Im Rechengebäude ist ein einstufiger Feinflachrechen (Marke Werkstoff + Funktion, Baujahr 2007) mit einer Spaltweite 4 mm inkl. Rechengutwaschpresse installiert. Das Rechengut wird nach der Auswaschung von organischem Material und Entwässerung des anorganischen Anteils mit einem schwenkbaren Austragsrohr in die vorhandenen beiden 1,1 m³ Container abgeworfen.

Im Anschluss wird das Abwasser im Walzenrundsandfang mit Fettabscheidung (Marke Werkstoff + Funktion Typ WS 80, Baujahr 2007) von Partikel > 0,2 mm gereinigt. Das abgeschiedene Fett wird in den Faulbehälter geleitet.

Ein Notumlaufgerinne ist vorhanden.

Vorklärbecken

Im Anschluss an das Rechengebäude wird das Abwasser über einen Kanal zum Vorklärbecken geleitet, welches im Bauabschnitt 1 durch eine Trennwand ($V = 160 \text{ m}^3$) verkleinert wurde, um die Aufenthaltszeit zu verringern und eine Grobentschlammung zu gewährleisten.

Der abgesetzte Schlamm und Schwimmschlamm wird mit Hilfe eines Räumers (Baujahr 2001) in die beiden Schlammtrichter ($V = 48 \text{ m}^3$), bzw. in den Schwimmschlammshacht ($V = 27 \text{ m}^3$) geschoben. Im Anschluss wird der Primärschlamm in den Vorlagebehälter im Schlammumpwerk gefördert und anschließend mit der Primärschlammumppe auf den Faulturm gepumpt.

Schlammumpwerk

Das heutige Schlammumpwerk im Keller neben dem Vorklärbeckentrichter beinhaltet die Rohrleitungen und die Primärschlammumppe für die Förderung des Primär- und Überschussschlamm in den Faulturmbehälter.

Der in der Vorklärung abgesetzte Primärschlamm, wird mit einem Räumer in die 2 Schlammtrichter ($V = \text{ca. } 48 \text{ m}^3$) am Kopfende des Beckens geschoben. Von den Schlammtrichtern wird der Primärschlamm in den Schlammshacht abgelassen, der als Vorlagebehälter dient. Der Überschussschlamm wird aus dem Rücklaufschlammgerinne Oberstrom des Schneckenumpwerks über eine Leitung (DN 100) in den Pumpenkeller der Vorklärung geführt.

Der geplante Voreindicker wurde nicht umgesetzt. Zudem erfolgt, nach Aussage des Betriebspersonals, seit 2018 kein Überschussschlabmabzug. Es wird angenommen, dass die Eindickung des Überschussschlamm im regulären Betrieb wie in den Planungsunterlagen von 2002 ohne Voreindicker stattfindet. Das bedeutet, dass im regulären Betrieb der Überschussschlamm im Frischschlammschacht mit Flockungsmitteln eingedickt und von dort nach ca. einem Tag mit der Primärschlammpumpe (Baujahr 2003) in den Faulbehälter gefördert wird. Der Transport erfolgt über eine PE-HD-Rohrleitung DN 125.

Eine Rückführungsleitung (DN 150) in das Zulaufgerinne der Vorklärung ist in den vorliegenden Bestandsunterlagen verzeichnet. Es wird daher davon ausgegangen, dass Prozesswässer aus dem Frischschlammschacht des Schlammumpwerks in den Zulauf der Vorklärung gefördert werden können.

Das Schlammumpwerk ist in einem eingeschossigen Gebäude mit Flachdach angeordnet.

Denitrifikationsbecken

Durch die Verkleinerung des Vorklärbeckens wurde das restliche Beckenvolumen zu einem Denitrifikationsbecken umgerüstet ($V = 420 \text{ m}^3$). Der Zulauf erfolgt über die Tauchwand zwischen Vorklärbecken und Denitrifikationszone.

Der Rücklaufschlamm aus dem Nachklärbecken und die Rezirkulation werden im Zulauf der Denitrifikationszone eingeleitet und mit einem Banana Rührwerk umgewälzt.

Geregelt wird die Rezirkulationswassermenge über eine Online-Nitrat-Sonde im Ablauf der Denitrifikationsstufe.

Nitrifikationsbecken

Im Anschluss an das Denitrifikationsbecken wird das Abwasser in den drei rechteckigen, hintereinandergeschalteten, belüfteten Belebungsbecken ($3 \times 229 \text{ m}^3 = 687 \text{ m}^3$) behandelt.

Für die feinblasige Druckbelüftung sind pro Becken 8 Plattenbelüfter installiert, (Marke Messner, Baujahr 2001), die über drei Drehkolbengebläse (Aerzner Delta Blower GM 10S, Baujahr 2000) in der Gebläsestation mit Luft versorgt werden.

Die Steuerung der Gebläseleistung erfolgt über eine im Belebungsbecken installierte O_2 -Messsonde, die den Sauerstoffgehalt mit einem Sollwert vergleicht.

Das zu rezirkulierende Wasser wird im letzten Nitrifikationsbecken über eine Tauchmotorpumpe (ca. 2000) in einem Rohr DN 300 in den Zulauf der Denitrifikationszone gefördert.

Nachklärbecken

Nach den Nitrifikationsbecken wird das zu behandelnde Abwasser in das bestehende runde, horizontal durchströmte Nachklärbecken ($A_{\text{NKB}} = 432 \text{ m}^2$, $h_{\text{ges}} = 3,00 \text{ m}$) über ein Leitung DN 600 gefördert. Das bestehende Einlaufbauwerk wurde im 1. Bauabschnitt durch eine Coanda Tulpe (DN 400) ersetzt.

Zur Boden- und Schwimmschlammräumung ist ein Unterwasserräumer (getauchte Bauweise, ohne umlaufende Räumerbrücke) eingebaut, der den am Boden abgesetzten Schlamm in den flach ausgebauten Schlammtrichter fördert. Der Schwimmschlammabzug erfolgt mit einem umlaufenden Schwimmschlamm-Sammelschild und einem von der Beckenmitte zur Beckenaußenwand führenden Abstreifschild. Anschließend wird der Schwimmschlamm aus dem Sammelkasten über eine Tauchmotorpumpe abgezogen.

Der Klarwasserabzug erfolgt mittels Tauchrohren, die 30 cm unter dem Wasserspiegel angeordnet sind.

Rücklaufschlammumpwerk

Der im Nachklärbecken abgesetzte Schlamm wird über eine Leitung DN 250 zum Rücklaufschlammumpwerk geführt. Dort wird er über zwei Schneckenpumpen (2 x 220 m³/h, Baujahr 2000) in das Rücklaufschlammgerinne in die Denitrifikationsstufe gefördert. Eine Regelung erfolgt über Schaltung der Schneckenpumpen.

Faulbehälter

Der Überschuss- und Primärschlamm wird aus dem Schlammumpwerk am Vorklärbecken mit der Primärschlammpumpe in den Faulbehälter (V = 725 m³) gefördert, der über zwei Schlammumpen (Baujahr 2005) im Keller des Betriebsgebäudes umgewälzt wird. Die Beheizung des Faulbehälters erfolgt über ein Heizsystem, das mit einem Gas- und Ölbrenner ausgerüstet ist.

Außer Frischschlamm wird dem Faulbehälter die neutralisierte Brenneischlemppe zugegeben.

Nacheindicker

Nach dem Faulturm wird der ausgefaulte Schlamm in den bestehenden Nacheindicker (V = 69 m³) geleitet. Die Umwälzung mit Krählwerk und Bedienungsbrücke wurde 2002 ausgebaut und durch ein Tauchmotorrührwerk (Flygt SR 4640 SF, Baujahr 2002) ersetzt. Anfallendes Trübwasser wird in den Zulauf der Kläranlage gepumpt. Der Nacheindicker dient ebenfalls als Vorlagebehälter für die Schlammmentwässerung.

Gasbehälter

Das Faulgas aus dem Faulbehälter wird in einen liegenden Gasbehälter (V = 50 m³, Baujahr 2002) zwischengespeichert. Im Weiteren wird dieses zur Beheizung des Faulbehälters und des Betriebsgebäudes genutzt. Überschüssiges Faulgas wird mit der Gasfackel abgefackelt.

Schlammmentwässerung

Die Schlammmentwässerung erfolgt über eine Bellmer Winkelpresse (WPN-K1, Baujahr 2001). Der ausgefaulte Schlamm kann damit auf ca. 30 % Feststoffgehalt entwässert werden. Zur Aufbereitung des Faulschlammes ist eine Polymer-Flockungsmittelpumpe (Baujahr 2000) vorhanden.

Der entwässerte Schlamm wird anschließend mittels einer Schlammfördereinrichtung (Baujahr 2001) aus dem Betriebsgebäude in eine 10 m³ Mulde transportiert. Diese ist auf einem Streifenfundament angeordnet und überdacht.

Das anfallende Filtratwasser wird in den Zulauf der Kläranlage gefördert. Das zum provisorischen Filtratwasserspeicher umgebaute Zulaufpumpwerk ist nicht in Betrieb.

Hochwasserschutz

Um auch bei Hochwasser des Vorfluters den regulären Betrieb und eine Reinigungsleistung der Kläranlage Berglen zu gewährleisten wurde 2002 ein Hochwasserpumpwerk errichtet.

Hierfür wurde um die Ablaufleitung der Nachklärung neben dem Schacht A3 ein Vorlageschacht mit zwei Unterwassermotorpumpen und zwei Tauchmotorpumpen erstellt. Aus dem Vorlageschacht wird das gereinigte Abwasser mit den Unterwassermotorpumpen in eine Druckleitung gepumpt und damit zum Gebäude der Schlammmentwässerung transportiert. Dort erfolgt ein Abzweig zur Schlammpresse sowie ein Abzweig zum Rechengebäude.

Neben den Unterwassermotorpumpen sind die Tauchmotorpumpen für den Hochwasserfall angeordnet. Sie fördern das Abwasser über eine Druckleitung DN 350 in den Schacht mit Ablaufschieber der Kläranlage. Dort wird das Abwasser Unterstrom des Schiebers eingeleitet.

3.2 Vorhandene Bauwerke

Zulauf der Kläranlage

Stauraumkanal DN 1.200	Länge	$l = 80 \text{ m}$
RÜB	Nutzvolumen	$V = 120 \text{ m}^3$
Tauchmotorpumpen	2 Stück à 20 l/s = 40 l/s	$= 144 \text{ m}^3/\text{h}$
Zuflussmessung	Venturi Ultraschall	

Mechanische Abwasserreinigung

Notumlaufgerinne	Breite	$b = 0,50 \text{ m}$
	Tiefe	$h = 0,80 \text{ m}$

Feinflachrechen mit Rechengutwaschpresse und Intensivwäsche

Breite	$b = 0,92 \text{ m}$
Tiefe	$h = 1,10 \text{ m}$
Wassereinstau	250 mm
Spaltweite	4 mm
$Q_{\max}$	91 l/s

Rechengutwaschanlage	Durchsatz	$1,5 \text{ m}^3/\text{h}$
----------------------	-----------	----------------------------

Walzenrundsandfang mit Fettabscheidung

Länge	$l = 6,00 \text{ m}$
Breite	$b = 1,20 \text{ m}$
Partikel	$> 0,2 \text{ mm}$
$Q_{\max}$	91 l/s

Vorklärbecken	Nutzvolumen	$V = 160 \text{ m}^3$
	Schlammtrichter	$V = 48 \text{ m}^3$
	Schwimmschlammschacht	$V = 27 \text{ m}^3$

Primärschlammpumpe	1 Stück à $11 \text{ l/s} = 40 \text{ m}^3/\text{h}$
Mazerator	1 Stück à $11 \text{ l/s} = 40 \text{ m}^3/\text{h}$
Kellerentwässerungspumpe	1 Stück à $2,5 \text{ l/s} = 9 \text{ m}^3/\text{h}$

Biologische Abwasserbehandlung

Denitrifikationsbecken	Nutzvolumen	$V = 420 \text{ m}^3$
	Länge	$l = 22,15 \text{ m}$
	Breite	$b = 9,00 \text{ m}$
	Tiefe	$h = 2,15 \text{ m}$

Nitrifikationsbecken 1, 2, 3	Volumen je	$V = 229 \text{ m}^3$
	Gesamtvolumen	$V = 687 \text{ m}^3$
	Länge/Breite	$l/b = 7,00 \text{ m}$
	Tiefe	$h = 4,75 \text{ m}$

Nachklärbecken	Nutzvolumen	$V = 1.298 \text{ m}^3$
	Oberfläche	$A = 432 \text{ m}^2$
	Durchmesser	$d = 23,60 \text{ m}$
	Tiefe	$h = 3,00 \text{ m}$

Schwimmschlammpumpe	1 Stück
---------------------	---------

Rücklaufschlammschnecken	2 Stück à 60 l/s = 120 l/s = 440 m³/h
Länge	l = 7,60 m
Durchmesser	d = 0,70 m

Banana Tauchmotorrührwerk	1 Stück in Denitrifikation
---------------------------	----------------------------

Rezirkulationspumpe	1 Stück à 25-103 l/s = 370 m³/h
Aerzner Drehkolbengebläse	3 Stück à 9,02 m³/min = 27,06 m³/min = 1.600 m³/h
Messner Plattenbelüfter	24 Stück à 60 m³/h = 1.440 m³/h
Prov. P-Dosierpumpen	2 Stück in Rücklaufschlamm bis 3,5 l/h
Probenehmer	Zulauf Vorklärbecken Ablauf Nachklärbecken

Schlammbehandlung

Faulbehälter	Nutzvolumen $V = 725 \text{ m}^3$ Durchmesser $d = 10,00 \text{ m}$ Höhe $h = 13,75 \text{ m}$
Umwälzpumpen	2 Stück
Wärmetauscher	
Heizungsanlage	
Maischeannahme	1 Pufferbecken $V = 21 \text{ m}^3$
Nacheindicker	Nutzvolumen $V = 69 \text{ m}^3$ Durchmesser $d = 6,5 \text{ m}$ Tiefe $h = 2,1 \text{ m}$
Flygt Tauchmotorrührwerk	1 Stück in Nacheindicker
Gasbehälter	Nutzvolumen $V = 50 \text{ m}^3$
Polymer-Flockungsmittelpumpe	1 Stück à 60-300 l/h

Bellmer Winkelpresse	1 Stück à 10 - 15m ³ /h, TR 30-35 %
Spiralförderer	1 Stück à 5 m ³ /h
Prov. Filtratwasserspeicher	Nutzvolumen V = 42 m ³ (nicht in Betrieb)

Betriebswasserversorgung und Hochwasserpumpwerk

Betriebswasserpumpen	2 Stück à 12,5 l/s = 25 l/s = 90 m ³ /h
Hochwasserpumpen	2 Stück à 91 l/s = 182 l/s = 655 m ³ /h

4. KLÄRTECHNISCHE NACHWEISE, SCHWACHSTELLENANALYSE

4.1 Mechanische Stufe

4.1.1 *Kläranlagenzulauf*

Bemessungskennwerte

$$Q_M = 90 \text{ l/s}$$

$$Q_{T, aM} = 55 \text{ l/s}$$

Vorhandene Einrichtungen

- Stauraumkanal DN 1.200
- RÜB mit Klärüberlauf
- Venturi Ultraschallmessung Zulaufwassermengen

Schwachstellenanalyse

- Zufluss Kläranlage nicht gleichmäßig regelbar
- RÜB-Fernwirktechnik fehlt
- Schäden an den Betonflächen, Betonsanierung erforderlich
- Klärtechnische Einrichtungen (Schieber, etc.) verbraucht
- Absturzsicherungen (Geländer) entsprechen nicht den Anforderungen

Erforderliche Maßnahmen

- Bauliche Sanierung RÜB / Betonsanierung
- Erneuerung technische Einrichtungen (Schieber)
- Erneuerung Absturzsicherungen (Geländer)

4.1.2 Rechenanlage

Das Rechengebäude wurde 2007 umgebaut. Dabei wurde der bestehende Feinrechen von 2002 ausgebaut und ein Walzenrundsandfang mit Rechen- und Fettabscheidung installiert. Die Rechenanlage wurde auf die hydraulischen Bemessungskennwerte dimensioniert. Es liegen keine Bestandsunterlagen der Umbauarbeiten/der Gesamtanlage von 2007 vor.

Vorhandene Einrichtungen

- Notumlaufgerinne
- Feinflachrechen mit Rechengutwaschpresse und Intensivwäsche
- Rechengutwaschanlage
- Walzenrundsandfang mit Fettabscheidung

Schwachstellenanalyse

- Steine und Geröll führen zu Verschleiß an Maschinenteilen und Schäden am Feinrechen
- Nutzungsdauer von Rechenanlagen 10 ÷ 14 Jahre nach LAWA, aber Rechen funktionstüchtig, auf Q_M dimensioniert, daher noch kein zwingender Handlungsbedarf

Empfohlene Maßnahmen Rechenanlage

Durch die geringe Spaltweite der Rechenanlage von 4 mm können Steinchen zu erheblichen Problemen und Schäden an der Rechenanlage führen. Aus diesem Grund sollte vor der Rechenanlage ein Geröllfang vorgeschaltet werden.

Klärtechnische Daten des Geröllfangs

$L = 1,00 \text{ m}$

$B = 1,00 \text{ m}$

$h = 1,25 \text{ m}$

Durchflossener Querschnitt

Querschnitt: $1,25 \text{ m}^2$

Oberfläche: $1,00 \text{ m}^2$

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

$$\tau_{\text{ges}} = \frac{4}{3} * \frac{\rho_s}{\rho_f} - 1 * \frac{\tau_{\text{f}}}{\tau_{\text{f}}}$$

$$\tau_s = 2.500 \text{ kg/m}^3$$

$$\tau_f = 1.000 \text{ kg/m}^3$$

$$c_w = 0,44$$

Zufluss bis 90 l/s

Strömungsgeschwindigkeit: $0,090 \text{ m}^3/\text{s} : 1,25 \text{ m}^2 = 0,072 \text{ m/s}$

Oberflächenbeschickung: $0,090 \text{ m}^3/\text{s} : 1 \text{ m}^2 = 0,090 \text{ m/s}$

Sinkgeschwindigkeit: $v_{\text{sink}} = 0,30 \text{ m/s}$

4.1.3 Sandfanganlage

Wie in 4.1.2 beschrieben, wurde 2007 eine Kompaktanlage mit Rechen und Walzen-Rundsandfang installiert.

Es liegen keine Bestandsunterlagen der Umbauarbeiten von 2007 vor.

Vorhandene Einrichtungen

- Notumlaufgerinne
- Walzenrundsandfang mit Fettabscheidung

Schwachstellenanalyse

- Steine und Geröll führen zu Verschleiß an Maschinenteilen und Schäden
- Nutzungsdauer der Kompaktanlage 10 ÷ 14 Jahre nach LAWA, auf Grund des Betriebsalters ist Handlungsbedarf gegeben.

Empfohlene Maßnahmen

Durch Geröll im Zulauf kommt es zu Verschleiß an den Maschinenteilen. Aus diesem Grund sollte der Kompaktanlage ein Geröllfang vorgeschaltet werden.

4.1.4 Vorklärbecken

Bemessungskennwerte

$$Q_M = 90 \text{ l/s}$$

$$Q_{T, aM} = 55 \text{ l/s}$$

Vorhandene Einrichtungen

- Vorklärbecken mit 9 Stengeleinläufen als Rückwärtseinlauf
- Volumen: 160 m³, Oberfläche: 85 m²
- Vorklärbeckenräumer
- Umgehungsmöglichkeit

Schwachstellenanalyse

- Schäden an den Betonoberflächen, Betonsanierung erforderlich
- Klärtechnische Einrichtungen (Räumer, Schieber, etc.) verbraucht
- Absturzsicherungen (Geländer, Rosten) schadhaft, entsprechen nicht den Anforderungen
- Keine Automatisierung des Schlamm- und Fettabzugs
- Keine Redundanz beim Primärschlammumpwerk

Klärtechnischer Nachweis der bestehenden Vorklärung

Aufenthaltszeit Vorklärung t_{VKB}

Bei $Q_{T, aM}$

$$\frac{160 \text{ m}^3}{55 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 3,6} * 60 \text{ min} = 48 \text{ min}$$

Bei Q_M

$$\frac{160 \text{ m}^3}{90 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 3,6} * 60 \text{ min} = 30 \text{ min}$$

Die Aufenthaltszeit ist bei Q_M ausreichend, um eine Grobentschlammung zu gewährleisten.

Flächenbeschickung $q_{A, VKB}$

Bei $Q_{T, aM}$

$$\frac{55 \frac{m^3}{d} * 3,6}{85 \frac{m^2}{d}} = 2,33 \frac{m^3}{h}$$

Bei Q_M

$$\frac{90 \frac{m^3}{d} * 3,6}{85 \frac{m^2}{d}} = 3,81 \frac{m^3}{h}$$

Die empfohlene Flächenbeschickung von maximal 4 m³/h wird auch bei Mischwasserzufluss eingehalten.

Die Vorklärung kann in dieser Form weiter betrieben werden.

Primärschlammanfall nach DWA-M 368 bei $t_{VKB} = 1 \text{ h}$

$$10.000 \text{ EW} \times 0,028 \text{ kg TR} / (\text{EW} \times d) = 280 \text{ kg TR} / d$$

$$10.000 \text{ EW} \times 0,0007 \text{ m}^3 / (\text{EW} \times d) = 7 \text{ m}^3 / d$$

Empfohlene Maßnahmen Vorklärbecken

- Bauliche Sanierung Vorklärbecken, Schlammshächte und Zulaufkanal
- Erneuerung technische Einrichtungen (Räumer, Schieber, Pumpen, etc.)
- Erneuerung von Geländer, Gitterroste, Haltestangen
- Automatisierung Schlamm- und Fettabzug

4.2 Biologische Stufe

4.2.1 *Belebungsbecken*

Vorhandene Einrichtungen

- Belebungsbecken:
 - Denitrifikationsbecken: 420 m³
 - Nitrifikationsbecken 1, 2, 3: 687 m³ (3 x 229 m³)
- Umwälzeinrichtung im DN-Becken
- Plattenbelüfter in N-Becken (Überrechnung siehe 4.2.6)

Schwachstellenanalyse

- Rührwerk DN-Becken reparaturanfällig
- Absturzsicherung DN-Becken nicht vorhanden
- Wandkronenabdeckung beheizbare Räumfahrbahn bei DN-Becken nicht erforderlich
- Klärtechnische Einrichtungen DN- und Belebungsbecken (Rohrleitungen, Schieber, Gitterrosten, Geländer, etc.) verbraucht oder entsprechen nicht den Anforderungen
- Schadhafte Betonflächen DN- und Belebungsbecken, Betonsanierung erforderlich
- Belüftungstechnische Einrichtungen (Luftleitungen, Belüftersystem, Schieber, Regelung) verbraucht, Belüfterplatten von 2001, Nutzungsdauer von Druckbelüftung max. 12 ÷ 15 Jahre
- Biologische Stufe überlastet

Klärtechnischer Nachweis der Belegung

Aus den Betriebstagebüchern der Jahre 2014 bis 2017 ergibt sich ein viel zu hoher Feststoffgehalt (=Biomasse) der Belegung von im Mittel ca. 6 g/l, was nicht dem Stand der Technik entspricht (üblicher Trockensubstanzgehalt im Belebungsbecken 3 bis 5 g/l) und zu extrem hohem Energiebedarf führt.

Im Folgenden wird für die aktuelle Belastung aus den Betriebstagebüchern 2014 bis 2017 und für die künftige Belastung der klärtechnische Nachweis der biologischen Stufe nach DWA-A 131 geführt.

Tabelle 2: Klärtechnischer Nachweis nach DWA-A 131

Klärtechnischer Nachweis DWA-A 131			
Parameter	Dim.	Aktuell	Prognose +5 %
$Q_{d, \text{Konz.}}$	[m ³ /d]	2.695	2.830
Q_M	[l/s]	86	90
$B_{d, \text{CSB}, Z}$	[kg/d]	1.154	1.212
$B_{d, \text{Nges}, Z}$	[kg/d]	112	118
$B_{d, \text{Pges}, Z}$	[kg/d]	21	22
TS_{BB}	[kg/m ³]	6,33	4,05
RV	[-]	0,9	0,85
ISV	l/g	60	100
V_D/V_{BB}	[-]	0,38	0,2
Bestand V_{BB}	[m ³]	1.107	1.107
V_{BB} erforderlich	[m ³]	1.173	1.553
A_{NKB}	[m ²]	432	432
h_{ges} erforderlich	[m]	2,74	3,07
h_{ges} vorhanden	[m]	3,00	3,00

Die bestehende Kläranlage kann klärtechnisch mit den Betriebsdaten der Kläranlage nachgewiesen werden. Dafür ist die Kläranlage jedoch mit dem nicht regelkonformen hohen Feststoffgehalt von mehr als 6 g/l in den Belebungsbecken zu betreiben.

Um die Kläranlage für die künftigen Betriebsparameter klärtechnisch nachzuweisen und einen abgesenkten Feststoffgehalt in der biologischen Stufe zu erreichen, werden ca. 1.550 m³ Belebungsbecken volumen benötigt (vorhanden $V = 1107 \text{ m}^3$).

Empfohlene Maßnahmen

- Rührwerk im Denitrifikationsbecken erneuern, 2. Rührwerk anordnen
- Betonsanierung DN- und Belebungsbecken.
- Demontage alte Fahrabdeckung Wandkronen DN-Becken
- Erneuerung und Ergänzung Absturzsicherungen
- Erneuerung gesamtes Belüftungssystem einschließlich Belüftungsleitungen und Belüfter
- Erneuerung und Erweiterung Rezirkulation
- Erneuerung der klärtechnischen Einrichtungen (Schieber, Gitterroste, Leitern)

- Entlastung der Belebung durch Vergrößerung der Nitrifikationsstufe
 - Neubau von zusätzlichen 500 m³ Belebungsbeckenvolumen (2 x Becken à 250)

4.2.2 Nachklärung

Vorhandene Einrichtungen

- | | | | |
|------------------|-------------|-------------------|----------------------|
| • Nachklärbecken | Oberfläche | A | = 432 m ² |
| | Tiefe Mitte | h | = 3,17 m |
| | Tiefe Rand | h _{rand} | = 2,92 m |
| • Zulaufdüker | DN 600 | | |

Die Nachklärung wurde im Rahmen der Ertüchtigung der Kläranlage 1999 bis 2001 verfahrenstechnisch umgestellt. Dabei wurde die Räumerrücke mit Saugräumer entfernt und durch eine Unterwasserräumerkonstruktion ausgetauscht. Der Abzug des gereinigten Abwassers erfolgt über getauchte Ablaufrohre. Diese Anlagenteile erfüllen die Anforderungen nur ungenügend.

Schwachstellenanalyse

- Schadhafte Betonflächen, Betonsanierung erforderlich
- Räumerr sehr reparaturanfällig, hoher Aufwand (Beckenentleerung, GW-Absenkung, Ausfallzeit mind. 4 -5 Tage) damit eine Reparatur möglich ist, Gewässerverunreinigung bei Außerbetriebnahmen Nachklärbecken
- Die Beckentiefe entspricht nur den Mindesttiefen nach DWA-A 131, dadurch kommt es bei hydraulischen Schwankungen, speziell bei hydraulischen Stößen zu Schlammabtrieb ins Gewässer.
- Schwimmschlamm- und Schlammabtrieb wegen schlechter Abzugseinrichtungen
- Ablauföffnungen des getauchten Ablaufentnahmerohrs oft durch Störstoffe zugesetzt

Klärtechnischer Nachweis

Um die Leistungsfähigkeit der Belebungsbecken voll auszuschöpfen, können diese nur mit einem Rücklaufverhältnis von $RV = 0,85$ betrieben werden (siehe Tabelle 2). Dieses RV entspricht nicht dem Stand der Technik; es widerspricht auch den DWA-Empfehlungen von $RV = 0,75$.

Eine Erhöhung des Feststoffgehalts in der Belebung durch ein höheres RV ist aufgrund der Tiefe des Nachklärbeckens von ca. 3 m nicht möglich.

Sowohl die Mindesttiefe am Beckenrand wie auch die Mindesttiefe auf 2/3 des Fließweges entsprechen gerade noch den Vorschriften des DWA-A131. Es besteht somit ein latentes Risiko von Schlammabtrieb in den Buchenbach. Im Hinblick auf einen sicheren Betrieb des Nachklärbeckens mit notwendig großem Biomasse-Puffervermögen hat sich in der Praxis eine Tiefe von ca. 4,0 m im 2/3-Punkt bewährt. Aus bautechnischen, ingenieurtechnischen und hydraulischen Gründen ist eine Erhöhung des bestehenden Nachklärbeckens nicht möglich.

Durch den Neubau eines neuen Nachklärbeckens mit einer Tiefe von ca. 4,0 m im 2/3-Punkt, kann die Kläranlage mit einem RV von bis zu 1,2 betrieben werden. Die Kläranlage kann somit flexibler auf Stoßbelastungen reagieren. (siehe Anhang)

Tabelle 3: Fließgeschwindigkeit im Zulaufdüker des Nachklärbeckens

Leitung	DN	Q	v
	mm	l/s	m/s
Zulaufdüker VKB	600	90,00	0,32

Die Fließgeschwindigkeit im Zulauf des Nachklärbeckens ist sehr gering.

Empfohlene Maßnahmen

- Neubau Nachklärbecken
- Nachklärbecken Oberfläche A = 432 m²
 Tiefe 2/3 h_{ges} = 4,07 m

4.2.3 Rücklaufschlammumpwerk

Vorhandene Einrichtungen

- Schlammleitung DN 250
- Rücklaufschlamm Schnecken 2 Stück à 60 l/s = 120 l/s = 440 m³/h

Schwachstellenanalyse

- Keine wetterfeste Überbauung der Antriebe und der Schaltanlage
- FU nicht in Betrieb, Handbetrieb der Förderschnecken
- Förderschnecken von 2000
 - Nutzungsdauer von Schneckenpumpen 14 ÷ 20 Jahre nach LAWA

Klärtechnischer Nachweis der Rücklaufschlammschnecken

Zwei Rücklaufschlammschnecken fördern den abgesetzten Schlamm aus dem Nachklärbecken. Der Überschussschlamm wird Oberstrom abgezogen.

Nach DWA-A 131 ergeben sich die folgenden Schlamm-mengen:

Überschussschlamm: $392 \text{ kg/d} : 8,82 \text{ kg/m}^3 = 44,32 \text{ m}^3/\text{d} = 1,85 \text{ m}^3/\text{h}$

Rücklaufschlamm: $324 \text{ m}^3/\text{h} \times 1,2 = 388,8 \text{ m}^3/\text{h}$

Die Rücklaufschlammschnecken können den berechneten Rücklauf- und Überschussschlamm fördern.

Tabelle 4: Nachweis der Überschussschlammleitung vom Nachklärbecken

Leitung	DN	Q	v
	mm	l/s	m/s
ÜS-Leitung	250	108,51	2,21
		77,01	1,57

In der Schlammleitung DN 250 stellt sich bei einem RV von 1,2 eine Fließgeschwindigkeit von ca. 2,2 m/s ein. Die Fließgeschwindigkeit im maximalen Förderbereich der Rücklaufschlammschnecken ist somit leicht erhöht. Bei einem RV von 0,85 ist die Fließgeschwindigkeit in einem üblichen Bereich von ca. 1,5 m/s.

Es besteht folglich kein Handlungsbedarf.

Empfohlene Maßnahmen

- Förderschnecken erneuern aufgrund hohen Betriebsalters
- FU erneuern, Automatikbetrieb Instandsetzen
- Wetterfeste Einhausung der Antriebe und der Schaltanlage

4.2.4 **Rezirkulationspumpe**

Um die Rezirkulation der Kläranlage zu gewährleisten, ist im Nitrifikationsbecken 3 eine Tauchmotorpumpe installiert, die über eine Leitung DN 300 das zu rezirkulierende Abwasser in den Zulauf des Denitrifikationsbeckens fördert.

Vorhandene Einrichtungen

- Rezirkulationspumpe 1 Stück à 25-103 l/s = 370 m³/h

Schwachstellenanalyse

- Rezirkulationspumpe von ca. 2000, erneuerungsbedürftig
 - Nutzungsdauer von Pumpen 8 ÷ 12 Jahre nach LAWA

Klärtechnischer Nachweis der Rezirkulationspumpe

Aus dem Klärtechnischen Nachweis nach DWA-A 131 ergibt sich die folgende Rezirkulation:

1.) Nachweis $RV = 0,85$

$$RZ = RF - RV$$

$$RZ = 1,38 - 0,85 = 0,53$$

$$\text{Für } Q_M: \quad RZ = 0,53 \cdot 90 \text{ l/s} = 47,70 \text{ l/s}$$

$$\text{Für } Q_{T, aM}: \quad RZ = 0,53 \cdot 55 \text{ l/s} = 29,15 \text{ l/s}$$

2.) Nachweis $RV = 1,20$

$$RZ = RF - RV$$

$$RZ = 1,38 - 1,20 = 0,18$$

$$\text{Für } Q_M: \quad RZ = 0,18 \cdot 90 \text{ l/s} = 16,2 \text{ l/s}$$

$$\text{Für } Q_{T, aM}: \quad RZ = 0,18 \cdot 55 \text{ l/s} = 9,9 \text{ l/s}$$

Die Rezirkulationspumpe kann die zu rezirkulierende Menge Abwasser ausreichend fördern.

Empfohlene Maßnahmen

- Rezirkulationspumpe erneuern aufgrund hohen Betriebsalters

4.2.5 Fällmitteldosierung

Aktuell wird das Fällmittel (Polyaluminiumchlorid, Eisen (II)Chlorid) aus IBC-Tanks, die neben dem Rücklaufschlamm Schneckenpumpwerk aufgestellt sind, zugegeben. Die vorhandenen Dosierpumpen sind zeitgesteuert und die Förderleistung der Dosierpumpen ist nicht bekannt. Im Betriebstagebuch von 2017 wurde die maximal dosierte Fällmittelmenge mit 3,5 l/h angegeben.

Vorhandene Einrichtungen

- Provisorische Dosierpumpen 2 Stück in Rücklaufschlamm bis 3,5 l/h

Schwachstellenanalyse

- Keine belastungsabhängige Fällmitteldosierung vorhanden
- Fällmittel aus IBC-Tank zugegeben
- Aufstellfläche entspricht nicht den Anforderungen des WHG

Klärtechnischer Nachweis der Fällmitteldosierung

Im Folgenden wird die erforderliche zu dosierende Fällmittelmenge für einen Zielwert des Phosphors von 0,8 mg/l nach DWA-A 202 ermittelt.

Tabelle 5: Berechnung der erforderlichen Fällmittelmenge nach DWA-A 202

Phosphorkonzentration Zulauf Belebung	$C_{P,ZB}$	7,0 mg/l
Phosphorkonzentration Ablauf NKB (Jahresmittelwert)	$C_{P,aM,AN}$	0,8 mg/l
CSB Konzentration Zulauf Belebung	$C_{CSB,ZB}$	299,8 mg/l
zum Zellaufbau benötigter Phosphor	$X_{P,BM}$	1,5 mg/l
Konzentration des zu fällenden Phosphors	$X_{P,Fäll}$	4,7 mg/l
Gehalt Eisen	WS Fe	0,135 kg/kg Fällmittel
Gehalt Aluminium	WS Al	0,09 kg/kg Fällmittel
Wirkungsbeiwert des Fällmittels	z	0,178 kg Me/kg Fällmittel
Trockenwetterzufluss	$Q_{T,d}$	2.830 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	$B_{d,FM}$	89.457 g/d
	$Q_{d,FM}$	63 l/d
		1.939 l/Monat
		23 m³/a
Stoßfaktor Fällmittelbedarf nach DWA-A 202	f_p	2 -
Förderleistung Dosierpumpe	$Q_{h,FM}$	5,2 l/h

Erforderliche Maßnahmen

- Fällmittelmenge von max. 3,5 l/h auf 5,2 l/h erhöhen
- Fällmitteldosierstation installieren, um Zielwert Phosphor einhalten zu können
- Aufstellfläche nach den Vorgaben des WHG herrichten

4.2.6 *Gebälsestation*

Über Messner-Plattenbelüfter wird Sauerstoff von den drei Aerzen-Drehkolbengebläsen in die Nitrifikationsbecken eingetragen.

Vorhandene Einrichtung

- | | |
|---|---|
| • Plattenbelüfter in N-Becken | 1.440 m ³ /h (24 x 60 m ³ /h) |
| • Gebälsestation bestehend aus 3 Gebläsen | 1.600 m ³ /h (3 x 541 m ³ /h) |

Schwachstellenanalyse

- Drehkolbengebläse (von 2000), verbraucht, unwirtschaftlich
- Schaltanlage von Nagetieren angefressen, verdreckt
- Vorhandene Fertigteilgarages derzeit ungeeignet für Gebläseaufstellung (Undicht, Zutritt von Nagetieren, Zuluft- und Abwärmeprobleme)

Klärtechnischer Nachweis der Belüftung nach DWA-M 229-1

Tabelle 6: Berechnung der Belüftungseinrichtungen 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 =	4,70 m
Höhe Belebungsbecken	h_{BB} =	6,00 m
Art der Belüftung	Druckbelüftung	
Tiefenfaktor	f_d =	1,23 -
α -Wert	α =	0,6 -
Sauerstoffertrag in Reinwasser	0,018 kg O ₂ /m ³ *m	
Sauerstoffzufuhr SOTR (maximal)	SOTR bei 10 °C =	98,35 kg O ₂ /h
	SOTR bei 12 °C =	88,20 kg O ₂ /h
	SOTR bei 20 °C =	92,70 kg O ₂ /h
Luftbedarf (maximal)	bei 10 °C =	1.162,55 m ³ /h
	bei 12 °C =	1.042,57 m ³ /h
	bei 20 °C =	1.095,70 m ³ /h
Sauerstoffzufuhr SOTR (minimal)	SOTR bei 10 °C =	18,90 kg O ₂ /h
	SOTR bei 12 °C =	19,93 kg O ₂ /h
	SOTR bei 20 °C =	23,39 kg O ₂ /h
Luftbedarf (minimal)	bei 10 °C =	223,44 m ³ /h
	bei 12 °C =	235,62 m ³ /h
	bei 20 °C =	276,48 m ³ /h
vorhandene Gebläseleistung	1.600,00 m ³ /h	

Der maximale Luftbedarf liegt rechnerisch unter der maximalen Leistung der vorhandenen Gebläse. Die Gebläse sind folglich ausreichend.

Empfohlene Maßnahmen

- Gebläse erneuern aufgrund hohen Betriebsalters, neue Gebläse wirtschaftlicherer Energieverbrauch
- Überarbeitung Garagen (Abdichten Bauwerk, Verbesserung Zuluft- und Abwärmeführung)
- Erneuerung Schaltanlage Gebläsestation
- Erweiterung und Überarbeitung Steuerungskonzept Belüftung

4.3 Schlammbehandlung

4.3.1 *Schlammumpwerk*

Am Vorklärbecken mit integrierten Fettfang befindet sich das Schlammumpwerk, um den Primärschlamm und Überschussschlamm auf den Faulturm zu fördern.

Vorhandene Einrichtungen

- Primärschlammpumpe 1 Stück à 11 l/s = 40 m³/h
- Mazerator 1 Stück à 11 l/s = 40 m³/h

Schwachstellenanalyse

- Keine Redundanz installiert
- Primärschlammpumpe von 2003
 - Nutzungsdauer von Pumpen 8 ÷ 12 Jahre nach LAWA

Klärtechnischer Nachweis

Der Überschussschlammanfall ergibt sich aus den Berechnungen des DWA-A 131.

Der Primärschlamm wird aus den einwohnerspezifischen Frachten nach DWA-M 368 gebildet.

Uneingedickter Überschussschlammanfall und Primärschlamm:

- Überschussschlamm: $392 \text{ kg/d} : 8,82 \text{ kg/m}^3 = 44 \text{ m}^3/\text{d}$
- Primärschlamm: $10.000 \text{ EW} \times 0,0007 \text{ m}^3/(\text{EW} \times \text{d}) = 7 \text{ m}^3/\text{d}$
- Rohschlamm gesamt: $= \underline{51 \text{ m}^3/\text{d}}$

Der geplante Voreindicker für den Überschussschlamm ist nicht umgesetzt worden.

Im Folgenden werden zum Vergleich die geförderten Rohschlamm-mengen aus den Betriebstagebüchern der Jahre 2016 und 2017 herangezogen.

Tabelle 7: Rohschlammmenge zum Faulturm gefördert

Jahr	Mittelwert	Maximum
	m³/d	m³/d
2016	15	57
2017	14	57
MW	14	

Die Betriebsdaten der Jahre 2016 und 2017 ergeben eine maximal geförderte Menge Rohschlamm von 57 m³/d. Der berechnete, theoretische Schlammanfall ist somit plausibel und die bestehende Primärschlammpumpe kann den berechneten täglichen Rohschlammanfall (uneingedickter ÜS + PS) abwirtschaften.

Nach DWA-M 381 kann mit Flockungshilfsmitteln bei einer Aufenthaltszeit von ca. 1 Tag in einem Ständeindicker der Mischschlamm (PS+ÜS) einen TR von 5 bis 8 % erreichen.

Eingedickter Überschussschlammanfall und Primärschlamm:

- Überschussschlamm: = 392 kg/d
- Primärschlamm: $10.000 \text{ EW} \times 0,028 \text{ kg}/(\text{EW} \times \text{d}) = 280 \text{ kg/d}$
- Rohschlamm gesamt: = 672 kg/d
- Rohschlamm eingedickt $672 \text{ kg/d} : 50 \text{ kg/m}^3 = \underline{13,4 \text{ m}^3/\text{d}}$

Der mittlere tägliche Schlammanfall der Jahre 2016 und 2017 liegt bei 14 m³/d. Der theoretische und reale Schlammanfall sind übereinstimmend. Es werden Eindickmaßnahmen vorgenommen.

Erforderliche Maßnahmen

- Primärschlammpumpe erneuern aufgrund hohen Betriebsalters
- Redundanzpumpe
- Verrohrung Armaturen erneuern

4.3.2 **Faulbehälter**

Die Kläranlage Berglen besitzt keinen Voreindicker. Derzeit wird der Überschussschlamm zusammen mit dem Primärschlamm auf den Faulturm gefördert.

Vorhandene Einrichtung

- Faulbehälter Volumen $V = 725 \text{ m}^3$
- Heizungsanlage
- Wärmetauscher
- Umwälzpumpen

Schwachstellenanalyse

- Faulbehälter und Heizung nicht im PLS aufgeführt
- Faulbehälter im Jahr 2000 und, nach Aussage des Betriebspersonals, ca. 2007 jeweils außen, aber nicht innen saniert
- Heizungsanlage defekt
- Gitterostebene Faulbehälterkopf nicht mehr begehbar. Aus Gründen des Arbeitsschutzes muss der Zutritt gesperrt werden.
- Klär- und gastechnische Anlagen (Schieber, Rohrleitungen, etc.) auf Grund des Alters und des Zustands erneuerungsbedürftig. Anpassen an heutige Sicherheitsstandards. Anpassen Verfahrenstechnik an heutige Anforderungen.

Klärtechnischer Nachweis

Für eine Schlammstabilisierung ist nach DWA-M 368 ein Schlammalter von 20 bis 28 Tagen erforderlich. Im Folgenden werden 25 Tage für den Nachweis angesetzt.

Uneingedickter ÜS + PS	$51 \text{ m}^3/\text{d} \times 25 \text{ d} = 1.275 \text{ m}^3$
Eingedickter ÜS + PS:	$13,4 \text{ m}^3/\text{d} \times 25 \text{ d} = 335 \text{ m}^3$

Der Faulbehälter ist ausreichend groß dimensioniert, wenn Maßnahmen zum Eindicken des Rohschlammes vorgenommen werden (z.B. Flockungshilfsmittel).

Empfohlene Maßnahmen

- Faulbehälter und Heizung im PLS mit aufnehmen
- Betonsanierung Faulbehälterinnenflächen
- Erneuerung Absperreinrichtungen, Rohrleitungen
- Heizungsanlage erneuern
- Überschussschlammvorentwässerungsanlage vorsehen
- Gitterosten Laufwege Faulbehälterkopf erneuern
- Anpassen gastechnische Einrichtungen an den heutigen Stand der Technik

4.3.3 Schlammmentwässerung

Vorhandene Einrichtung

- Nacheindicker
- 1 Beschickungspumpe für Winkelpresse
- Bellmer Winkelpresse 1 Stück à 10 - 15m³/h, TR 30-35 %
- Spiralförderer 1 Stück à 5 m³/h
- 1 Mulde 10 m³

Schwachstellenanalyse

- Winkelpresse von 2001, erneuerungsbedürftig
 - Nutzungsdauer Bandpressen 10-14 Jahre nach LAWA
- Steuerung/Schaltanlage der Winkelpresse im Untergeschoss, nicht überflutungssicher
- Kein Filtratwasserspeicher
- Nur eine Mulde vorhanden, wenn voll kann nicht gepresst werden
- Spiralförderer von 2001, erneuerungsbedürftig
 - Nutzungsdauer Schlammförderer 20 Jahre nach LAWA

Klärtechnischer Nachweis

Aufenthaltszeit im Nacheindicker:

$$69 \text{ m}^3 : 13,4 \text{ m}^3/\text{d} = 5 \text{ d}$$

Die Aufenthaltszeit im Nacheindicker beträgt, ohne Berücksichtigung von Absetzvorgängen und Trübwasserabzug, 5 Tage.

Die Winkelpresse kann 10 ÷ 15 m³/h pressen. Sie kann folglich den täglichen Faulschlammanfall von 13,4 m³/d abwirtschaften.

Empfohlene Maßnahmen

- Steuerungen/Schaltanlagen nie in Kellerräumen aufstellen wegen Überflutungsgefahr
- Überprüfung des technischen Zustands des Schlammentwässerungsaggregats, ggf. neues Schlammentwässerungsaggregat
- Überprüfung des technischen Zustands des Austragssystems, ggf. neues Austragssystem
- Weitere Mulden für Klärschlammzwischenlagerung
- Betonsanierung Eindicker
- Neue Rührwerke Eindicker

4.3.4 Filtratwasserspeicher

Die Kläranlage der Gemeinde Berglen verfügt derzeit über keinen Filtratwasserspeicher. Dieser ist aktuell nicht mehr in Betrieb.

Im Rahmen des 3. Bauabschnitts wurden die Schneckenpumpen aus dem ehemaligen Zulaufschneckenpumpwerk ausgebaut und der Ablauf zu betoniert. Die Planung sah eine Nutzung als provisorischen Filtratwasserspeicher vor. Dieser ist aktuell nicht mehr in Betrieb.

Um Belastungsspitzen im Zulauf der Kläranlage zu reduzieren und die Sauerzufuhr zu verringern, sollte ein Filtratwasserspeicher vorgesehen werden.

Entsprechend früherer Entwurfsplanungen sollte deshalb das Zulaufpumpwerk dahingehend geprüft werden, ob die geplanten Zu- und Ablaufleitungen bestehen, um das Filtratwasser mittels Tauchpumpen gezielt in belastungsschwachen Zeiten in den Zulauf der Kläranlage zu geben.

Erforderliche Maßnahmen

Altes Zulaufpumpwerk umbauen zu Filtratwasserspeicher.

4.3.5 Gasbehälter

Vorhandene Einrichtung

- Gasbehälter Nutzvolumen $V = 50 \text{ m}^3$
- Gasfackel

Schwachstellenanalyse

- Gasfackel defekt
- Gasbehälter von 2002
 - Nutzungsdauer Gasbehälter 17 ÷ 25 Jahre nach LAWA

Klärtechnischer Nachweis Gasbehälter

- Spezifischer Faulgasanfall: $20 \text{ l}/(\text{EW d})$
- $10.000 \text{ EW} \times 0,02 \text{ m}^3/(\text{EW} \times \text{d}) = 200 \text{ m}^3/\text{d}$
- Faulgasanteil zur Speicherung
- $50 \text{ m}^3 : 200 \text{ m}^3/\text{d} = 25 \%$

Nach DWA-M 363 sollte das Faulgasspeichervolumen 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. Um Schwankungen in der Faulgasproduktion besser ausgleichen zu können, sollte der Gasspeicher ausgetauscht werden und ein größeres Volumen von 100 m^3 haben.

Empfohlene Maßnahmen

- Gasfackel reparieren oder austauschen
- Neuer Gasbehälter $V = 100 \text{ m}^3$

4.4 Weitere Kläranlagenbestandteile

4.4.1 Betriebsgebäude

Vorhandene Einrichtung

- Prozessleittechnik
- Mobiler Generator für Notstrom
- Labor
- Sanitär-, Umkleide- und Aufenthaltsräume

Schwachstellenanalyse

- SPS und Prozessleitsystem, EMSR-Technik generell, ATEX-Einrichtungen etc. von ca. 2000, erneuerungsbedürftig
 - Faulbehälter und Heizung nicht aufgeführt
 - Keine Fernwirktechnik
 - SPS kann nicht umgangen werden, Umstellung auf Handbetrieb nicht immer möglich
 - Nutzungsdauer von Schaltwarten 10 - 15 Jahre
- Unzureichende Notstromversorgung
- Laboreinrichtung und i Ausrüstung verschließen
- Inventar Sanitär-, Umkleide- und Aufenthaltsräume verschließen
- Keine schwarz-weiß Trennung bei den Umkleideräumen des Personals, Anforderungen der Arbeitsstättenrichtlinien nicht erfüllt
- Wassereinbruch im Untergeschoss

Erforderliche Maßnahmen

- SPS und Prozessleitsystem erneuern
- Fernwirktechnik vorsehen
- Notwendigkeit einer Notstromaggregatinstallation prüfen
- Inventar Labor und Betriebsräume erneuern
- Sanierung baulicher Bestand
- Neugestaltung der Sanitär- und Umkleideräume nach aktuellen technischen Regeln der Arbeitsstättenrichtlinie

4.4.2 Hochwasserpumpwerk

Die Kläranlage hat eine ca. 35 m lange Stützmauer, die ca. 1 m aus dem Boden ragt. Ober- und unterhalb dieser Mauer ist ein Damm geschüttet, der eine Kronenbreite von ca. 1,20 m entlang des Baches und 0,80 m senkrecht zum Bach aufweist.

Um im Hochwasserfall die Abwasserbehandlung aufrecht zu erhalten, ist ein Hochwasser- und Betriebswasserpumpwerk am Kläranlagenauslauf installiert.

Vorhandene Einrichtung

- Betriebswasserpumpen 2 Stück à 12,5 l/s = 25 l/s = 90 m³/h
- Hochwasserpumpen 2 Stück à 91 l/s = 182 l/s = 655 m³/h
- NSUV des Hochwasser- und Betriebswasserpumpwerks in Fertigteilgarage angeordnet

Schwachstellenanalyse

- Pumpen von 2002
 - Nutzungsdauer von HW-Pumpen 20 - 40 Jahre nach LAWA
- Bei HW-Fall Kläranlage mit Sandsäcken gesichert
- Schäden in Schaltschränken durch Mäuse

Erforderliche Maßnahmen

- Hochwasserdamm prüfen
- Elektro- und Steuerungstechnik erneuern

5. ERGEBNISSE

5.1 Zusammenstellung der erforderlichen Maßnahmen

Im Folgenden werden, die in den vorherigen Kapiteln aufgezeigten betriebstechnischen Schwachstellen zusammengefasst und die erforderlichen Maßnahmen aufgeführt.

Einführung eines Geröllfangs

Aktuell führen Steine und Geröll zu Verschleiß an den Maschinenteilen und Schäden am Feinrechen. Als Folge dessen besteht ein erhöhter Wartungsbedarf der Maschinenteile.

Durch den Bau eines Geröllfangs im Zulauf der Kläranlage sollen Steine und Geschiebe zurückgehalten werden.

Sanierung RÜB

Im Rahmen der Bestandsanalyse der Kläranlage wird empfohlen die Bausubstanz zu prüfen und entsprechend eine bauliche Sanierung des RÜB vorzunehmen sowie die technischen Einrichtungen wie Schieber etc. zu erneuern. Auch die Absturzeinrichtungen sind auf den erforderlichen Stand zu bringen.

Sanierung Vorklärbecken

Das Vorklärbecken mit integrierten Fettfang ist hydraulisch ausreichend. Im Folgenden wird empfohlen die Bausubstanz des Vorklärbeckens zu überprüfen und Sanierungsmaßnahmen vorzunehmen. Die technischen Einrichtungen wie Schieber und Räumer sowie Geländer, Gitterroste und Haltestangen sind zu erneuern.

Während der Sanierungsmaßnahmen am Vorklärbecken, muss die Vorklärung umfahren werden.

Sanierung Denitrifikationsbecken

Das Denitrifikationsbecken ist entsprechend dem klärtechnischen Nachweis nach DWA-A 131 ausreichend groß. Im Rahmen der Bestandsanalyse wird empfohlen das Rührwerk zu erneuern sowie die Bausubstanz auf ihren Sanierungsbedarf hin zu überprüfen und die erforderlichen Betonsanierungsarbeiten durchzuführen. Wie auch beim Vorklärbecken sind Einrichtungen wie Schieber und Gitterroste zu erneuern.

Des Weiteren verfügt das Denitrifikationsbecken über keine Absturzsicherung an den Verkehrswegen. Absturzsicherungen am Beckenrand sind daher entsprechend anzubringen.

Während der Sanierungsmaßnahmen ist die Auftriebssicherheit zu überprüfen und die Denitrifikation zu umfahren. Um die Abwasserbehandlung auch während der Umbauarbeiten fortzuführen, müsste das erste Nitrifikationsbecken als Denitrifikationsbecken genutzt und der Rücklaufschlamm dort zugegeben werden.

Sanierung Nitrifikationsbecken

Die drei Nitrifikationsbecken sind auf ihre Bausubstanz hin zu prüfen und entsprechend Sanierungsmaßnahmen am baulichen Bestand vorzunehmen. Dabei sind klärtechnische Einrichtungen wie Schieber und Gitterroste zu erneuern. Die Absturzsicherungen sind auf den erforderlichen Stand zu bringen.

Des Weiteren sind die Plattenbelüfter der drei Becken sowie die Rezirkulationspumpe im Nitrifikationsbecken 3 aufgrund ihres fortgeschrittenen Betriebsalters zu ersetzen.

Während der Sanierungsmaßnahmen ist jeweils ein Nitrifikationsbecken außer Betrieb zu nehmen. Die Umfahrung der einzelnen Nitrifikationsbecken ist durch Absperrarmaturen gewährleistet.

Neubau Belebungsbeckenvolumen

Aktuell ist die Kläranlage klärtechnisch überlastet und kann nur mit einem erhöhten Feststoffgehalt in der Belebung betrieben werden. Um die Abwasserbehandlung auch bei künftigen Entwicklungen im Einzugsgebiet zu gewährleisten, ist die Belebung durch zwei weitere Nitrifikationsbecken (2 x Becken à 229 m³) zu erweitern.

Diese beiden Becken könnten an die bestehenden Nitrifikationsbecken angebaut werden. Dafür müsste die bestehende NSUV in der Fertigteilgarage einen neuen Standort erhalten, um ausreichend Baufläche zu gewährleisten.

Erneuerung der Gebläsestation

Aktuell sind drei Gebläse zur Belüftung der Belebungsbecken vorhanden. Es wird empfohlen die drei alten Gebläse (Baujahr 2000) abzubrechen und durch eine neue Gebläsestation zu ersetzen. Die neuen Gebläse werden FU-geregt und können somit optimal und energetisch günstig an den erforderlichen Sauerstoffbedarf angepasst werden. Während der Erneuerungsmaßnahmen sind entsprechend Provisorien vorzusehen.

Einführung einer Phosphatfällstation

Aktuell wird das Fällmittel aus IBC Tanks, die neben dem Vorklärbecken aufgestellt sind zugegeben. Die vorhandenen provisorischen Dosierpumpen sind zeitgesteuert. Da künftig ein Zielwert für Phosphor von 0,8 mg/l im Jahresmittel angenommen wird, wird empfohlen eine neue Fällmitteldosierstation zu installieren. Für die Lagerung können weiterhin die IBC-Tanks vorgesehen werden. Die Dosierpumpen (2 Stück, redundant) sowie der Steuerschrank werden witterungsgeschützt bzw. als Außenaufstellungsg geeignet an der Anlage angeordnet. Die Dosierleitung (Schlauch) wird in einem Schutzrohr bis zu den Dosierstellen geführt.

Die Aufstellfläche der P-Station entspricht nicht den gesetzlichen Anforderungen. Der Aufstell- und Dosierbereich muss nach den Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzts ausgebaut werden.

Neubau Nachklärbecken

In der Vergangenheit und aktuell kommt es vermehrt zu Ausfällen des Nachklärbeckenräumers. Die Reparatur- und Wartungsarbeiten sind sehr aufwendig und langwierig, es kommt zu 4- bis 5-tägigen Außerbetriebnahmen des Nachklärbeckens, verbunden mit extremer Belastung des Buchenbachs infolge nicht vorhandener Nachklärwirkung.

Das Nachklärbecken weist lediglich die nach DWA-Arbeitsblatt A131 tolerierbare Mindesttiefe auf, wodurch latent die Gefahr von Schlammabtrieb bei Regenwetter in das Gewässer besteht, ähnlich dem heutigen Zustand. Ein solcher Schlammabtrieb stellt den Tatbestand der Gewässerverschmutzung dar. Die Bausubstanz ist sanierungsbedürftig, Umbau- und Anpassungsmaßnahmen an den Stand der Technik stellen einen massiven Eingriff in die Bausubstanz dar. Aufgrund der geringen Nachklärbeckentiefe können Stoßbelastungen oder Störfälle im Bereich der Belebungs nicht kompensiert werden. Anpassungen an erforderliche betriebliche Änderungen, z.B. durch veränderte Zulaufbedingungen, sind nicht möglich.

Es ist deshalb der Neubau eines Nachklärbeckens erforderlich.

Sanierung Rücklaufschlammumpwerk

Die bestehenden Rücklaufschlammförderschnecken sind aufgrund ihres Betriebsalters zu erneuern. Des Weiteren ist die FU-Steuerung zu erneuern. Die Bausubstanz muss betonsaniert werden. Während der Sanierungsarbeiten am Nachklärbecken ist das bestehende Rücklaufschlammumpwerk außer Betrieb, sodass die Sanierungsarbeiten während dieses Bauabschnitts durchgeführt werden können.

Sanierung Rezirkulationspumpwerk

Die bestehende Rezirkulationspumpe ist aufgrund ihres Betriebsalters zu erneuern. Des Weiteren ist die FU-Steuerung zu erneuern.

Schlammumpwerk

Aktuell ist eine Primärschlammpumpe und ein Mazerator im Schlammumpwerk installiert, die den Primär- und Überschussschlamm auf den Faulturm fördern. Aufgrund des hohen Betriebsalters ist die Primärschlammpumpe zu ersetzen und eine Redundanzpumpe vorzuhalten.

Sanierung Faulbehälter

Die Faulbehälter wurde im Jahr 2000 und nach Aussage des Betriebspersonals 2007 saniert. Eine Überprüfung des Inneren fand bisher nicht statt. Im Rahmen der Bestandsüberprüfung wird empfohlen den Faulbehälter zu entleeren und auf seinen Sanierungsbedarf hin zu prüfen. Des Weiteren ist die Heizungsanlage im Untergeschoss des Betriebsgebäudes zu erneuern und Faulbehälter und Heizung in das PLS aufzunehmen.

Gasbehälter und Gasfackel

Der Gasbehälter hat ein zu geringes Speichervolumen, um die empfohlene 30 bis 50 % des Faulgasanfalls vorzuhalten. Folglich ist der alte Gasbehälter abzubauen und ein neuer Gasbehälter mit $V = 100 \text{ m}^3$ Speichervolumen zu installieren.

Die defekte Gasfackel ist zu ersetzen.

Schlamm entwässerung

Aktuell wird der eingedickte Schlamm in einer Winkelpresse der Marke Bellmer aus dem Jahr 2001 entwässert. Die bestehende Winkelpresse und der Spiralförderer sind technisch zu überprüfen und ggf. durch eine neue Entwässerungsanlage/Förderanlage zu ersetzen.

Im Außenbereich sind weitere Mulden für die Zwischenlagerung des entwässerten Klärschlammes vorzuhalten, um die Betriebsabläufe zu optimieren.

Der vorhandene Eindicker muss betonsaniert werden. Zur Verbesserung der Homogenisierung des Klärschlammes ist ein neues Rührwerk vorzusehen.

Filtratwasserspeicher

Derzeit verfügt die Kläranlage Berglen über keinen Filtratwasserspeicher. Im Rahmen des 3. Bauabschnitts wurden die Schneckenpumpen aus dem ehemaligen Zulaufschneckenpumpwerk ausgebaut und der Ablauf zu betoniert. Die Planung sah eine Nutzung als provisorischen Filtratwasserspeicher vor. Zukünftig sollte das Bauwerk als Filtratwasserspeicher genutzt werden. Das Filtratwasser kann dann mittels Tauchpumpen gezielt in belastungsschwachen Zeiten in den Zulauf der Kläranlage dosiert eingeleitet werden.

Modernisierung der Niederspannungsverteilung und des Prozessleitsystems

Im Hinblick auf die Optimierung der verfahrenstechnischen Abläufe ist eine Erneuerung der speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) erforderlich. Derzeit veraltete Anlagenteile.

Unvollständiges und erneuerungsbedürftiges Prozessleitsystem. Zwingend erforderlich für den sicheren und wirtschaftlichen Betrieb der Anlage. Des Weiteren sollte die Fernwirktechnik eingebunden werden, um die Außenstationen der Kläranlage zu kontrollieren und den Betrieb zu optimieren.

Notstromaggregat

Aktuell ist ein mobiler Generator auf der Kläranlage Berglen installiert, um bei Ausfall der Stromversorgung die einzelnen Anlagenteile in Betrieb zu halten. Überarbeitung Notstromkonzept in Abstimmung mit den Fachbehörden erforderlich. Abstimmung, welche Anlagenteile im Fall eines Stromausfalls weiter betrieben werden müssen. Betriebsoptimierung der Notstromversorgung vornehmen.

Betriebsgebäude

Im Untergeschoss des Betriebsgebäudes ist bei der Ortsbegehung im November 2017 ein Wassereinbruch festgestellt worden. Des Weiteren gab es im Februar 2018 einen Kellerbrand an der Heizungsanlage. Das Betriebsgebäude ist entsprechend bautechnisch zu sanieren.

Im Folgenden sollte im Rahmen der Betriebsoptimierungsmaßnahmen das Inventar der Betriebsräume und des Labors erneuert und dem Stand der Technik angepasst werden. Im vorhandenen Sanitär- und Umkleieraum ist bisher keine Schwarz-Weiß-Trennung realisiert. Um die Hygieneanforderungen entsprechend den aktuellen technischen Regeln für Arbeitsstätten zu erfüllen, muss der Sanitär- und Umkleieraum neu zu gestalten werden.

Hochwasserpumpwerk

Die bestehende Schaltanlage des Hochwasserpumpwerks ist nicht sicher vor einem Zutritt von Nagetieren. Die Anlage weist Beschädigungen durch Nagetiere auf. Auf Grund der Beschädigungen und des Alters der Schaltanlage ist eine Erneuerung der Schaltanlage vorzunehmen.

5.2 Kostenschätzung

Die im Folgenden genannten Investitionskosten beruhen auf nachfolgenden Ansätzen.

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, keine betontechnologischen Untersuchungen und kein Bodengutachten für die Neubaumaßnahmen vor.

Je nach Ausführungszeitraum können konjunkturabhängig Preissteigerungen eintreten.

Tabelle 8: Zusammenstellung der Kosten

Nr.	Leistungsbeschreibung	Bau ú netto	Maschine ú netto	Verfahrens- technik ú netto	Elektro ú netto	Gesamt ú netto
Umbau im Bestand						
Mechanische Stufe						
1.1	Neubau Geröllfang	88.400,00	0,00	36.900,00	15.900,00	141.200,00
	Ortbetonbauwerk	74.600,00				
	Klärtechnische Ausrüstung			36.900,00		
	EMSR-Technik				15.900,00	
	Außenanlage (Weg, Zaun umsetzen, etc.)	13.800,00				
1.2	Sanierung RÜB	68.300,00	0,00	40.400,00	16.500,00	125.200,00
	Abbruch und Demontagearbeiten Klärtechnik	5.800,00				
	Betonsanierung RÜB und Abschlagbauwerke	62.500,00				
	Tauchmotorpumpen			10.600,00		
	Klärtechnische Ausrüstung			29.800,00		
	Anpassungsarbeiten EMSR-Technik				16.500,00	
1.3	Rechen- und Sandfanganlage	0,00	0,00	35.700,00	15.700,00	51.400,00
	Grobrechen in Notumlauf Rechenanlage			16.800,00		
	Fettpumpe erneuern, Leistungserhöhung			18.900,00		
	Anpassungsarbeiten EMSR-Technik				15.700,00	
1.4	Sanierung Vorklärbecken	77.800,00	57.300,00	142.800,00	63.300,00	341.200,00
	Betonsanierung	77.800,00				
	Austausch VKB-Räumer		57.300,00			
	Automatisierung Schlamm- u. Fettabzug			83.200,00		
	Klärtechnische Ausrüstung			59.600,00		
	EMSR-Technik				63.300,00	

Nr.	Leistungsbeschreibung	Bau ú netto	Maschine ú netto	Verfahrens- technik ú netto	Elektro ú netto	Gesamt ú netto
Biologische Stufe						
2.1	Ertüchtigung des Rücklaufschlammumpwerks Demontage/Abbruch Betonanierung Überbauung Antriebe, Schaltanlage Erneuerung Schnecken und Lagerung inkl. Edelstahlrog Klärtechnische Einrichtungen EMSR- Technik	74.700,00 32.100,00 42.600,00	0,00	137.000,00 13.400,00 109.200,00 14.400,00	44.200,00 44.200,00	255.900,00
2.2	Fällmitteldosierstation Aufstellfläche nach WHG herrichten Klärtechnische Einrichtungen EMSR- Technik	32.800,00 32.800,00	0,00	29.600,00 29.600,00	33.800,00 33.800,00	96.200,00
2.3	Sanierung Denitrifikationsbecken Betonanierung Demontgearbeiten Erneuerung und Erweiterung Umwälzung Klärtechnische Ausrüstung ESMR- Technik	105.400,00 89.200,00 16.200,00	0,00	84.000,00 29.800,00 54.200,00	48.200,00 48.200,00	237.600,00
2.4	Sanierung Nitrifikationsbecken Demontgearbeiten Betonanierung Erneuerung Luftleitungen und Belüfter Klärtechnische Einrichtungen ESMR- Technik	165.900,00 12.300,00 153.600,00	0,00	214.600,00 95.400,00 119.200,00	76.200,00 76.200,00	456.700,00
2.5	Gebläsestation Demontage Gebläse Sanierung Fertigteilgaragen Gebläse inkl. Schallhaube Klärtechnische Einrichtungen ESMR- Technik	28.300,00 9.800,00 18.500,00	0,00	189.400,00 62.600,00 28.500,00 98.300,00	0,00	217.700,00
2.6	Erweiterung Belebungsbecken Herrichten Baugelände Neubau Belebungsbecken V = 550 m³ Klärtechnische Einrichtungen ESMR- Technik	290.800,00 12.800,00 278.000,00	0,00	123.400,00 123.400,00	53.600,00 53.600,00	467.800,00
2.7	Neubau Nachklärbecken Bauwerk Räumeinrichtung Klärtechnische Einrichtungen EMSR- Technik	628.000,00 628.000,00	0,00	343.700,00 187.600,00 156.100,00	65.200,00 65.200,00	1.036.900,00
2.8	Zusätzliche Provisorien Provisorien während Sanierung Bestand	20.000,00 20.000,00	55.000,00 55.000,00	75.000,00 75.000,00	35.000,00 35.000,00	185.000,00
2.9	Rezirkulationspumpwerk Rezirkulationspumpe mit Verrohrung EMSR- Technik	0,00	0,00	23.800,00 23.800,00	19.500,00 19.500,00	43.300,00

Nr.	Leistungsbeschreibung	Bau ú netto	Maschine ú netto	Verfahrens- technik ú netto	Elektro ú netto	Gesamt ú netto
Schlammbehandlungs Stufe						
3.1	Schlamm pumpwerk	3.600,00	0,00	36.500,00	56.200,00	96.300,00
	Primärschlammpumpe	3.600,00		22.600,00		
	Mazerator			13.900,00		
	ESMR-Technik				56.200,00	
3.2	Sanierung Faulbehälter	219.200,00	0,00	265.600,00	32.100,00	516.900,00
	Demontagarbeiten	24.200,00				
	Betonsanierung Innenflächen	195.000,00				
	Klärtechnische Einrichtungen			115.600,00		
	ESMR-Technik				32.100,00	
	Schlammabfuhr w ährend Umbauphase			150.000,00		
3.3	Gasbehandlung	35.000,00	0,00	163.700,00	39.600,00	238.300,00
	Demontage Gasbehälter, Gasfackel	9.600,00				
	Gasbehälter	19.200,00		125.400,00		
	Gasfackel	6.200,00		38.300,00		
	ESMR-Technik				39.600,00	
3.4	Überschussschlammvorentwässerung	0,00	0,00	123.100,00	64.200,00	187.300,00
	Vorentw ässerungsanlage			38.900,00		
	Pumpen, Armaturen, Rohrleitungen			84.200,00		
	ESMR-Technik				64.200,00	
3.5	Schlammentwässerung	51.800,00	0,00	283.500,00	82.900,00	418.200,00
	Demontage Winkelpresse und Spiralförderer	13.600,00				
	Entw ässerungsanlage			206.900,00		
	Austragförderung und Lagerung			26.900,00		
	klärtechnische Einrichtung Eindicker			22.800,00		
	Betonsanierung Eindicker	38.200,00		26.900,00		
	ESMR-Technik				82.900,00	
3.6	Filtratwasserspeicher	37.700,00	0,00	32.200,00	11.500,00	81.400,00
	Demontagarbeiten	2.600,00				
	Betonsanierung	28.300,00				
	Klärtechnische Einrichtungen			19.600,00		
	Rohrleitungsbau	6.800,00		12.600,00		
	ESMR-Technik				11.500,00	
3.7	Hochwasserpumpwerk	0,00	0,00	0,00	32.800,00	32.800,00
	ESMR-Technik				32.800,00	
3.8	Sanierung Betriebsgebäude	74.900,00	0,00	116.500,00	11.200,00	202.600,00
	Bauliche Sanierung	24.800,00				
	Umbau Sanitär- und Umkleidebereich	48.600,00				
	Erneuerung Heizungsanlage	1.500,00		84.500,00	11.200,00	
	Inventar Betriebsräume			32.000,00		

Nr.	Leistungsbeschreibung	Bau ú netto	Maschine ú netto	Verfahrens- technik ú netto	Elektro ú netto	Gesamt ú netto
Elektrotechnik allgemein						
4.1	Elektrotechnik	0,00	0,00	0,00	275.000,00	275.000,00
	Erneuerung Nieder- spannungshauptverteilung				75.000,00	
	Anpassung Energieeinspeisung und Verteilung				36.000,00	
	Demontage und Entsorgung alte NSHV				9.000,00	
	Prozessleitsystem Hard- und Software				72.000,00	
	Netzwerktechnik, Abindung SPS-Steuerungen				29.000,00	
	Bestand überprüfen, anpassen und Einbinden, Dokumentation				34.000,00	
	Provisorien				20.000,00	
Gesamtsumme netto		2.002.600,00	112.300,00	2.497.400,00	1.092.600,00	5.704.900,00
19 % MWSt.						1.083.931,00
Gesamtsumme brutto						6.788.831,00
Nebenkosten 28 %						1.901.169,00
Gesamt brutto inkl. Nebenkosten						8.690.000,00

5.3 Bauabschnitte

Die Gesamtkosten der Sanierungs- und Instandsetzungsmaßnahmen auf der Kläranlage Berglen betragen 8.690.000 € brutto inkl. Nebenkosten. Diese müssen jedoch nicht sofort erbracht werden und können nach Prioritäten in Bauabschnitte unterteilt werden.

Im 1. Bauabschnitt müssen alle Anlagenteile enthalten sein, die für eine ordnungsgemäße Betriebsführung der Kläranlage unabdingbar sind. Der 1. Bauabschnitt müsste umgehend ausgeführt werden.

Im 2. Bauabschnitt sind alle Betriebspunkte enthalten, die zwar mangelhaft sind, deren Instandsetzung jedoch nicht unbedingt sofort sein muss. Durch betriebliche Maßnahmen kann die Instandsetzung dieser Anlagenteile zeitlich später vorgesehen werden.

Im 3. Bauabschnitt sind alle Betriebspunkte enthalten, deren Erneuerung zeitlich möglichst weit nach hinten geschoben werden kann.

1. Bauabschnitt: Sofortmaßnahmen

- Sanierung Vorklärbecken
- Sanierung Denitrifikationsbecken
- Sanierung Nitrifikationsbecken
- Erweiterung Belebungsbecken
- Gebläsestation
- Fällmitteldosierstation
- Neubau Nachklärbecken
- Ertüchtigung Rücklaufschlammumpwerk
- Rezirkulationspumpwerk
- Modernisierung Niederspannungshauptverteilung und Prozessleitsystem

2. Bauabschnitt: Mittelfristige Maßnahmen

- Neubau Geröllfang
- Schlammumpwerk
- Sanierung Faulbehälter
- Gasbehälter und Gasfackel
- Schlammmentwässerung

3. Bauabschnitt: Langfristige Maßnahmen

- Sanierung Betriebsgebäude
- Rechen- und Sandfanganlage
- Sanierung RÜB
- Hochwasserpumpwerk
- Filtratwasserspeicher
- Überschussschlammvorentwässerung
- Notstromaggregat

5.4 Kosten Bauabschnitte

Leistungsbeschreibung	Bau ú netto	Maschine ú netto	Verfahrens- technik ú netto	Elektro ú netto	Gesamt ú netto
1. Bauabschnitt: Sofortmaßnahmen					
Sanierung Vorklärbecken	77.800,00	57.300,00	142.800,00	63.300,00	341.200,00
Sanierung Denitrifikationsbecken	105.400,00	0,00	84.000,00	48.200,00	237.600,00
Sanierung Nitrifikationsbecken	165.900,00	0,00	214.600,00	76.200,00	456.700,00
Erweiterung Belebungsbecken	290.800,00	0,00	123.400,00	53.600,00	467.800,00
Gebläsestation	28.300,00	0,00	189.400,00	0,00	217.700,00
Fällmitteldosierstation	32.800,00	0,00	29.600,00	33.800,00	96.200,00
Neubau Nachklärbecken	628.000,00	0,00	343.700,00	65.200,00	1.036.900,00
Ertüchtigung des Rücklaufschlammumpwerks	74.700,00	0,00	137.000,00	44.200,00	255.900,00
Rezirkulationspumpwerk	0,00	0,00	23.800,00	19.500,00	43.300,00
Elektrotechnik	0,00	0,00	0,00	275.000,00	275.000,00
Zusätzliche Provisorien	20.000,00	55.000,00	75.000,00	35.000,00	185.000,00
Gesamtsumme netto	1.423.700,00	112.300,00	1.363.300,00	714.000,00	3.613.300,00
19 % MWSt.					686.527,00
Gesamtsumme brutto					4.299.827,00
Nebenkosten 28 %					1.204.173,00
Gesamt brutto inkl. Nebenkosten					5.504.000,00

Leistungsbeschreibung	Bau ú netto	Maschine ú netto	Verfahrens- technik ú netto	Elektro ú netto	Gesamt ú netto
2. Bauabschnitt: Mittelfristige Maßnahmen					
Neubau Geröllfang	88.400,00	0,00	36.900,00	15.900,00	141.200,00
Schlammumpwerk	3.600,00	0,00	36.500,00	56.200,00	96.300,00
Sanierung Faulbehälter	219.200,00	0,00	265.600,00	32.100,00	516.900,00
Gasbehandlung	35.000,00	0,00	163.700,00	39.600,00	238.300,00
Schlammentwässerung	51.800,00	0,00	283.500,00	82.900,00	418.200,00
Gesamtsumme netto	398.000,00	0,00	786.200,00	226.700,00	1.410.900,00
19 % MWSt.					268.071,00
Gesamtsumme brutto					1.678.971,00
Nebenkosten 28 %					471.029,00
Gesamt brutto inkl. Nebenkosten					2.150.000,00

Leistungsbeschreibung	Bau ú netto	Maschine ú netto	Verfahrens- technik ú netto	Elektro ú netto	Gesamt ú netto
3. Bauabschnitt: Langfristige Maßnahmen					
Sanierung Betriebsgebäude	74.900,00	0,00	116.500,00	11.200,00	202.600,00
Rechen- und Sandfanganlage	0,00	0,00	35.700,00	15.700,00	51.400,00
Sanierung RÜB	68.300,00	0,00	40.400,00	16.500,00	125.200,00
Hochwasserpumpwerk	0,00	0,00	0,00	32.800,00	32.800,00
Filtratwasserspeicher	37.700,00	0,00	32.200,00	11.500,00	81.400,00
Überschussschlammvorentwässerung	0,00	0,00	123.100,00	64.200,00	187.300,00
Gesamtsumme netto	180.900,00	0,00	347.900,00	151.900,00	680.700,00
19 % MWSt.					129.333,00
Gesamtsumme brutto					810.033,00
Nebenkosten 28 %					226.967,00
Gesamt brutto inkl. Nebenkosten					1.037.000,00

5.5 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 Kläranlage der Gemeinde Berglen.

Nach FrWw 2015 beträgt der Regelfördersatz 20 bis 80 von Hundert der geschätzten zuwendungsfähigen Ausgaben von ca. 2,5 Mio €.

Lfd. Nr	Maßnahme	Bestand / Umbau	Neubau	Faktor	ff Kosten	n ff Kosten	Bemerkung / Begründung
		ú netto	ú netto		ú netto	ú netto	
1	Neubau Geröllfang		141.200,00	1,00	141.200,00	0,00	bisher nicht vorhanden
2	Sanierung RÜB	125.200,00		0,00	0,00	125.200,00	
3	Rechen- und Sandfanganlage	51.400,00		0,00	0,00	51.400,00	
4	Sanierung Vorklärbecken	341.200,00		0,00	0,00	341.200,00	
5	Ertüchtigung Rücklaufschlammumpwerk	255.900,00		0,00	0,00	255.900,00	
6	Fällmitteldosierstation		96.200,00	1,00	96.200,00	0,00	bisher nicht vorhanden
7	Sanierung Denitrifikationsbecken	237.600,00		0,00	0,00	237.600,00	
8	Sanierung Nitrifikationsbecken	456.700,00		0,00	0,00	456.700,00	
9	Gebläsestation	217.700,00		0,31	67.734,91	149.965,09	Neubau für 500 m³ neues Belebungsbeckenvolumen
10	Erweiterung Belebungsbecken		467.800,00	1,00	467.800,00	0,00	
11	Neubau Nachklärbecken		1.036.900,00	0,26	272.600,25	764.299,75	Beckentiefe aktuell 3,0 m, neues Nachklärbecken Beckentiefe 4,07 m
12	Zusätzliche Provisorien	185.000,00		1,00	185.000,00	0,00	Provisorien während Neubau BB und NKB
13	Sanierung Rezirkulationspumpwerk	43.300,00		0,31	13.472,31	29.827,69	Um- und Neubau für 500 m³ neues Belebungsbeckenvolumen
14	Schlammumpwerk	96.300,00		0,23	22.600,00	73.700,00	Einführung Redundanzpumpe
15	Sanierung Faulbehälter	516.900,00		0,00	0,00	516.900,00	
16	Gasbehandlung	238.300,00		0,50	119.150,00	119.150,00	Volumen aktuell 50 m³, künftig 100 m³
17	Überschussschlammvorentwässerung		187.300,00	1,00	187.300,00	0,00	bisher nicht vorhanden
18	Schlammmentwässerung	418.200,00		0,00	0,00	418.200,00	
19	Filtratspeicher	81.400,00		1,00	81.400,00	0,00	bisher nicht vorhanden
20	Hochwasserpumpwerk	32.800,00		0,00	0,00	32.800,00	
21	Sanierung Betriebsgebäude	202.600,00		0,00	0,00	202.600,00	
22	Elektrotechnik		275.000,00	1,00	275.000,00	0,00	neue EMSR
	Summe netto	3.500.500,00	2.204.400,00		1.929.457,46	3.775.442,54	
	Gesamtsumme netto	5.704.900,00					
	19 % MWSt.	1.083.931,00			366.596,92	717.334,08	
	Summe inkl. MWSt.	6.788.831,00			2.296.054,38	4.492.776,62	
	Nebenkosten 28 %	1.901.169,00			229.605,44	1.671.563,56	
	Gesamtsumme brutto inkl. Nebenkosten	8.690.000,00			2.525.659,82	6.164.340,18	

6. SCHLUSSBEMERKUNG

Die Gemeinde Berglen hat die SAG-Ingenieure beauftragt, eine Untersuchung des technischen und baulichen Zustands der Kläranlage Berglen vorzunehmen.

Dazu wurden die Bestandsunterlagen der Anlagenteile, soweit sie von der Gemeinde Berglen zur Verfügung gestellt werden konnten, gesichtet. Im Anschluss daran erfolgten Begehungen der Anlage, um den tatsächlichen Zustand der Anlagenteile beurteilen zu können.

Alle Anlagenteile wurden bemessungstechnisch überprüft, ob sie nach den gültigen Vorschriften den Anforderungen noch entsprechen.

An Hand der Ergebnisse der Bemessung und der Feststellung des tatsächlichen Zustands wurde für jedes Anlagenteil eine Schwachstellenanalyse aufgestellt.

Dabei wurde festgestellt, dass der Zustand der Anlagenteile der Kläranlage Berglen im Vergleich zu anderen Anlagen sehr schlecht ist. Bis auf wenige Ausnahmen (Rechen i und Sandfanganlage) sind alle Anlagenteile alt und verschleßen. Einige Anlagenteile erfüllen die Anforderungen/den Stand der Technik nicht mehr (Belebung, Nachklärung, Schaltanlagen, etc.).

In den letzten 10 i 15 Jahren wurden keine wesentlichen Instandsetzungsarbeiten zum Erhalt der Anlage ausgeführt.

In der Studie wurden die Maßnahmen ermittelt, die für ein ordnungsgemäßes Funktionieren der KA Berglen nach dem Stand der Technik erforderlich sind.

Für die erforderlichen Instandsetzungsarbeiten der bestehenden Anlagenkonfiguration wurde eine Kostenschätzung an Hand aktueller Angebotspreise vergleichbarer Maßnahmen aufgestellt.

Im Rahmen einer detaillierten Entwurfsplanung könnten alternative Techniken (z.B. Membrananlage etc.) untersucht werden, die zu einer Kostenreduzierung führen könnten.

Es wird daraufhin gewiesen, dass die aufgeführten Maßnahmen nicht in einem Zug ausgeführt werden müssen. Es können funktionale Bauabschnitte gebildet werden, um die Instandsetzungskosten über mehrere Jahre zu strecken. Die Bauabschnitte würden je nach Dringlichkeit Anlagenteile enthalten, die sofort (u. a. Belebung, Nachklärung, P-Station), zeitnah oder langfristig ausgeführt werden müssten.

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

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

Anerkannt: é é é é é é é ..é é ..

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

7. ANHANG

Klärtechnischer Nachweis der Belebungsleistung

Zulauf Belebungsleistung

Q_{konz.}					2.695	[m³/d]
CSB		299,78	[mg/l]	-->	807,85	[kg/d]
S _{CSB}	$C_{CSB,ZB} - X_{CSB,ZB}$	140,18	[mg/l]	-->	377,77	[kg/d]
X _{CSB}	$X_{TS,ZB} * 1,6 * (1 - f_B)$	159,59	[mg/l]	-->	430,08	[kg/d]
TS		124,68	[mg/l]	-->	336,00	[kg/d]
N		37,54	[mg/l]	-->	101,16	[kg/d]
P		7,01	[mg/l]	-->	18,89	[kg/d]

Bemessungstemperatur 12 °C
Erforderliches Schlammalter 20,60 d

Stickstoffbilanz

S _{orgN,AN}	2,00 [mg/l]	-->	5,39 [kg/d]
S _{NH4,AN}	0,00 [mg/l]	-->	0,00 [kg/d]
S _{NO3,AN}	12,60 [mg/l]	-->	33,95 [kg/d]
X _{orgN,BM}	2,89 [mg/l]	-->	7,79 [kg/d]
X _{orgN,inert}	2,14 [mg/l]	-->	5,77 [kg/d]
S _{NO3,ZB}	0,00 [mg/l]	-->	0,00 [kg/d]
zu nitrifizierender Stickstoff:	30,51 [mg/l]	-->	82,21 [kg/d]
zu denitrifizierender Stickstoff:	17,91 [mg/l]	-->	48,25 [kg/d]

Phosphorbilanz

Phosphor ÜW:	0,8 [mg/l]	Zielwert im Jahresmittel
C _{P,ZB}	7,01 [mg/l]	
C _{P,AN}	0,56 [mg/l]	
X _{P,BM}	1,50 [mg/l]	
X _{P,BioP}	0,60 [mg/l]	

Fällmittel Al
Fällmittelbedarf 23,1 kg/d

Schlammproduktion

ÜS _{d,C}	297,8 [kg/d]
ÜS _{d,P}	62,2 [kg/d]
ÜS _d	360,0 [kg/d]

externer Kohlenstoff
C _{CSB, dos} 0 mg/l
$OV_{C,D} / (2,86 * S_{NO3,D})$
x 1,42 [-]

Belebungsbecken

TS _{BB}	6,33 [g/l]
M _{TS,BB}	7.418 [kg]
V _{BB}	1.173 [m³]
V _{DN}	446 [m³]
V _N	727 [m³]
erforderliches Rückführverhältnis	1,42 [-]

Vorhanden	V_{DN}/V_{BB}
1.107 [m³]	Erforderlich 0,4
420 [m³]	Vorhanden 0,4
687 [m³]	

Klärtechnischer Nachweis Nachklärbecken Bestand

Bemessungswassermenge:	Q_M	86,00 [l/s] 309,60 [m³/h]
Oberfläche NKB:	A_{NKB}	432,00 [m²]
Schlammindex:	ISV	60 [ml/g]
Eindickzeit:	t_E	1,50 [h]
TS- Bodenschlamm:	TS_{BS}	19,08 [kg/m³]
TS-Rücklaufschlamm:	TS_{RS}	13,35 [kg/m³]
Rücklaufverhältnis:	RV	0,90 [-]
TS-Belebungsbecken:	TS_{BB}	6,33 [kg/m³]

Resultierende Belastung des Nachklärbeckens

Oberflächenbeschickung:	q_A	0,72 [m/h]
Vergleichsschlammvolumen:	VSV	379,56 [ml/l]
Schlammvolumenbeschickung:	q_{sv}	272,02 [l/m²*h]

Nachweis der Beckentiefe:

Klarwasserzone:	h_1	0,50 [m]
Übergangs- und Pufferzone:	$h_{2,3} = q_A \cdot (1+RV) \cdot [500/(1000-VSV) + VSV/1100]$	1,57 [m]
Eindick- und Räumzone:	$h_4 = TS_{AB} \cdot q_A \cdot (1+RV) \cdot t_E / TS_{BS}$	0,68 [m]
Gesamthöhe:	$h_{ges} = h_1 + h_{2,3} + h_4$	2,74 [m]
vorhanden		3,00 [m]

Klärtechnischer Nachweis der Belebung Künftig

Zulauf Belebung

$Q_{\text{konz.}}$						2.830	[m³/d]
CSB		299,83	[mg/l]	-->		848,40	[kg/d]
S_{CSB}	$C_{\text{CSB,ZB}} - X_{\text{CSB,ZB}}$	139,95	[mg/l]	-->		396,01	[kg/d]
X_{CSB}	$X_{\text{TS,ZB}} * 1,6 * (1 - f_B)$	159,88	[mg/l]	-->		452,39	[kg/d]
TS		124,91	[mg/l]	-->		353,43	[kg/d]
N		37,53	[mg/l]	-->		106,20	[kg/d]
P		7,00	[mg/l]	-->		19,80	[kg/d]
Bemessungstemperatur		12	°C				
Erforderliches Schlammalter		16,05	d				

Stickstoffbilanz

$S_{\text{orgN,AN}}$		2,00	[mg/l]	-->		5,66	[kg/d]
$S_{\text{NH4,AN}}$		0,00	[mg/l]	-->		0,00	[kg/d]
$S_{\text{NO3,AN}}$		12,60	[mg/l]	-->		35,65	[kg/d]
$X_{\text{orgN,BM}}$		3,46	[mg/l]	-->		9,78	[kg/d]
$X_{\text{orgN,inert}}$		2,09	[mg/l]	-->		5,93	[kg/d]
$S_{\text{NO3,ZB}}$		0,00	[mg/l]	-->		0,00	[kg/d]
zu nitrifizierender Stickstoff:		29,98	[mg/l]	-->		84,83	[kg/d]
zu denitrifizierender Stickstoff:		17,38	[mg/l]	-->		49,18	[kg/d]

Phosphorbilanz

Phosphor ÜW:		0,8	[mg/l]			Zielwert im Jahresmittel
$C_{\text{P,ZB}}$		7,00	[mg/l]			
$C_{\text{P,AN}}$		0,56	[mg/l]			
$X_{\text{P,BM}}$		1,50	[mg/l]			
$X_{\text{P,BioP}}$		0,60	[mg/l]			

Fällmittel	Al	
Fällmittelbedarf	23,0	kg/d

Schlammproduktion

$\dot{U}_{\text{Sd,C}}$	327,0	[kg/d]		externer Kohlenstoff
$\dot{U}_{\text{Sd,P}}$	65,1	[kg/d]		$C_{\text{CSB, dos}}$ 0 mg/l
$\dot{U}_{\text{Sd}}$	392,1	[kg/d]		$\frac{OV_{\text{C,P}}}{(2,86 * S_{\text{NO3,D}})}$
			x	1,00 [-]

Belebungsbecken

TS_{BB}	4,05	[g/l]		Vorhanden	$V_{\text{DN}}/V_{\text{BB}}$	
$M_{\text{TS, BB}}$	6.293	[kg]				
V_{BB}	1.553	[m³]		1.107 [m³]	Erforderlich	0,2
V_{DN}	317	[m³]		420 [m³]	Vorhanden	0,4
V_{N}	1.236	[m³]		687 [m³]		
erforderliches Rückführverhältnis	1,38	[-]				

Klärtechnischer Nachweis Nachklärbecken Künftig

Bemessungswassermenge:	Q_M	90,00 [l/s] 324,00 [m³/h]
Oberfläche NKB:	A_{NKB}	432,00 [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	0,85 [-]
TS-Belebungsbecken:	TS_{BB}	4,05 [kg/m³]

Resultierende Belastung des Nachklärbeckens

Oberflächenbeschickung:	q_A	0,75 [m/h]
Vergleichsschlammvolumen:	VSV	405,22 [ml/l]
Schlammvolumenbeschickung:	q_{sv}	303,91 [l/m²*h]

Nachweis der Beckentiefe:

Klarwasserzone:	h_1	0,50 [m]
Übergangs- und Pufferzone:	$h_{2,3} = q_A \cdot (1+RV) \cdot [500/(1000-VSV) + VSV/1100]$	1,68 [m]
Eindick- und Räumzone:	$h_4 = TS_{AB} \cdot q_A \cdot (1+RV) \cdot t_E / TS_{BS}$	0,89 [m]
Gesamthöhe:	$h_{ges} = h_1 + h_{2,3} + h_4$	3,07 [m]
vorhanden		3,00 [m]

Klärtechnischer Nachweis der Belebung Künftig mit erhöhten RV

Zulauf Belebung

Q_{konz.}					2.830	[m³/d]
CSB		299,83	[mg/l]	-->	848,40	[kg/d]
S _{CSB}	$C_{CSB,ZB} - X_{CSB,ZB}$	139,95	[mg/l]	-->	396,01	[kg/d]
X _{CSB}	$X_{TS,ZB} * 1,6 * (1 - f_B)$	159,88	[mg/l]	-->	452,39	[kg/d]
TS		124,91	[mg/l]	-->	353,43	[kg/d]
N		37,53	[mg/l]	-->	106,20	[kg/d]
P		7,00	[mg/l]	-->	19,80	[kg/d]

Bemessungstemperatur

12 °C

Erforderliches Schlammalter

16,05 d

Stickstoffbilanz

S _{orgN,AN}		2,00 [mg/l]	-->	5,66 [kg/d]
S _{NH4,AN}		0,00 [mg/l]	-->	0,00 [kg/d]
S _{NO3,AN}		12,60 [mg/l]	-->	35,65 [kg/d]
X _{orgN,BM}		3,46 [mg/l]	-->	9,78 [kg/d]
X _{orgN,inert}		2,09 [mg/l]	-->	5,93 [kg/d]
S _{NO3,ZB}		0,00 [mg/l]	-->	0,00 [kg/d]
zu nitrifizierender Stickstoff:		29,98 [mg/l]	-->	84,83 [kg/d]
zu denitrifizierender Stickstoff:		17,38 [mg/l]	-->	49,18 [kg/d]

Phosphorbilanz

Phosphor ÜW:	0,8	[mg/l]	Zielwert im Jahresmittel
C _{P,ZB}	7,00	[mg/l]	
C _{P,AN}	0,56	[mg/l]	
X _{P,BM}	1,50	[mg/l]	
X _{P,BioP}	0,60	[mg/l]	

Fällmittel

Al

Fällmittelbedarf

23,0 kg/d

Schlammproduktion

ÜS _{d,C}	327,0	[kg/d]
ÜS _{d,P}	65,1	[kg/d]
ÜS _d	392,1	[kg/d]

externer Kohlenstoff

C _{CSB, dos}	0 mg/l
	$OV_{C,D} / (2,86 * S_{NO3,D})$
x	1,00 [-]

Belebungsbecken

			<u>Vorhanden</u>	<u>V_{DN}/V_{BB}</u>	
TS _{BB}	4,81	[g/l]			
M _{TS,BB}	6.293	[kg]			
V _{BB}	1.308	[m³]	1.107 [m³]	Erforderlich	0,2
V _{DN}	267	[m³]	420 [m³]	Vorhanden	0,4
V _N	1.041	[m³]	687 [m³]		
erforderliches Rückführverhältnis	1,38	[-]			

Klärtechnischer Nachweis Nachklärbecken Künftig mit erhöhten RV

Bemessungswassermenge:	Q_M	90,00 [l/s] 324,00 [m³/h]
Oberfläche NKB:	A_{NKB}	432,00 [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	1,20 [-]
TS-Belebungsbecken:	TS_{BB}	4,81 [kg/m³]

Resultierende Belastung des Nachklärbeckens

Oberflächenbeschickung:	q_A	0,75 [m/h]
Vergleichsschlammvolumen:	VSV	481,06 [ml/l]
Schlammvolumenbeschickung:	q_{sv}	360,80 [l/m²*h]

Nachweis der Beckentiefe:

Klarwasserzone:	h_1	0,50 [m]
Übergangs- und Pufferzone:	$h_{2,3} = q_A \cdot (1+RV) \cdot [500/(1000-VSV) + VSV/1100]$	2,31 [m]
Eindick- und Räumzone:	$h_4 = TS_{AB} \cdot q_A \cdot (1+RV) \cdot t_E / TS_{BS}$	1,26 [m]
Gesamthöhe:	$h_{ges} = h_1 + h_{2,3} + h_4$	4,07 [m]
vorhanden		3,00 [m]