

VORHABEN

Kläranlage Kreuzwertheim
Erneuerung der Wasserrechtlichen
Einleiteerlaubnis

VORHABENTRÄGER

Markt Kreuzwertheim

LANDKREIS

Main-Spessart

ERLÄUTERUNGSBERICHT

Oktober 2020

VORHABENSTRÄGER:

Markt Kreuzwertheim
Über VG Kreuzwertheim
Lengfurter Straße 8
97892 Kreuzwertheim
T +49 9342 9262 0

Kreuzwertheim,

Unterschrift

AUFGESTELLT:

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

Würzburg, 23.10.2020



Unterschrift

INHALTSVERZEICHNIS

SEITE

| | | |
|-----|--------------------------------------------------------------|----|
| 1. | Vorhabenträger | 3 |
| 2. | Zweck des Vorhabens | 3 |
| 3. | Bestehende Verhältnisse | 4 |
| 3.1 | Allgemeines | 4 |
| 3.2 | Aufbau und Funktion der Kläranlage Kreuzwertheim | 5 |
| 4. | Nachweis der Kläranlagenkapazität | 11 |
| 4.1 | Zulauffrachten | 11 |
| 4.2 | 14-Tägiges Messprogramm (Ermittlung CSB-Bestandteile) | 14 |
| 5. | Bemessung der Kläranlage nach DWA A 131 – Ist Belastung | 19 |
| 5.1 | Bemessung der Nachklärung | 19 |
| 5.2 | Lastfall 1: Bemessungstemperatur 12°C | 21 |
| 5.3 | Lastfall 2: Lastfall tiefste Temperatur 10°C | 22 |
| 5.4 | Lastfall 3: maximaler Sauerstoffbedarf 20°C | 23 |
| 6. | Bemessung der Kläranlage nach DWA A 131 – Prognose-Belastung | 25 |
| 6.1 | Bemessung der Nachklärung | 25 |
| 6.2 | Lastfall 1: Bemessungstemperatur 12°C | 26 |
| 6.3 | Lastfall 2: Lastfall tiefste Temperatur 10°C | 27 |
| 6.4 | Lastfall 3: maximaler Sauerstoffbedarf 20°C | 29 |
| 7. | Ermittlung des Luftmenge | 30 |
| 7.1 | Berechnung der Luftmenge - IST –Zustand | 30 |
| 7.2 | Berechnung der Luftmenge - Prognose | 33 |
| 8 | Nachweis der Kapazitäten der Kläranlage Kreuzwertheim | 35 |
| 9 | Antrag | 38 |

1. Vorhabenträger

Der Vorhabenträger für die Erneuerung der wasserrechtlichen Erlaubnis der Kläranlage Kreuzwertheim ist der Markt Kreuzwertheim im Landkreis Main-Spessart.

Bezeichnung und Sitz des Vorhabenträgers: Markt Kreuzwertheim
 Über VG Kreuzwertheim
 Lengfurter Straße 8
 97892 Kreuzwertheim

Mit Vorlage dieser Planung beantragt der Markt Kreuzwertheim die wasserrechtliche Erlaubnis nach §15 Wasserhaushaltsgesetz für die Einleitungsstelle bei Mainkilometer 155,62 auf der rechten Mainseit der Kläranlage Kreuzwertheim. Bis zur Erteilung einer gehobenen Erlaubnis nach §15 WHG wird eine vorübergehende beschränkte wasserrechtliche Erlaubnis nach Art 15 BayWG beantragt.

2. Zweck des Vorhabens

Die wasserrechtliche Erlaubnis, die die Einleitung aus der Kläranlage Kreuzwertheim in den Main (Gewässer I. Ordnung) erlaubt, lief zum Jahresende 2019 ab. Im April 2019 wurde ein Wasserrechtsantrag für die Erneuerung der wasserrechtlichen Einleite-Erlaubnis gestellt. Mit Bescheid vom 12.12.2019 wurde die vorübergehende Erlaubnis bis 31.12.2021 verlängert. Es wurde folgende Auflagen gemacht:

- Überrechnung der Mischwassermenge zur Kläranlage mit 90,8l/s bzw. 327m³/h entsprechend der Mischwassermenge zur Kläranlage aus der Schmutzfrachtberechnung des Tiefbautechnischen Büro Köhl.

Die Überrechnung der Nachklärung mit der reduzierten Mischwassermenge wurde durchgeführt und der Bericht angepasst.

Für die Erteilung einer weiteren Erlaubnis ist eine klärtechnische Überrechnung der Kläranlage nach dem Stand der Technik (§57 Abs. 1 Nr.1 WHG) erforderlich. Es gelten die Mindestanforderungen des Anhanges 1 der AbwVwV. Die Kläranlage Kreuzwertheim ist infolge der früher definierten Ausbaugröße 12.000 EW bisher in die Größenklasse 4 der AbwVwV eingeordnet.

Die Einleitung aus der Kläranlage Kreuzwertheim in den Main wird nachfolgend beantragt. Die Mischwasserbehandlungsanlagen des Einzugsgebietes der Kläranlage Kreuzwertheim sind von der Erneuerung der Wasserrechtlichen Erlaubnis nicht betroffen.

3. Bestehende Verhältnisse

3.1 Allgemeines

Kanalnetz

Die Entwässerung des Marktes Kreuzwertheim inkl. der Ortsteile erfolgt (bis auf vereinzelte Ausnahmen) im Mischsystem. Der wasserrechtliche Nachweis der Mischwasserbehandlung ist nicht Gegenstand dieses Berichts.

Vorfluter:

Vorfluter der Kläranlage Kreuzwertheim ist der Main. Die Kläranlage Kreuzwertheim liegt am rechten Mainufer. Die Einleitung des Ablaufkanals erfolgt bei km 155,62. Der Main weist an dieser Stelle einen mittleren Niedrigwasserabfluss von MNQ ca. 40m³/s auf.

Hochwasser

Die Kläranlage verfügt über einen Hochwasserdamm. Die Hochwassergrenze liegt bei HQ 100 bei 139,46müNN. Das Kläranlagengelände liegt auf ca. 139,80müNN.

Wasserrecht

Die Kläranlage Kreuzwertheim hat eine Ausbaugröße von 12.000 EW (GK 4). In der wasserrechtlichen Erlaubnis vom 23.03.1998 (AZ.:410-632) mit letzter Änderung vom 04.09.2012 werden die Einleitungsanforderungen vorgeschrieben:

- CSB 45 mg/l
- BSB₅ 20 mg/l
- NH₄-N 10 mg/l (01.Mai bis 31.Oktober)
- N_{ges} 18 mg/l (01.Mai bis 31.Oktober)
- P_{ges} 1,0 mg/l

Die Beprobung erfolgt von der nicht abgesetzten, homogenisierten qualifizierten Mischprobe

Abflussmengen: (gemäß Bescheid vom 04.03.1999)

Trockenwetterabfluss 186m³/h (51,7l/s)

Bzw. 2081m³/d

Mischwasserabfluss 327,6m³/h (91l/s)

3.2 Aufbau und Funktion der Kläranlage Kreuzwertheim

Die Kläranlage Kreuzwertheim ist als mechanisch, biologisch, chemische Kläranlage konzipiert. Die biologische Stufe arbeitet nach dem Belebungsverfahren mit simultaner, aerober Schlammstabilisierung. Die Stickstoffelimination erfolgt mittels intermittierender Denitrifikation. Die Kläranlage besteht aus folgenden Anlagenteilen:

- 1 Zulaufpumpwerk (3 St. Kreiselpumpen: 2 St 100l/s; 1 St Kreiselpumpe 50l/s)
- 1 Rechen- Sandfangkompaktanlage mit einem Siebtrommelrechen mit 4mm Spaltweite
- 1 St Rechengutwaschpresse 2,0m³/h
- 1 Sandfang als belüfteter Langsandfang
- 1 Belebungsbecken, einstraßig mit intermittierender Denitrifikation (3.850m³)
- 1 Nachklärbecken als horizontal durchflossenes Rundbecken
- 1 Rücklaufschlammumpwerk mit 2 Kreiselpumpen
- 1 Phosphatfällungsanlage Dosierstelle Ablauf Belebung
- 1 magnetisch induktive Durchflussmessung Ablauf Nachklärung
- 2 Schlammstapelbehälter mit 1000m³ (Nutzung ein Behälter als Schlammstapelbehälter, 1 Behälter als Filtrawasserspeicher)
- 1 maschinelle Überschussschlammeindickung
- 1 Betriebsgebäude
- 1 Auslaufbauwerk an der Einleitstelle in den Main bei km 155,62

Zulauf

Im Zulauf zur Kläranlage befindet sich ein Einlaufpumpwerk. Das ankommende Abwasser wird durch drei trocken aufgestellte Kreiselpumpen in das Zulaufgerinne zur Rechenanlage gepumpt. Es stehen 2 Pumpen mit einer Fördermenge von 100L/s (1 Pumpe Betrieb und 1 Pumpe Redundanz) sowie eine Trockenwetterpumpe mit ca. Fördermenge von ca. 50L/s zur Verfügung.

Durch die Aufteilung auf die 3 Pumpen ist eine wirtschaftliche Betriebsweise des Pumpwerks umgesetzt.

Mechanische Reinigung

Die mechanische Stufe besteht aus einer Kompaktanlage mit Rechen, Sand-Fett-Fang, Rechengutwaschpresse und Sandwaschanlage. 2013 wurde der bestehende Filterstufenrechen gegen einen Siebtrommelrechen mit Spaltweite 4mm ersetzt.

Die Rechenanlage entnimmt Grobstoffe aus dem Abwasserstrom. Dadurch werden nachfolgende Anlagenteile vor Zerstörung, Verstopfung und Ablagerungen geschützt. Die Rechenanlage ist eine Rechengutpresse nachgeschaltet.

Die geänderte Ausrüstung der mechanischen Reinigungsstufe mittels Siebtrommelrechen ist im beiliegenden Plan 176407-01-503 dargestellt.

In dem belüfteten Langsand- und Fettfang setzt sich durch die verringerte Fließgeschwindigkeit der mitgeführte Sand an der Beckensohle ab. Eine Trennung der mineralischen und organischen Abwasserinhaltsstoffe wird durch die Belüftung realisiert. Durch den Lufteintrag wird eine von der zufließenden Wassermenge fast unabhängige Walzenbewegung des Abwassers erzeugt. Die hierbei erzeugte Turbulenz muss dabei so gering sein, dass der Sand zu Boden sinkt, aber auch so groß, dass organische Abwasserinhaltsstoffe nicht im Sandfang zurückgehalten werden. Daneben wird das Einblasen von Luft zum Flotieren von Fett, Öl und anderen Schwimmstoffen genutzt, die an die Oberfläche befördert werden. Der abgesetzte Sand wird zur weiteren Behandlung der Sandwaschanlage zugeführt.

Vom Sandfang aus wird das zu behandelnde Abwasser den Belebungsbecken zugeführt.

Rechen-Sandfangkompaktanlage im Wesentlichen bestehend aus:

- Siebtrommelrechen Durchmesser 780mm, Spaltweite 4,00mm mit integrierter Rechengutauswaschung
- Sandfanganlage mit Länge 11,60m, Breite 1,81m, Höhe 2,57m
- 1 St. Sandförderschnecke
- 1 St Sandaustragspumpe
- 1 St Schwimmstoffaustragspumpe
- 2 St. Verdichter Sandfangbelüftung
- 1 St. Sandaustragspumpe
- Zulaufleitung DN 300
- Notumgehungsleitung DN 300
- Sandwäscher
- eigenständige Schalt- und Steueranlage für vorgenannte mechanische Reinigungsstufe

Chemische Reinigung

Die Phosphor-Elimination erfolgt durch chemische Fällung. Die Zugabe von Fällmitteln (Eisensalze) bewirkt, dass der im Abwasser enthaltenen Phosphor ausfällt und als sog. Fällschlamm (Tertiärschlamm) zusammen mit dem biologischen ÜSS aus dem System entnommen werden kann. Die Dosierstellen befinden sich direkt in der Belebungsstufe (Ablauf Belebung). Damit kann die Fällungsreaktion durch das dosierte Fällmittel mit dem im Abwasser gelösten Ortho-Phosphat (PO_4) im Düker zum Nachklärbeckeneinlauf ablaufen.

Biologische Reinigung

Die biologische Reinigungsstufe setzt sich aus Belebungsbecken, Nachklärbecken sowie Rücklaufschlamm-pumpwerk zusammen.

Die biologische Reinigung erfolgt in einem runden Belebungsbecken mit intermittierender Denitrifikation. In der DN-Phase - unbelüftet - findet in Verbindung mit dem Rücklaufschlamm die Denitrifikation statt. Das in der N-Phase durch autotrophe Bakterien (Nitrifikanten) aus Ammoniumstickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$) gebildete Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) dient hier als Sauerstoffquelle für die heterotrophen Bakterien und wird zu Stickstoff (N_2) umgewandelt, das als Gas aus dem System entweicht. Dieser Vorgang erfolgt unter Abbau von BSB_5 bei anoxischen Verhältnissen. Durch eingebaute Rührwerke wird eine permanente Durchmischung des Abwasser-Schlamm-Gemisches erreicht. Die Rührwerke werden nur in der Denitrifikationsphase betrieben.

In der N-Phase - belüftet (aerob) - erfolgt die Umwandlung von Ammoniumstickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$) zu Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) bzw. der Abbau der verbliebenen Kohlenstoffverbindungen. Der notwendige Sauerstoff zur Kohlenstoffoxidation und zur Nitrifikation wird über ein feinblasiges Belüftungssystem abgedeckt, die über Drehkolben-gebläsen mit Druckluft versorgt werden.

In der Texturplanung vom September 1998 wurde für die Belüftungseinrichtung eine Ringleitung mit 14 Abgängen vorgesehen, an denen die Belüfter befestigt sind. Die Abgänge werden in der Beckenmitte zum Druckausgleich zusammen geführt. Ausgeführt wurde eine feststehende Räumbrücke unter der die Hauptluftleitung verlegt ist. Abgehend von der Hauptluftleitung gehen auf jeder Seite der Brücke jeweils 7 Belüfterstränge ab, an denen die Belüfterelemente befestigt sind. Es sind insgesamt 120 Belüfterpaare (Rohrbelüfter mit einer Länge von 1,0m pro Stück verbaut. Die Belüftungseinrichtung wird in den folgenden Kapiteln nachgewiesen. Die gegenüber der Texturplanung geänderte Ausführung der Belüftungseinrichtung ist im beiliegenden Plan W 176407-01-502 dargestellt.

Belebungsbecken:

Die Kläranlage Kreuzwertheim verfügt über ein Belebungsbecken mit folgenden Merkmalen:

- Nutzhalt 3850m^3
- Durchmesser 30,0
- Wassertiefe 5,40m
- Einblastiefe ca. 5,27m
- 2 St horizontale Strömungsbeschleuniger je 2,5kW
- 120 St Rohrbelüfterpaare (240 St, Länge je Stück 1,0m)
- Belüfterfläche $38,4\text{m}^2$

Druckluftherzeugung durch 2 Drehkolbenverdichter:

- Volumenstrom $20,2\text{Nm}^3/\text{min}$
- Motorleistung elektrisch 30kW
- Enddruck 1,70bar absolut
- Baujahr 2014

Von den Belebungsbecken fließt das Schlammwassergemisch in die Nachklärbecken, in denen der belebte Schlamm durch Sedimentation vom Abwasser getrennt wird. Das geklärte Wasser fließt über eine Schwelle ab und wird über einen Ablaufkanal dem Main zugeführt.

Die Räumung des abgesetzten Schlammes erfolgt über einen kontinuierlich betriebenen Räumler, der den Schlamm in den Schlammtrichter befördert. Der Schlamm wird über das Rücklaufschlammumpwerk in die Belebungsbecken zurückgefördert oder mit den Überschussschlammumpen aus dem System entnommen und der Schlammbehandlung zugeführt. Durch die Rückführung eines Großteils der Biomasse als Rücklaufschlamm wird eine konstante Biomassenkonzentration in der Belebung erreicht.

Nachklärung

Der Zulauf zum Nachklärbecken erfolgt im freien Gefälle über eine Abwasserdruckleitung DN 500. Über die im Belebungsbecken getaucht angeordnete Rohrleitung gelangt das Abwasser/ Belebtschlammgemisch über eine Dükerleitung zum dem in der Beckenmitte angeordneten Einlaufbauwerk. Das Einlaufbauwerk ist mit schräg gestellten Lamellen ausgerüstet, die für eine gleichmäßige Strömung im Nachklärbecken sorgen sollen.

Die Funktion des Nachklärbeckens besteht darin, den biologisch aktiven Schlamm und den Fällungsschlamm sedimentativ vom gereinigten Abwasser zu trennen (Rücklaufschlamm) und in die biologische Stufe zurückzuführen, während das gereinigte Abwasser dem Main zugeführt wird. Der sedimentierte Schlamm wird über die Rücklaufschlammumpen aus dem mittigen Trichter des Beckens entnommen und über eine Druckleitung seitlich ins Belebungsbecken zurückgeführt.

Der Nachklärbeckenrümer verfügt zudem über eine Schwimmschlammereinrichtung. Der abgezogene Schwimmschlamm wird mittels einer Tauchmotorpumpe über eine Druckleitung dem System entzogen und vor dem belüfteten Sandfang zugegeben und über diesen dem System entzogen.

Nachklärbecken:

Die Kläranlage Kreuzwertheim verfügt über ein Nachklärbecken mit folgenden Merkmalen:

- Beckendurchmesser 27,0m
- Durchmesser Mittelbauwerk 3,00m
- Beckentiefe auf 2/3 des Radius 3,33m
- Tiefe des Einlaufs unter Wasserspiegel 1,70m (he)
- Volumen Einlaufkammer 10,5m³
- Querschnittsfläche Zulaufdüker 0,20m²
- Öffnungshöhe Einlaufschlitze: 1,00m

Rücklaufschlammumpen:

- 2 St. Rücklaufschlammumpen als Tauchmotorumpen 30-100l/s (1 Pumpe Redundanz)
- 1 St Überschussschlammumpe 2-5l/s

Ablaufmengenmessung

Der Ablauf aus dem Nachklärbecken gelangt über eine Sammelleitung DN 400 zum Ablaufmessschacht, der mit einem magnetisch induktiven Messumformer DN 250 ausgerüstet ist. Nach dem MID ist der Schacht mit einer Überfallschwelle ausgerüstet, so dass der Ablauf und damit das MID eingestaut sind.

Schlammbehandlung

Für die Behandlung des in der Kläranlage anfallenden Schlammes stehen eine Vorentwässerungsmaschine und zwei Schlammstapelbehälter 1000m³ mit flach geneigter Trichtersohle zur Verfügung.

Ein Schlammstapelbehälter wird zur Schlammspeicherung genutzt. Der 2. Schlammstapelbehälter wird als Filtrat-Wasserspeicher genutzt. Der Schlammstapelbehälter wird gegenwärtig 2-mal im Jahr entleert und maschinell entwässert. Das Filtratwasser wird im dem 2. Schlammstapelbehälter zwischen gespeichert und über einen Zeitraum von ca. einem halben Jahr der Kläranlage zugeführt. Durch die Bewirtschaftung mit den 2. Behälter wird die Kläranlage nur mit einer geringfügigen Stickstoffrückbelastung belastet. Zugabe ca. 8m³/d.

Unter Zugabe von Flockungsmitteln (Polymere) lässt sich das Volumen des Überschussschlammes durch den maschinellen Überschussschlammvoredicker reduzieren. Danach erfolgt die Förderung des Überschussschlammes über die Dickschlammpumpe in den Schlammstapelbehältern. Dort wird der Schlamm zwischen gelagert und regelmäßig mit mobiler Entwässerung entwässert und anschließend weggefahren.

Elektro-, Mess-, Steuer-, und Regeltechnik

Die Anlage wird über ein zentrales Prozessleitsystem gesteuert. Die Belüftung wird intermittierend betrieben. Die Gebläse werden nach einem festen Zeit-Pause-Programm betrieben. Ergänzend wird die Luftzuführung in Abhängigkeit der Sauerstoffkonzentration gesteuert.

Die Rechen-Sandfangkompaktanlage wird über eine autarke Steuerung betrieben.

Die Phosphorelimination erfolgt hauptsächlich durch die Zugabe von Fällmittel. Die Dosiermenge wird anhand der der FU-Regelung in Abhängigkeit von der Zulaufmenge gesteuert. Die aktuelle Ablaufkonzentration liegt im Mittel bei 1,25mg/l und beim 85-Perzentil bei 1,75mg/l. Der Überwachungswert im Ablauf wird sicher eingehalten.

Die Rücklaufschlammmenge wird in Abhängigkeit von der Zulaufmenge berechnet und eingestellt. Bei einem Zulauf von kleiner 30l/s (untere Betriebspunkt der Rücklaufschlammumpen) werden die Rücklaufschlammumpen nach einem Zeitprogramm intermittierend betrieben.

Das Leitsystem beinhaltet die Betriebsdokumentation einschließlich der Ausgabeformate.

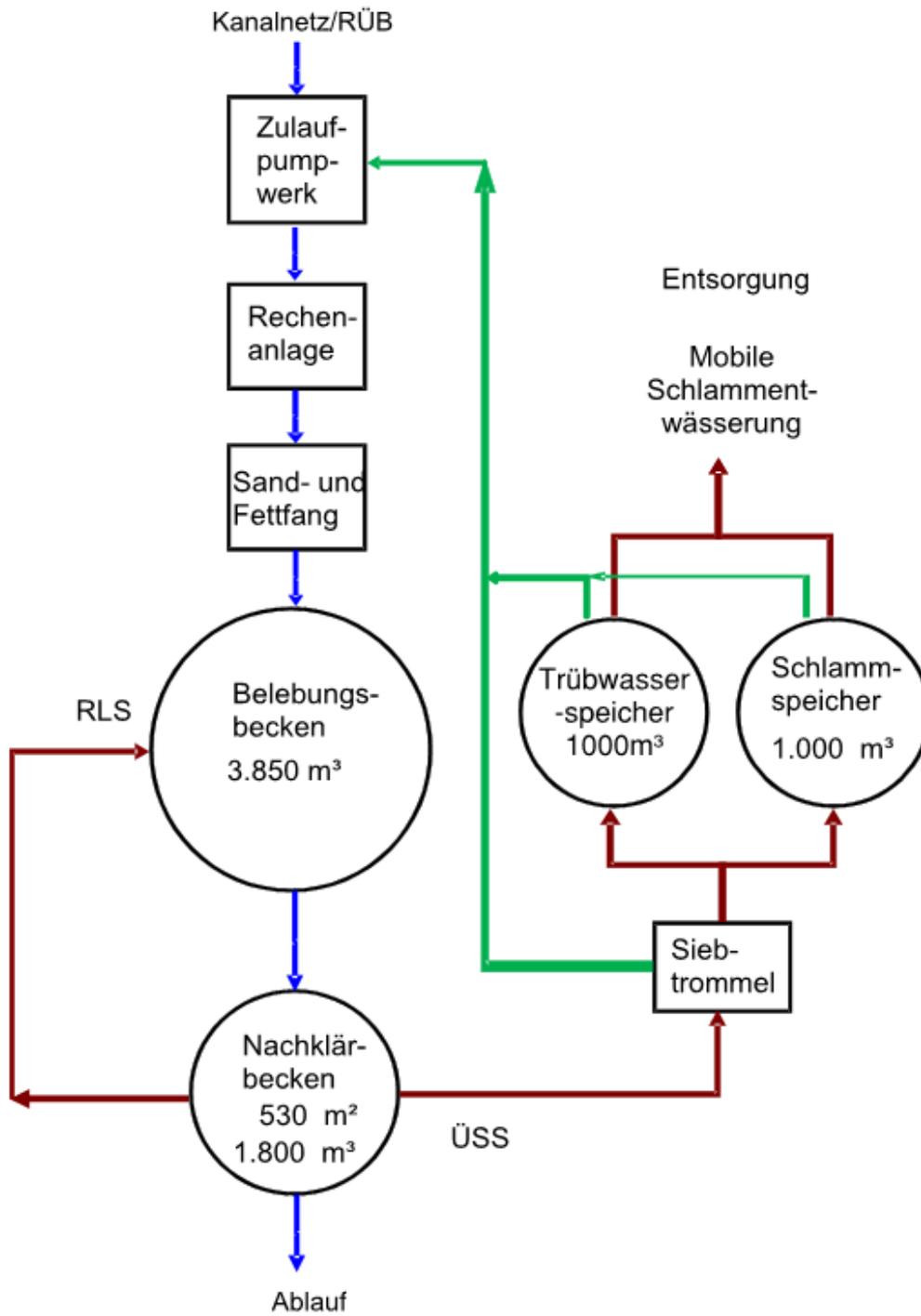


Abbildung 1: Schema der Kläranlage Kreuzwertheim

4. Nachweis der Kläranlagenkapazität

Die Kläranlage Kreuzwertheim ist derzeit bemessen und genehmigt für eine Abwasserbelastung für 12.000EW60 (720kg BSB₅/d). Die aktuelle bemessungsrelevante Belastung (85-Perzentilwert) gemessen als BSB₅ beträgt 575,5kg bzw. 9.595 EW. Die weiteren Betrachtungen und Auslegungen werden gemäß DWA A 131 Stand 06/2016 wird mit dem CSB-Wert durchgeführt Gemäß CSB beträgt die einwohnerspezifische Belastung ca. 8.992 EW.

Zur Ermittlung des maßgeblichen zur Kläranlagenbemessung erforderlichen 2-h-Mittel des Zuflusses zur Kläranlage bei Trockenwetter $Q_{t,2h,max}$ wurde das Betriebstagebuch im Zeitraum vom 01.01.2012 bis 31.12.2018 gemäß DWA A 198 ausgewertet. Die Auswertung der Betriebstagebücher wurde mit dem vorliegenden Erläuterungsbericht zur Schmutzfrachtberechnung verglichen. Die Betriebstagebuchauswertung zeigt eine gute Übereinstimmung mit der Schmutzfrachtberechnung.

| IST Zustand | | |
|------------------|------------------------|--------------------------------------|
| $Q_{t,d,max}$ | 1.931m ³ /d | Eigenüberwachung |
| $Q_{t,d,85\%}$ | 871m ³ /d | Eigenüberwachung |
| $Q_{t,aM}$ | 70m ³ /h | Eigenüberwachung |
| $Q_{t,85\%}$ | 86m ³ /h | Eigenüberwachung |
| $Q_{t,x}$ | 86m ³ /h | Quelle Schmutzfracht-Berechnung Köhl |
| Q_{sx} | 77,25m ³ /h | Quelle Schmutzfracht-Berechnung Köhl |
| Q_{F24} | 8,50m ³ /h | Quelle Schmutzfracht-Berechnung Köhl |
| $Q_M, vorhanden$ | 90,80l/s | Quelle Schmutzfracht-Berechnung Köhl |

Tabelle 1: Zusammenstellung der aktuellen Zulaufmengen

4.1 Zulaufmengen

Für die Ermittlung der Zulaufmengen zur Kläranlage wurden die Eigenmessungen der Kläranlage von 2012-2018 gemäß DWA A 131 Stand 06/2016 ausgewertet. Die maßgeblichen Frachten wurden auf Grundlage von beliebigen Tagen d.h. unter Einschluss der Regenwettertage ermittelt. Gemäß DWA A 198 und DWA A 131 sind hierfür die 85%der Tage unterschrittenen Frachten (85-Perzentil) maßgeblich. Der maßgebliche

Abfluss wurde als langjähriges Mittel des Trockenwetterabflusses ermittelt. Die maßgeblichen Konzentrationen wurden aus den aus dem Abfluss bei Trockenwetter und den ermittelten Frachten errechnet.

| Parameter | Einheit | IST-Belastung (85 Perzentil) | Ist Belastung (Mittel) |
|--------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Ist-Belastung 85% | EW | 8.992 | 5.377 |
| $Q_{t,2h,max}$ | m ³ /h | 71 | 71 |
| Q_m (Quelle Schmutzfrachtberechnung Büro Köhl) | m ³ /h | 327 | 327 |
| CSB gesamt (Fracht) | kg/d | 1.079 | 645 |
| CSB gesamt (Konzentration) $C_{CSB,ZB}$ | mg/l | 1.610 | 963 |
| NH ₄ -N (Fracht) | | 78 | 52,5 |
| NH ₄ -N (Konzentration) | | 116 | 78 |
| TKN (Fracht) | | 107 | 72 |
| TKN (Konzentration) | | 160 | 107 |
| P_{ges} (Fracht) | | 18,1 | 10,5 |
| P_{ges} (Konzentration) | | 27,1 | 15,7 |

Tabelle 2: Belastungsdaten

Die Belastungen erhalten aufgrund der Messstelle nicht die Frachten aus der sogenannten Rückbelastung der Anlage, speziell des Zentrats aus der Vorentwässerung und Schlammmentwässerung. Aufgrund der Bewirtschaftung -ein Behälter wird als Schlamm-speicher benutzt, der 2. Behälter wird als Filtratwasserspeicher benutzt wurde - die Stickstoffrückbelastung aus der Schlammbehandlung mit 3% angesetzt. Dies entspricht einer Rückbelastungsmenge von ca. 8m³/d und deckt sich mit der Zugabemenge zur Bewirtschaftung des Behälters.

Aufgrund der Verweigungen des Kanalnetzes ist mit unterschiedlichen Fließzeiten ist eine Überschneidung der Spitzenfrachten der einzelnen Parameter nicht zu erwarten. Die entsprechenden Schwankungsfaktoren werden anhand der A 131 für Kläranlagen der Größe GK 4 ausgewählt:

$$f_N = 1,50.$$

$$f_c = 1,1.$$

Der Stoßfaktor f_c stellt das Verhältnis des Sauerstoffverbrauchs für Kohlenstoffelimination in der Spitzenstunde zum durchschnittlichen Sauerstoffverbrauch dar. Dieses ist wegen der ausgleichenden Wirkung durch die Hydrolyse der Feststoffe nicht das Verhältnis der CSB-Frachten. Die Werte für den Stoßfaktor f_c

wurden der Tabelle 7 des DWA Arbeitsblattes 131 für ein benötigtes Schlammalter von 20 Tagen entnommen.

Einwohnerzahlen –IST-Belastung:

Die Einwohnerzahlen stagnieren in den Jahren 2010-2012. Es ist ab 2014 ein leichter Anstieg erkennbar. Die Entwicklung ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

| Ortsteil | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | Mittel |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Gesamt | 3.807 | 3.806 | 3.783 | 3.783 | 3.825 | 3.829 | 3.805 |

Unter Berücksichtigung von Gewerbe aus den Teilgebieten Wiebelbach und Kreuzwertheim wurde in der Schmutzfrachtberechnung ein Einwohnergleichwert von 5.155 EW ermittelt. Gemäß Betriebstagebuchauswertung aus dem Zeitraum 2012- 2018 liegt die mittlere Kläranlagenbelastung bei 5.377 EW. Es liegt damit eine sehr gute Übereinstimmung zwischen der Schmutzfrachtberechnung und der mittleren Belastung der Kläranlage vor.

Einwohnerzahlen – Prognose-Belastung

In der Schmutzfrachtberechnung des Ing.-Büros Köhl – Erläuterungsbericht Anlage 1 – wurden die vorhandenen Erweiterungsflächen ermittelt und die Zuwächse – Prognosebelastung ermittelt. Es wurde ein möglicher Zuwachs von 1.010 EW ermittelt. Für die Prognosebelastung werden die von der Fa. Köhl ermittelten Zuwächse angesetzt.

Hydraulische Prognosebelastung

| Prognose Zustand | Ist +Prognose | Summe | |
|------------------|------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| $Q_{t,2h,max}$ | 70,25 + 9,6m ³ /h | 79,85m ³ /h | Betriebstagebuch + Prognose |
| $Q_{t,aM}$ | 670+75 | 745m ³ /d | Betriebstagebuch + Prognose |
| $Q_{t,x}$ | 23,82l/s + 1,1 | 24,92l/s | Quelle Schmutzfracht-Berechnung Köhl |
| Q_{sx} | 7,15 + 0,8 | 7,95l/s | Quelle Schmutzfracht-Berechnung Köhl |
| Q_{F24} | 2,36 +0,3 | 2,66l/s | Quelle Schmutzfracht-Berechnung Köhl |
| $Q_M, vorhanden$ | 90,80l/s +0 | 90,80l/s | Quelle Schmutzfracht-Berechnung Köhl |

Tabelle 3: Hydraulische Prognosebelastung

Der Nachweis der Kläranlage wird sowohl für den IST als auch für den Prognose-Zustand durchgeführt.

4.2 14-Tägiges Messprogramm (Ermittlung CSB-Bestandteile)

Als Ergänzung zur Betriebstagebuchauswertung wurde im Zeitraum vom 10.09.2018 bis 23.09.2018 ein 14-tägiges Messprogramm durchgeführt. Bei der Durchführung des Messprogramms wurde berücksichtigt, dass das Arbeitsblatt DWA-A 131 zur Bemessung einstufiger Belebungsanlagen im 06/2016 geändert wurde. Eine wesentliche Änderung ist, dass Fraktionen des chemischen Sauerstoffbedarfs zu berücksichtigen sind. Weiterhin wurde im Rahmen des Messprogramms die Konzentration der abfiltrierbaren Stoffe analysiert. Die Messungen der Fraktionen des chemischen Sauerstoffbedarfs und der abfiltrierbaren Stoffe sind im Rahmen der Eigenüberwachung der Kläranlage nicht erforderlich. Es liegen keine Analyseergebnisse der genannten Stoffe vor.

Die Ergebnisse des 14-tägigen Messprogramms sind in den folgenden Tabellen zusammen gestellt.

| Datum | CSB mg/l | CSB gelöst 0,45 gefiltriert mg/l | abfiltr. Stoffe 0,45 gefiltriert g/l | gesN Laton mg/l | NO3-N mg/l | NH4-N mg/l | CSB leicht abbaubar 0,2 gefiltriert mg/l | CSB partikulär BSB5-Filterkuchen nach 0,45 Filtration mg/l | Säurekapazität SK 4,3 |
|------------|-------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 10.09.2018 | 737 | 301 | 1,06 | 83,0 | 2,1 | 59,3 | 221 | 90 | 9,52 |
| 11.09.2018 | 880 | 221 | 0,56 | 74,5 | 0,97 | 53,1 | 204 | 210 | 10,4 |
| 12.09.2018 | 424 | 263 | 0,69 | 101,0 | 1,02 | 51 | 234 | 200 | 8,69 |
| 13.09.2018 | 580 | 284 | 0,51 | 86,5 | 1,24 | 65,2 | 265 | 280 | 1,72 |
| 14.09.2018 | 870 | 255 | 0,55 | 90,3 | 1,16 | 77,2 | 224 | 70 | 10,6 |
| 15.09.2018 | 969 | 367 | 0,28 | 88,7 | 1,39 | 67 | 324 | 160 | 10,5 |
| 16.09.2018 | 964 | 304 | 0,85 | 78,7 | 1,17 | 71,3 | 255 | 190 | 10,9 |
| 17.09.2018 | 744 | 328 | 0,36 | 99,6 | 1,3 | 76,2 | 285 | 160 | 11,1 |
| 18.09.2018 | 856 | 321 | 0,44 | 87,1 | 1,37 | 58,9 | 276 | 240 | 10,3 |
| 19.09.2018 | 966 | 301 | 0,66 | 96,4 | 1,34 | 59,7 | 256 | 270 | 10,2 |
| 20.09.2018 | 973 | 342 | 0,83 | 65,2 | 2,17 | 70,4 | 299 | 340 | 11,2 |
| 21.09.2018 | 850 | 336 | 0,58 | 45,3 | 1,54 | 59,1 | 205 | 260 | 9,2 |
| 22.09.2018 | 681 | 188 | 0,64 | 73,0 | 3,03 | 54,5 | 151 | 130 | 8,41 |
| 23.09.2018 | 996 | 301 | 0,38 | 70,4 | 1,34 | 54,8 | 260 | 160 | 8,78 |
| Mittelwert | 821 | 294 | 0,60 | 81 | 2 | 63 | 247 | 197 | 9 |

Tabelle 4: Messprogramm September 2018

Auf Grundlage des Messprogramms wurden die einzelnen CSB-Fraktionen für die Bemessung der Kläranlage nach DWA 131 bestimmt:

CSB Fraktionen

Nach DWA Arbeitsblatt 131 (Stand 06/2016) sind die einzelnen CSB-Fraktionen im Zulauf zur Belebung (Index= ZB) bei der Auslegung von Kläranlagen zu berücksichtigen. Im Zuge des Messprogramms 09-2018 wurde zusätzlich zum Gesamt-CSB ($C_{CSB,ZB}$) der gelöste CSB ($S_{CSB,ZB}$) analytisch bestimmt.

Der partikuläre CSB (X_{CSB}) ergibt sich dabei aus der Differenz des C_{CSB} und des S_{CSB} :

$$C_{CSB,ZB} - S_{CSB,ZB} = X_{CSB,ZB}$$

$$969\text{mg/l} - 336\text{mg/l} = 660\text{mg/l}$$

Sowohl der partikuläre CSB als auch der gelöste CSB beinhaltet inerte Bestandteile, die den Mikroorganismen im Zuge der biologischen Abwasserreinigung nicht zur Veratmung zur Verfügung stehen. Für den inerten, gelösten CSB-Anteil ($S_{CSB, inert, ZB}$) kann hierfür näherungsweise die im Ablauf der Nachklärung gemessene CSB-Konzentration angesetzt werden. Die Auswertung der BTB der Kläranlage Kreuzwertheim ergaben im Mittel für den Ablauf der Kläranlage eine gemessene CSB Konzentration von 28mg/l.

Damit ergibt sich für den gelösten, abbaubaren CSB ($S_{CSB, abb, ZB}$):

$$\begin{array}{rclcl} S_{CSB, ZB} & - & S_{CSB, inert, ZB} & = & S_{CSB, abb, ZB}, \\ 336\text{mg/l} & - & 28\text{mg/l} & = & 308\text{mg/l}. \end{array}$$

Der partikuläre, inerte CSB-Anteil ($X_{CSB, inert, ZB}$) wurde im Rahmen des Messprogramms nicht messtechnisch bestimmt. Im DWA Arbeitsblatt A 131 wird als Möglichkeit zur Bestimmung des abbaubaren CSB-Anteils, die Messung des biologischen Sauerstoffbedarfs (BSB) als Langzeittest angegeben, allerdings ohne Zeitangabe zur Durchführung der BSB-Messung. In der Diskussion sind hierfür Messungen des BSB über 20Tage, praktische Erfahrungen oder allgemein gültige Analysevorgaben liegen gegenwärtig noch nicht vor. Im DWA Arbeitsblatt A 131 wird zur Bestimmung des inerten Anteils des partikulären CSB für kommunales Abwasser empfohlen, den bestimmten partikulären CSB ($X_{CSB, inert, ZB}$) mit dem Faktor $f_A = 0,3$ zu multiplizieren. Damit ergibt sich damit:

$$\begin{array}{rclcl} X_{CSB, ZB} \times & \times & f_A & = & X_{CSB, inert, ZB}, \\ 660\text{mg/l} & \times & 0,3 & = & 198\text{mg/l}. \end{array}$$

Aus der Differenz des partikulären CSB-Anteils ($X_{CSB, ZB}$) und dem inerten, partikulären CSB-Anteils ($X_{CSB, inert, ZB}$) ergibt sich der abbaubare, partikuläre CSB-Anteil ($X_{CSB, abb, ZB}$) zu:

$$\begin{array}{rclcl} X_{CSB, ZB} & - & X_{CSB, inert, ZB} & = & X_{CSB, abb, ZB} \\ 660\text{mg/l} & - & 198\text{mg/l} & = & 462\text{mg/l}. \end{array}$$

Der Gesuchte, für die Auslegung der biologischen Reinigungsstufe wichtige, biologisch abbaubaren CSB-Anteil ($C_{CSB, abb, ZB}$) wird aus der Summe des gelösten, abbaubaren CSB-Anteils ($S_{CSB, abb, ZB}$) und des partikulären, abbaubaren CSB-Anteils ($X_{CSB, abb, ZB}$) gebildet:

$$\begin{array}{rclcl} X_{CSB, abb, ZB} & + & S_{CSB, abb, ZB} & = & C_{CSB, abb, ZB}, \\ 462\text{mg/l} & + & 308\text{mg/l} & = & 770\text{mg/l}. \end{array}$$

Für die Denitrifikation und die biologische Phosphorelimination wird nach DWA A 131 zwischen dem abbaubaren CSB-Anteil ($C_{CSB, abb, ZB}$) und dem leicht abbaubaren CSB-Anteil ($C_{CSB, la, ZB}$) unterschieden. Zur Bestimmung des leicht abbaubaren CSB-Anteils wird nach DWA Arbeitsblatt 131 vorgeschlagen, entweder eine Bestimmung des CSBs nach vorhergehender Filtration über $0,1\mu\text{m}$, oder eine Messung des biologischen

Sauerstoffbedarfs, allerdings ebenfalls ohne Zeitabgabe, durchzuführen. Aufgrund dessen, dass eine Filtration über 0,1µm Filter gegenwärtig nicht auf dem Markt erhältlich ist, wurde die CSB Bestimmung ersatzweise über einen 0,2µm Filter durchgeführt und mit einem Faktor 0,5 multipliziert. Auch hier liegen gegenwärtig keine praktischen Erfahrungen oder allgemein gültige Analysevorgaben vor.

Es wird nach DWA A 131 der Faktor f_{CSB} zur Bestimmung verwendet und dieser der mit der durchgeführten Analytik verglichen. Für diesen Faktor wird ein Bereich zwischen 0,15 bis 0,25 vorgegeben. Für den Faktor f_{CSB} wird 0,20 angesetzt.

Der leicht abbaubaren CSB ($C_{CSB,la,ZB}$) ergibt sich damit zu:

$$\begin{array}{rclcl} C_{CSB,abb,ZB} & + & f_{CSB} & = & C_{CSB,la,ZB} \\ 770\text{mg/l} & + & 0,20 & = & 154\text{mg/l.} \end{array}$$

Die messtechnische Bestimmung über den 0,2µm Filter multipliziert mit dem Faktor 0,5 ergab einen leicht abbaubaren CSB von 142mg/l. Es liegt eine gute Übereinstimmung der messtechnischen Bestimmung und der Berechnung vor. Für die weitere Betrachtung wird der Faktor nach DWA A 131 f_{CSB} 0,2 verwendet.

Nach DWA Arbeitsblatt 131 und Belebungsexpert Version 3.0 kann der messtechnisch ermittelte, gelöste CSB-Anteil nicht eingegeben werden, sondern wird aus dem Gesamt-CSB und den abfiltrierbaren Stoffen im Zulauf berechnet. In der folgenden Tabelle werden die Faktoren gemäß Belebungsexpert Version 3.0 ermittelt.

| Eingabeparameter | | | |
|--------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| CSB gesamt ($C_{CSB,ZB}$) | | 969 | mg/l |
| Abfiltrierbare Stoffe (TS_0) | | 593 | mg/l |
| Faktor | Bestimmung von: | Formel | Kommentar |
| $f_B = 0,3$ | $X_{anorg,TS,ZB}$ | $X_{TS,ZB} \times f_B$ | Keine Berücksichtigung Vorklärung ($f_B = 0,3$) |
| $f_{CSB-OTS} = 1,60\text{g/g}$ | $X_{CSB,ZB}$ | $X_{CSB,ZB} = X_{TS,ZB} \times f_{CSB-OTS} \times (1-f_B)$ | 1,60g/g |
| $f_s = 0,025$ | $S_{CSB,inert,ZB}$ | $X_{CSB,ZB} \times f_s$ | Reduktion des Faktors auf 0,025 statt 0,05 (Auswertung BTB 2017-07/2017) |

| | | | |
|------------------|--------------------|----------------------------|----------------------|
| $f_A = 0,3$ | $X_{CSB,inert,ZB}$ | $X_{CSB,ZB} \times f_A$ | Empfehlung DWA A 131 |
| $f_{CSB} = 0,20$ | $C_{CSB,la,ZB}$ | $C_{CSB,abb,ZB} + f_{CSB}$ | Empfehlung DWA A 131 |

Tabelle 5: Zusammenstellung Faktoren zur Ermittlung der CSB-Fraktionen

Die im Rahmen des Messprogramms ermittelten CSB-Fraktionen und die nach DWA A 131 berechneten CSB-Fraktionen, sind in der folgenden Tabelle gegenüber gestellt.

Der Faktor f_s wurde in diesem Zusammenhang von 0,05 auf 0,025 angepasst. Der gelöste inerte Anteil liegt gemäß Betriebstagebuchauswertung bei 28mg/l. Der rechnerische Ermittelte gelöste inerte Anteil liegt ohne Anpassung des Faktors bei 48mg/l.

| Fraktionen | Messprogramm [mg/l] | DWA A 131 [mg/l] |
|-----------------------------------|---------------------|------------------|
| $C_{CSB,ZB}$ | 969 | 969 |
| $X_{,anorgTS,ZB}$ | 593 | 593 |
| Gelöste CSB-Fraktionen | | |
| $S_{CSB,ZB}$ | 336 | 305 |
| $S_{CSB,inert,ZB}$ | 28 | 24 |
| $S_{CSB,abb,ZB}$ | 308 | 281 |
| Partikuläre CSB-Fraktionen | | |
| $X_{CSB,ZB}$ | 660 | 664 |
| $X_{CSB,inert,ZB}$ | 198 | 199 |
| $X_{CSB,abb,ZB}$ | 462 | 465 |
| Abbaubare CSB-Fraktionen | | |
| $C_{CSB,abb,ZB}$ | 770 | 746 |
| $C_{CSB,la,ZB}$ | 154 | 149 |

Tabelle 6: Vergleich CSB Fraktionen Messprogramm / Literaturwerte

Es liegt eine gute Übereinstimmung der Ergebnisse aus dem Messprogramm zur Ermittlung der CSB-Fraktionen und den gemäß DWA 131 ermittelten Werten vor. Es liegt rein kommunal übliches Abwasser vor. Die Faktoren aus der DWA 131 zur Bestimmung der CSB Fraktionen kann bis auf den Faktor f_s unverändert

verwendet werden. Die während des Messprogramms ermittelten Frachten stellen die mittlere Belastung der Kläranlage dar.

Der Klärtechnische Nachweis für die Kläranlage Kreuzwertheim ist gemäß DWA A 131 nach dem 85-Perzentil-Wert zu führen. Die ermittelten Verhältnisse aus dem Messprogramm wurden daher auf die maßgeblichen Verhältnisse (85-Perzentilwert) übertragen. Die maßgeblichen Konzentrationen der CSB-Fraktionen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammen gestellt:

| Fraktionen | Betriebstagebuchauswertung 85 Perzentil CSB-Fraktionen |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| $C_{CSB,ZB}$ | 1610 |
| $X_{,anorgTS,ZB}$ | 886 |
| Gelöste CSB-Fraktionen | |
| $S_{CSB,ZB}$ | 599 |
| $S_{CSB,inert,ZB}$ | 28 |
| $S_{CSB,abb,ZB}$ | 571 |
| Partikuläre CSB-Fraktionen | |
| $X_{CSB,ZB}$ | 1011 |
| $X_{CSB,inert,ZB}$ | 303 |
| $X_{CSB,abb,ZB}$ | 708 |
| Abbaubare CSB-Fraktionen | |
| $C_{CSB,abb,ZB}$ | 1279 |
| $C_{CSB,la,ZB}$ | 256 |

Tabelle 7: CSB Fraktionen für Belastungsermittlung 85-Perzentil

5. Bemessung der Kläranlage nach DWA A 131 – Ist Belastung

5.1 Bemessung der Nachklärung

Für die Bemessung der Nachklärung ist der Mischwasserzufluss (Q_m) maßgeblich. Eine Erhöhung des Mischwasserzuflusses zur Kläranlage über 100/s hinaus ist gem. Schmutzfrachtberechnung für die Mischwasserbehandlung nicht vorgesehen. Gemäß Schmutzfrachtberechnung des Büro Köhl beträgt die max. Mischwasserzufluss zur Kläranlage 90,80L/s bzw. 327m³/h. Für die weitere Bemessung der Nachklärung wird die Mischwassermenge von 327m³/h verwendet.

Bei den nachfolgenden drei Lastfällen zur Auslegung der Belebung ist die Bemessung der Nachklärung identisch diese wird nur einmal dargestellt.

Bauwerksdaten:

Beckengeometrie und charakteristische Beckeneinbauten des runden Nachklärbeckens gem. Bestand:

| | | |
|-------------------------------------------|-----------|-------|
| Durchmesser Nachklärbecken | D_{NB} | 27,0m |
| Durchmesser des Mittelbauwerks | D_{MB} | 3,00m |
| maßgebliche Beckentiefe ($2/3 \cdot D$) | h_{ges} | 3,33m |
| Tiefe des Einlaufs unter WSP | h_e | 1,70m |
| Höhe des Einlaufschlitzes | h_{SE} | 1,00m |

Aus den vorangegangenen Kapitel bzw. nach DWA A 131 wurden folgende Kennzahlen übernommen:

| | | |
|----------------------------------|-----------|---------------------------------|
| Mischwasserzufluss | Q_m | 327m ³ /h (90,80L/s) |
| Schlammvolumenindex | ISV | 140mL/g |
| Eindickzeit des Schlammes | t_E | 2,0h |
| Verhältnis $TR_{RS} : TR_{BS}$ | | 0,7 [-] |
| Rücklaufverhältnis | RV | 0,75 [-] |
| Trockensubstanzgehalte im Zulauf | TS_{AB} | 4,22kg/m ³ |

Schlamm Daten:

| | |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Schlamm Trockensubstanz an der Beckensohle (TS_{BS}) | 9,0kg/m ³ |
| Trockensubstanzgehalt im Rücklaufschlamm (TS_{RS}) | 6,3kg/m ³ |
| Zulässige Schlamm Trockensubstanz im Zulauf ($TS_{AB,zul}$) | 2,70kg/m ³ |

Nachweis der Beckenoberfläche und Abmessungen

| | |
|--------------------------------------------------|---------------------------|
| Zulässige Schlammvolumenbeschickung (q_{SV}) | 500L/(m ² x h) |
| Zulässige Flächenbeschickung (q_A) | 1,60m/h |
| Erforderliche Beckenoberfläche (A_{NB}) | 386m ² |
| Anzahl der Becken | 1 St |

| | |
|---------------------------------------------------|---------------------------|
| Erforderlicher Durchmesser (D_{NB}) | 25,18m |
| Durchmesser Nachklärbecken (D_{NB}) | 27,0m |
| Vorhandene Beckenoberfläche (A_{NB}) | 452m ² |
| Vorhandene Schlammvolumenbeschickung (q_{SV}) | 427L/(m ² x h) |
| Vorhandene Schlammvolumenbeschickung (q_A) | 0,72m/h |

Nachweis der Beckentiefe

| | |
|------------------------------------------------|--------|
| Klarwasserzone (h_1) | -0,08m |
| Übergangs- und Pufferzone | 2,22m |
| Eindick- und Räumzone | 1,19m |
| Maßgebende Beckentiefe (konstruktiv vorhanden) | 3,33m |

Einlaufbauwerk

| | |
|-------------------------------------------------------|-------------------|
| Volumen der Einlaufkammer (V_E) | 9,5m ³ |
| Querschnittsfläche des Zulaufdükers (A_{ZD}) | 0,2m ² |
| Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer v_{ZD} | 0,81m/s |
| Eingetragene Leistung in Zulaufkammer (P_E) | 52Nm/s |
| Turbulente Scherbeanspruchung (G) | 66,3m/s |
| Desimetrische Froude-Zahl (Fr_D) | 0,143 |

Gemäß DWA-Arbeitsblatt A 131 und unter Anwendung des Bemessungsprogrammes *Belebungsexpert* ist mit diesen Ansätzen ein Trockensubstanzgehalt (TS_{AB}) von 2,70kg/m³ zulässig. Der Nachweis der bestehenden Nachklärung mit dem in der Praxis ermittelten TS-Gehalt von 4,22kg/m³ gelingt nicht. Dieser ist im Betrieb der Kläranlage jedoch ohne Überlastung bzw. Schlammabtrieb aus der Nachklärung nachweislich erreichbar.

Die Leistungsfähigkeit ohne Schlammabtrieb lässt sich in der Bemessung nur durch Annahme der Klarwasserzone mit -0,08 m rechnerisch abbilden. Die maßgebende Beckentiefe auf 2/3 des Fließweges ist mit 3,37 m bereits vorhanden. Die in der Berechnung der Zonen h_{23} und h_4 enthaltenen Sicherheiten werden voll ausgeschöpft und sind in Realität/Praxisbetrieb des Nachklärbeckens der KA Kreuzwertheim noch größer.

Zur Überprüfung, dass die tatsächliche Leistungsfähigkeit des Nachklärbeckens tatsächlich höher ist und kein Schlammabtrieb vorhanden ist, wurde der rechnerisch ermittelte Überschussschlammfall mit der tatsächlich abgezogenen Überschussschlammmenge gemäß Betriebstagebuchauswertung bei der mittleren Belastung der Kläranlage verglichen. Es fällt im Mittel eine Überschussschlammmenge von 376kg/d an.

Gemäß Betriebstagebuch wird eine Überschussschlammmenge von ca. 60m³/d abgezogen. Bei einem mittleren Schlamm-trockensubstanzgehalt von 6,3kg/m³ wird tägliche eine Schlammmenge von 378kg/d abgezogen.

Es wurde gemäß Betriebstagebuchauswertung im Zeitraum vom 2012-2018 eine Überschreitung der CSB Ablaufkonzentration am 15.10.2014 festgestellt (55mg/l bei einem Überwachungswert von 45mg/l). Die CSB-CSB-Ablaufkonzentration, kann ebenfalls Hinweise auf Schlammabtrieb geben.

Es findet aus der Kläranlage Kreuzwertheim kein Schlammabtrieb statt. Es wird empfohlen, dass betriebsverhalten der Nachklärung zu beobachten, und im Falle einer Verschlechterung des ISV gegebenenfalls Verbesserungsmaßnahmen z.B. durch die Kalkzugabe einzuleiten.

5.2 Lastfall 1: Bemessungstemperatur 12°C

Bemessung der Belebungsanlage für Nitrifikation / Denitrifikation nach DWA Regelwerk DWA-A 131 (Stand 06/2016) für Bemessungstemperatur 12°C. Die Bemessung erfolgte mittels des EDV-Programmes der DWA *Belegungsexpert Version 3.00* nach den in der Tabelle enthaltenen Eingabeparametern

Belegung Stickstoffbilanz

| | | | |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---|-----------|
| Zulauf Stickstoff | $C_{KN} + S_{NO_3}$ | = | 166mg/L |
| Stickstoff im Schlamm gebunden | $X_{orgN,BM} = 0,07 \times X_{CSB,BM} = 0,07 \times 222,3 =$ | | 12,1mg/L |
| Ammonium im Ablauf | $S_{NH_4,AN}$ | | 0,0mg/L |
| Organisch gebundener Stickstoff Ablauf | $S_{orgN,AN}$ | | 2,0mg/L |
| Sollwert Nitrat im Ablauf (Sollwert) | $S_{NO_3,AN} =$ | | 11,2mg/L |
| | | | |
| Gewählter Denitrifikationsanteil | V_D/V_{BB} | | 0,50 [-] |
| Vorhandene Denitrifikationskapazität | $S_{NO_3,D}$ | | 136,6mg/L |
| Denitrifiziertes Nitrat | $S_{NO_3,D}$ | | 136,6mg/L |
| Nitrat im Ablauf vorhanden | $S_{NO_3,AN}$ | | 2,5mg/L |
| Max. Taktzeit | t_T | | 1,02 [h] |

Phosphorelimination

| | | | |
|------------------------------|---------------|--|-------------|
| Phosphor im Zulauf | $C_{P,ZB}$ | | 27,1mg/L |
| Im Schlamm gebunden (normal) | $X_{P,BM}$ | | 8,1mg/L |
| Im Schlamm gebunden (erhöht) | $X_{P,BioP}$ | | 0,0mg/L |
| Phosphor im Ablauf | $S_{PO_4,AN}$ | | 0,6mg/L |
| Gefällter Phosphor | $X_{P,Fäll}$ | | 18,4mg/L |
| Fällmittelbedarf | FM | | 33,5kg Me/d |

Schlammalter Belastungskennwerte

| | | | |
|-----------------------------|---------------|--|---------------------|
| Erforderliches Schlammalter | erf. t_{TS} | | 25d |
| Erforderliches Volumen | V_{BB} | | 3.502m ³ |
| Gewähltes Volumen | V_{BB} | | 3.850m ³ |
| Vorhandenes Schlammalter | t_{TS} | | 28,4d |

Schlammproduktion

| | | |
|------------------------------------|-----------------------|---------|
| Schlamm aus Kohlenstoffelimination | $\ddot{U}_{S,d,C}$ | 488kg/d |
| Schlamm aus biol. P-Elimination | $\ddot{U}_{S,d,BioP}$ | 0kg/d |
| Schlamm aus P-Fällung | $\ddot{U}_{S,d,F}$ | 84kg/d |
| Schlammproduktion gesamt | $\ddot{U}_{S,d}$ | 572kg/d |

Sauerstoffbedarf:

| | | |
|-----------------------------------------|------------|----------|
| Aus Kohlenstoffelimination | $OV_{d,C}$ | 642kg/d |
| Aus Nitrifikation | $OV_{d,N}$ | 384kg/d |
| Aus C-Elimination durch Denitrifikation | $OV_{d,D}$ | -265kg/d |
| Täglicher Sauerstoffverbrauch | OV_d | 760kg/d |
| Max. stündlicher Sauerstoffverbrauch | OV_h | 79,3kg/h |

Säurekapazität

| | | |
|--------------------------|--|----------|
| Säurekapazität im Ablauf | | 0,68mmol |
|--------------------------|--|----------|

Die Säurekapazität ist rechnerisch zumindest zeitweise zu gering. Gemäß Betriebstagebuchauswertung liegt der Mittelwert des Ablaufs von Nges ($NH_4 + NO_3$) bei 3,4mg/l. Der Maximalwert im Betrachtungszeitraum 2012-2018 lag bei 14,4mg/l. Die Nitrifikations- Denitrifikationsleistung der Kläranlage ist trotz der rechnerischen Unterschreitung der Säurekapazität ausreichend. Gegenwärtig ist eine Verbesserung der Säurekapazität nicht erforderlich.

5.3 Lastfall 2: Lastfall tiefste Temperatur 10°C

Bemessung der Belebungsanlage für Nitrifikation / Denitrifikation nach DWA Regelwerk DWA-A 131 (Stand 06/2016) für Lastfall tiefste Temperatur 10°C. Die Bemessung erfolgte mittels Belebungsexpert Version 3.00.

Belebungs Stickstoffbilanz

| | | | |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---|-----------|
| Zulauf Stickstoff | $C_{KN} + S_{NO_3}$ | = | 166mg/L |
| Stickstoff im Schlamm gebunden | $X_{orgN,BM} = 0,07 \times X_{CSB,BM} = 0,07 \times 222,3 =$ | | 13,7mg/L |
| Ammonium im Ablauf | $S_{NH_4,AN}$ | | 0,0mg/L |
| Organisch gebundener Stickstoff Ablauf | $S_{orgN,AN}$ | | 2,0mg/L |
| Sollwert Nitrat im Ablauf (Sollwert) | $S_{NO_3,AN} =$ | | 11,2mg/L |
| | | | |
| Gewählter Denitrifikationsanteil | V_D/V_{BB} | | 0,50 [-] |
| Vorhandene Denitrifikationskapazität | $S_{NO_3,D}$ | | 134,3mg/L |
| Denitrifiziertes Nitrat | $S_{NO_3,D}$ | | 134,3mg/L |
| Nitrat im Ablauf vorhanden | $S_{NO_3,AN}$ | | 3,4mg/L |
| Max. Taktzeit | t_T | | 1,43 [h] |

Phosphorelimination

| | | |
|------------------------------|--------------|-------------|
| Phosphor im Zulauf | $C_{P,ZB}$ | 27,1mg/L |
| Im Schlamm gebunden (normal) | $X_{P,BM}$ | 8,1mg/L |
| Im Schlamm gebunden (erhöht) | $X_{P,BioP}$ | 0,0mg/L |
| Phosphor im Ablauf | $S_{PO4,AN}$ | 0,6mg/L |
| Gefällter Phosphor | $X_{P,Fäll}$ | 18,4mg/L |
| Fällmittelbedarf | FM | 33,5kg Me/d |

Schlammalter Belastungskennwerte

| | | |
|-----------------------------|---------------|---------------------|
| Erforderliches Schlammalter | erf. t_{TS} | 25d |
| Erforderliches Volumen | V_{BB} | 3.502m ³ |
| Gewähltes Volumen | V_{BB} | 3.850m ³ |
| Vorhandenes Schlammalter | t_{TS} | 27,9d |

Schlammproduktion

| | | |
|------------------------------------|-----------------------|---------|
| Schlamm aus Kohlenstoffelimination | $\ddot{U}_{S,d,C}$ | 497kg/d |
| Schlamm aus biol. P-Elimination | $\ddot{U}_{S,d,BioP}$ | 0kg/d |
| Schlamm aus P-Fällung | $\ddot{U}_{S,d,F}$ | 84kg/d |
| Schlammproduktion gesamt | $\ddot{U}_{S,d}$ | 581kg/d |

Sauerstoffbedarf:

| | | |
|-----------------------------------------|------------|-----------|
| Aus Kohlenstoffelimination | $OV_{d,C}$ | 630kg/d |
| Aus Nitrifikation | $OV_{d,N}$ | 380kg/d |
| Aus C-Elimination durch Denitrifikation | $OV_{d,D}$ | -261kg/d |
| Täglicher Sauerstoffverbrauch | OV_d | 749g/d |
| Max. stündlicher Sauerstoffverbrauch | OV_h | 78,25kg/h |

Säurekapazität

| | | |
|--------------------------|--|----------|
| Säurekapazität im Ablauf | | 0,61mmol |
|--------------------------|--|----------|

5.4 Lastfall 3: maximaler Sauerstoffbedarf 20°C

Bemessung der Belebungsanlage für Nitrifikation / Denitrifikation nach DWA Regelwerk DWA-A 131 (Stand 06/2016) für Lastfall tiefste maximaler Sauerstoffbedarf. Die Bemessung erfolgte mittels Belebungsexpert Version 3.00.

Belegung Stickstoffbilanz

| | | | |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---|---------|
| Zulauf Stickstoff | $C_{KN} + S_{NO3}$ | = | 166mg/L |
| Stickstoff im Schlamm gebunden | $X_{orgN,BM} = 0,07 \times X_{CSB,BM} = 0,07 \times 222,3 =$ | | 7,3mg/L |
| Ammonium im Ablauf | $S_{NH4,AN}$ | | 0,0mg/L |
| Organisch gebundener Stickstoff Ablauf | $S_{orgN,AN}$ | | 2,0mg/L |

| | | |
|-----------------------------------------|----------------------|---------------------|
| Sollwert Nitrat im Ablauf (Sollwert) | $S_{NO_3,AN} =$ | 11,2mg/L |
| Gewählter Denitrifikationsanteil | V_D/V_{BB} | 0,5 [-] |
| Vorhandene Denitrifikationskapazität | $S_{NO_3,D}$ | 143,9mg/L |
| Denitrifiziertes Nitrat | $S_{NO_3,D}$ | 143,9mg/L |
| Nitrat im Ablauf vorhanden | $S_{NO_3,AN}$ | 0,0mg/L |
| Max. Taktzeit | t_T | 1,0 [h] |
| <u>Phosphorelimination</u> | | |
| Phosphor im Zulauf | $C_{P,ZB}$ | 27,1mg/L |
| Im Schlamm gebunden (normal) | $X_{P,BM}$ | 8,1mg/L |
| Im Schlamm gebunden (erhöht) | $X_{P,BioP}$ | 0,0mg/L |
| Phosphor im Ablauf | $S_{PO_4,AN}$ | 0,6mg/L |
| Gefällter Phosphor | $X_{P,Fäll}$ | 18,4mg/L |
| Fällmittelbedarf | FM | 33,5kg Me/d |
| <u>Schlammalter Belastungskennwerte</u> | | |
| Erforderliches Schlammalter | erf. t_{TS} | 25d |
| Erforderliches Volumen | V_{BB} | 3.502m ³ |
| Gewähltes Volumen | V_{BB} | 3.850m ³ |
| Vorhandenes Schlammalter | t_{TS} | 29,9d |
| <u>Schlammproduktion</u> | | |
| Schlamm aus Kohlenstoffelimination | $\dot{U}_{S,d,C}$ | 460kg/d |
| Schlamm aus biol. P-Elimination | $\dot{U}_{S,d,BioP}$ | 0kg/d |
| Schlamm aus P-Fällung | $\dot{U}_{S,d,F}$ | 84kg/d |
| Schlammproduktion gesamt | $\dot{U}_{S,d}$ | 543kg/d |
| <u>Sauerstoffbedarf:</u> | | |
| Aus Kohlenstoffelimination | $OV_{d,C}$ | 679kg/d |
| Aus Nitrifikation | $OV_{d,N}$ | 396kg/d |
| Aus C-Elimination durch Denitrifikation | $OV_{d,D}$ | -279kg/d |
| Täglicher Sauerstoffverbrauch | OV_d | 796kg/d |
| Max. stündlicher Sauerstoffverbrauch | OV_h | 82,9kg/h |
| <u>Säurekapazität</u> | | |
| Säurekapazität im Ablauf | | 0,85mmol |

6. Bemessung der Kläranlage nach DWA A 131 – Prognose-Belastung

6.1 Bemessung der Nachklärung

Für die Bemessung der Nachklärung ist der Mischwasserzufluss (Q_m) maßgeblich. Eine Erhöhung des Mischwasserzuflusses zur Kläranlage über 100/s hinaus ist gem. Schmutzfrachtberechnung für die Mischwasserbehandlung auch bei der Prognose (90,8l/s) nicht vorgesehen. Bei den nachfolgenden drei Lastfällen zur Auslegung der Belebung ist die Bemessung der Nachklärung identisch und wird daher nur einmal dargestellt.

Bauwerksdaten:

Beckengeometrie und charakteristische Beckeneinbauten des runden Nachklärbeckens gem. Bestand:

| | | |
|-------------------------------------------|-----------|-------|
| Durchmesser Nachklärbecken | D_{NB} | 27,0m |
| Durchmesser des Mittelbauwerks | D_{MB} | 3,00m |
| maßgebliche Beckentiefe ($2/3 \cdot D$) | h_{ges} | 3,33m |
| Tiefe des Einlaufs unter WSP | h_e | 1,70m |
| Höhe des Einlaufschlitzes | h_{SE} | 1,00m |

Aus den vorangegangenen Kapitel bzw. nach DWA A 131 wurden folgende Kennzahlen übernommen:

| | | |
|----------------------------------|-----------|--------------------------------|
| Mischwasserzufluss | Q_m | 327m ³ /h (90,8L/s) |
| Schlammvolumenindex | ISV | 140mL/g |
| Eindickzeit des Schlammes | t_E | 2,0h |
| Verhältnis $TR_{RS} : TR_{BS}$ | | 0,7 [-] |
| Rücklaufverhältnis | RV | 0,75 [-] |
| Trockensubstanzgehalte im Zulauf | TS_{AB} | 4,22kg/m ³ |

Schlamm Daten:

| | |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Schlamm-trockensubstanz an der Beckensohle (TS_{BS}) | 9,0kg/m ³ |
| Trockensubstanzgehalt im Rücklaufschlamm (TS_{RS}) | 6,3kg/m ³ |
| Zulässige Schlamm-trockensubstanz im Zulauf ($TS_{AB,zul}$) | 2,70kg/m ³ |

Nachweis der Beckenoberfläche und Abmessungen

| | |
|--------------------------------------------------|---------------------------|
| Zulässige Schlammvolumenbeschickung (q_{sv}) | 500L/(m ² x h) |
| Zulässige Flächenbeschickung (q_A) | 1,60m/h |
| Erforderliche Beckenoberfläche (A_{NB}) | 386m ² |
| Anzahl der Becken | 1 St |
| Erforderlicher Durchmesser (D_{NB}) | 25,17m |
| Durchmesser Nachklärbecken (D_{NB}) | 27,0m |

| | |
|---------------------------------------------------|---------------------------|
| Vorhandene Beckenoberfläche (A_{NB}) | 452m ² |
| Vorhandene Schlammvolumenbeschickung (q_{SV}) | 427L/(m ² x h) |
| Vorhandene Schlammvolumenbeschickung (q_A) | 0,72m/h |

Nachweis der Beckentiefe

| | |
|------------------------------------------------|--------|
| Klarwasserzone (h_1) | -0,08m |
| Übergangs- und Pufferzone | 2,22m |
| Eindick- und Räumzone | 1,19m |
| Maßgebende Beckentiefe (konstruktiv vorhanden) | 3,33m |

Einlaufbauwerk

| | |
|-------------------------------------------------------|-------------------|
| Volumen der Einlaufkammer (V_E) | 9,5m ³ |
| Querschnittsfläche des Zulaufdükers (A_{ZD}) | 0,2m ² |
| Eintrittsgeschwindigkeit in die Zulaufkammer v_{ZD} | 0,81m/s |
| Eingetragene Leistung in Zulaufkammer (P_E) | 52,0Nm/s |
| Turbulente Scherbeanspruchung (G) | 66,3m/s |
| Desimetrische Froude-Zahl (Fr_D) | 0,143 |

Die Berechnung der Nachklärung ist gegenüber der IST-Belastung unverändert. Die Feststellungen aus Kapitel 5.1 zur Bemessung der Nachklärung gelten ebenfalls für die Prognose.

6.2 Lastfall 1: Bemessungstemperatur 12°C

Bemessung der Belebungsanlage für Nitrifikation / Denitrifikation nach DWA Regelwerk DWA-A 131 (Stand 06/2016) für Bemessungstemperatur 12°C. Die Bemessung erfolgte mittels des EDV-Programmes der DWA *Belebungsexpert Version 3.00* nach den in Tabelle 3 enthaltenen Eingabeparametern

Belebung Stickstoffbilanz

| | | | |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------|---|-----------|
| Zulauf Stickstoff | $C_{KN} + S_{NO_3}$ | = | 166,4mg/L |
| Stickstoff im Schlamm gebunden | $X_{orgN,BM} = 0,07 \times X_{CSB,BM} = 0,07 \times 222,3$ | = | 12,9mg/L |
| Ammonium im Ablauf | $S_{NH_4,AN}$ | | 0,0mg/L |
| Organisch gebundener Stickstoff Ablauf | $S_{orgN,AN}$ | | 2,0mg/L |
| Sollwert Nitrat im Ablauf (Sollwert) | $S_{NO_3,AN} =$ | | 11,2mg/L |
| Gewählter Denitrifikationsanteil | V_D/V_{BB} | | 0,5 [-] |
| Vorhandene Denitrifikationskapazität | $S_{NO_3,D}$ | | 136,6mg/L |
| Denitrifiziertes Nitrat | $S_{NO_3,D}$ | | 136,6mg/L |
| Nitrat im Ablauf vorhanden | $S_{NO_3,AN}$ | | 3,6mg/L |
| Max. Taktzeit | t_T | | 1,30 [h] |

Phosphorelimination

| | | |
|------------------------------|--------------|-------------|
| Phosphor im Zulauf | $C_{P,ZB}$ | 27,1mg/L |
| Im Schlamm gebunden (normal) | $X_{P,BM}$ | 8,1mg/L |
| Im Schlamm gebunden (erhöht) | $X_{P,BioP}$ | 0,0mg/L |
| Phosphor im Ablauf | $S_{PO4,AN}$ | 0,6mg/L |
| Gefällter Phosphor | $X_{P,Fäll}$ | 18,4mg/L |
| Fällmittelbedarf | FM | 37,2kg Me/d |

Schlammalter Belastungskennwerte

| | | |
|-----------------------------|---------------|---------------------|
| Erforderliches Schlammalter | erf. t_{TS} | 25d |
| Erforderliches Volumen | V_{BB} | 3.693m ³ |
| Gewähltes Volumen | V_{BB} | 3.850m ³ |
| Vorhandenes Schlammalter | t_{TS} | 26,4d |

Schlammproduktion

| | | |
|------------------------------------|-----------------------|---------|
| Schlamm aus Kohlenstoffelimination | $\ddot{U}_{s,d,C}$ | 519kg/d |
| Schlamm aus biol. P-Elimination | $\ddot{U}_{s,d,BioP}$ | 0kg/d |
| Schlamm aus P-Fällung | $\ddot{U}_{s,d,F}$ | 93kg/d |
| Schlammproduktion gesamt | \ddot{U}_d | 611kg/d |

Sauerstoffbedarf:

| | | |
|-----------------------------------------|------------|----------|
| Aus Kohlenstoffelimination | $OV_{d,C}$ | 714kg/d |
| Aus Nitrifikation | $OV_{d,N}$ | 429kg/d |
| Aus C-Elimination durch Denitrifikation | $OV_{d,D}$ | -295kg/d |
| Täglicher Sauerstoffverbrauch | OV_d | 847kg/d |
| Max. stündlicher Sauerstoffverbrauch | OV_h | 88,5kg/h |

Säurekapazität

| | | |
|--------------------------|--|----------|
| Säurekapazität im Ablauf | | 0,63mmol |
|--------------------------|--|----------|

Die Säurekapazität ist rechnerisch zumindest zeitweise zu gering. Sollte die Nitrifikation / Denitrifikation aufgrund der zu geringen Säurekapazität zukünftig eingeschränkt sein, kann durch die Zugabe von beispielsweise Kalk eine Verbesserung erreicht werden. Die Zugabe von Kalk führt ebenfalls zu einer Verbesserung des Schlammvolumenindex (ISV).

6.3 Lastfall 2: Lastfall tiefste Temperatur 10°C

Bemessung der Belebungsanlage für Nitrifikation / Denitrifikation nach DWA Regelwerk DWA-A 131 (Stand 06/2016) für Lastfall tiefste Temperatur 10°C. Die Bemessung erfolgte mittels Belebungsexpert Version 3.00 mit den in der Tabelle enthaltenen Eingabeparametern.

Belegung Stickstoffbilanz

| | | | |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------|---|-------------|
| Zulauf Stickstoff | $C_{KN} + S_{NO_3}$ | = | 166,4mg/L |
| Stickstoff im Schlamm gebunden | $X_{orgN,BM} = 0,07 \times X_{CSB,BM} = 0,07 \times 222,3$ | = | 14,6mg/L |
| Ammonium im Ablauf | $S_{NH_4,AN}$ | | 0,0mg/L |
| Organisch gebundener Stickstoff Ablauf | $S_{orgN,AN}$ | | 2,0mg/L |
| Sollwert Nitrat im Ablauf (Sollwert) | $S_{NO_3,AN} =$ | | 4,6mg/L |
| | | | |
| Gewählter Denitrifikationsanteil | V_D/V_{BB} | | 0,5 [-] |
| Vorhandene Denitrifikationskapazität | $S_{NO_3,D}$ | | 134,2,0mg/L |
| Denitrifiziertes Nitrat | $S_{NO_3,D}$ | | 134,2mg/L |
| Nitrat im Ablauf vorhanden | $S_{NO_3,AN}$ | | 4,6mg/L |
| Max. Taktzeit | t_T | | 1,68 [h] |

Phosphorelimination

| | | | |
|------------------------------|---------------|--|-------------|
| Phosphor im Zulauf | $C_{P,ZB}$ | | 27,1mg/L |
| Im Schlamm gebunden (normal) | $X_{P,BM}$ | | 8,1mg/L |
| Im Schlamm gebunden (erhöht) | $X_{P,BioP}$ | | 0,0mg/L |
| Phosphor im Ablauf | $S_{PO_4,AN}$ | | 0,6mg/L |
| Gefällter Phosphor | $X_{P,Fäll}$ | | 18,4mg/L |
| Fällmittelbedarf | FM | | 37,2kg Me/d |

Schlammalter Belastungskennwerte

| | | | |
|-----------------------------|---------------|--|---------------------|
| Erforderliches Schlammalter | erf. t_{TS} | | 25d |
| Erforderliches Volumen | V_{BB} | | 3.693m ³ |
| Gewähltes Volumen | V_{BB} | | 3.850m ³ |
| Vorhandenes Schlammalter | t_{TS} | | 26,0d |

Schlammproduktion

| | | | |
|------------------------------------|----------------------|--|---------|
| Schlamm aus Kohlenstoffelimination | $\dot{U}_{s,d,C}$ | | 530kg/d |
| Schlamm aus biol. P-Elimination | $\dot{U}_{s,d,BioP}$ | | 0kg/d |
| Schlamm aus P-Fällung | $\dot{U}_{s,d,F}$ | | 93kg/d |
| Schlammproduktion gesamt | $\dot{U}_{s,d}$ | | 623kg/d |

Sauerstoffbedarf:

| | | | |
|-----------------------------------------|------------|--|----------|
| Aus Kohlenstoffelimination | $OV_{d,C}$ | | 700kg/d |
| Aus Nitrifikation | $OV_{d,N}$ | | 424kg/d |
| Aus C-Elimination durch Denitrifikation | $OV_{d,D}$ | | -290kg/d |
| Täglicher Sauerstoffverbrauch | OV_d | | 834kg/d |
| Max. stündlicher Sauerstoffverbrauch | OV_h | | 87,2kg/h |

Säurekapazität

Säurekapazität im Ablauf -0,56mmol

6.4 Lastfall 3: maximaler Sauerstoffbedarf 20°C

Bemessung der Belebungsanlage für Nitrifikation / Denitrifikation nach DWA Regelwerk DWA-A 131 (Stand 06/2016) für Lastfall maximaler Sauerstoffbedarf bei 20°C. Die Bemessung erfolgte mittels Belebungsexpert Version 3.00 mit den in Tabelle 18 enthaltenen Eingabeparametern

Belebung Stickstoffbilanz

| | | | |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------|---|-----------|
| Zulauf Stickstoff | $C_{KN} + S_{NO_3}$ | = | 166,4mg/L |
| Stickstoff im Schlamm gebunden | $X_{orgN,BM} = 0,07 \times X_{CSB,BM} = 0,07 \times 222,3$ | = | 7,8mg/L |
| Ammonium im Ablauf | $S_{NH_4,AN}$ | | 0,0mg/L |
| Organisch gebundener Stickstoff Ablauf | $S_{orgN,AN}$ | | 2,0mg/L |
| Sollwert Nitrat im Ablauf (Sollwert) | $S_{NO_3,AN} =$ | | 11,2mg/L |

| | | | |
|--------------------------------------|---------------|--|-----------|
| Gewählter Denitrifikationsanteil | V_D/V_{BB} | | 0,5 [-] |
| Vorhandene Denitrifikationskapazität | $S_{NO_3,D}$ | | 144,4mg/L |
| Denitrifiziertes Nitrat | $S_{NO_3,D}$ | | 144,4mg/L |
| Nitrat im Ablauf vorhanden | $S_{NO_3,AN}$ | | 0,4mg/L |
| Max. Taktzeit | t_T | | 0,15 [h] |

Phosphorelimination

| | | | |
|------------------------------|---------------|--|-------------|
| Phosphor im Zulauf | $C_{P,ZB}$ | | 27,1mg/L |
| Im Schlamm gebunden (normal) | $X_{P,BM}$ | | 8,1mg/L |
| Im Schlamm gebunden (erhöht) | $X_{P,BioP}$ | | 0,0mg/L |
| Phosphor im Ablauf | $S_{PO_4,AN}$ | | 0,6mg/L |
| Gefällter Phosphor | $X_{P,Fäll}$ | | 18,4mg/L |
| Fällmittelbedarf | FM | | 37,2kg Me/d |

Schlammalter Belastungskennwerte

| | | | |
|-----------------------------|---------------|--|---------------------|
| Erforderliches Schlammalter | erf. t_{TS} | | 25d |
| Gewähltes Volumen | V_{BB} | | 3.850m ³ |
| Vorhandenes Schlammalter | t_{TS} | | 28,0d |

Schlammproduktion

| | | | |
|------------------------------------|-----------------------|--|---------|
| Schlamm aus Kohlenstoffelimination | $\ddot{U}_{s,d,C}$ | | 487kg/d |
| Schlamm aus biol. P-Elimination | $\ddot{U}_{s,d,BioP}$ | | 0kg/d |
| Schlamm aus P-Fällung | $\ddot{U}_{s,d,F}$ | | 93kg/d |
| Schlammproduktion gesamt | $\ddot{U}_{s,d}$ | | 580kg/d |

Sauerstoffbedarf:

| | | |
|-----------------------------------------|------------|----------|
| Aus Kohlenstoffelimination | $OV_{d,C}$ | 758kg/d |
| Aus Nitrifikation | $OV_{d,N}$ | 443kg/d |
| Aus C-Elimination durch Denitrifikation | $OV_{d,D}$ | -312kg/d |
| Täglicher Sauerstoffverbrauch | OV_d | 889kg/d |
| Max. stündlicher Sauerstoffverbrauch | OV_h | 92,6kg/h |

Säurekapazität

| | |
|--------------------------|----------|
| Säurekapazität im Ablauf | 0,85mmol |
|--------------------------|----------|

7. Ermittlung des Luftmenge

7.1 Berechnung der Luftmenge - IST –Zustand

Nach dem DWA Arbeitsblatt A131 (06/2016) wurde der Sauerstoffverbrauch für das gesamte Belebungsbecken ermittelt aus

| | |
|----------------------------------------|--------------|
| Kohlenstoffelimination | $OV_{d,C}$, |
| Nitrifikation | $OV_{d,N}$, |
| C-Elimination durch Denitrifikation | $OV_{d,D}$, |
| = Täglicher Sauerstoffverbrauch | OV_d , |
| = Max. stündlicher Sauerstoffverbrauch | OV_h . |

Zur Auslegung der Luftmengenversorgungsaggregate muss der ermittelte Sauerstoffbedarf auf die erforderliche Luftmenge umgerechnet werden (DWA Merkblatt M 229 Stand 09/2017). Hierfür sind temperaturabhängig der max. Luftbedarf bei der höchsten Abwassertemperatur (20°C), der Mindestluftbedarf bei der niedrigsten Abwassertemperatur und der mittlere Luftbedarf bei der Bemessungstemperatur erforderlich. Mit der Aktualisierung des Merkblatts 229 wurde der Grenzflächenfaktor (α -Wert) gegenüber dem Vorgängerregelwerk in stärkere Abhängigkeit von dem jeweiligen Lastfall gebracht.

A) Ermittlung des höchsten Sauerstoffbedarfs

Zur Ermittlung des höchsten Sauerstoffbedarfs werden die Stoßfaktoren für die Stickstoffelimination und Kohlenstoffelimination verwendet. Dieser Lastfall ist für die Überprüfung der Drehkolbengebläse entscheidend.

| | |
|------------------------|--------------|
| Stoßfaktor Stickstoff | $f_N = 1,50$ |
| Stoßfaktor Kohlenstoff | $f_C = 1,30$ |

Zur Bestimmung des maßgeblichen Lastfalls (Stickstoffelimination oder Kohlenstoffelimination) wird für die Bestimmung des max. stündlichen Sauerstoffbedarf in dem 1. Berechnungsschritt der Faktor $f_c = 1,0$ gesetzt

und anschließend die Berechnung mit dem Faktor $f_N = 1,0$ wiederholt. Damit wird nach DWA A 131 berücksichtigt, dass die Verbrauchsspitze für die Nitrifikation vor der Verbrauchsspitze für die Kohlenstoffelimination auftritt. Für die Bestimmung des max. stündlichen Sauerstoffbedarfs ist der höhere Wert maßgebend.

Bemessungsergebnissen nach DWA 131 A gemäß Kapitel 4 bei 20°C:

| | | |
|-----------------------------------------|--------------|---------|
| Aus Kohlenstoffelimination | $OV_{d,C}$, | 679kg/d |
| Aus Nitrifikation | $OV_{d,N}$, | 393kg/d |
| Aus C-Elimination durch Denitrifikation | $OV_{d,D}$, | 256kg/d |

1. Stoßfaktor Stickstoff = 1,0

$$OV_{h,max(20^\circ C)} = [f_C \times (OV_{d,C} - OV_{d,D}) + f_N \times OV_{d,N}] / 24$$

$$OV_{h,max(20^\circ C)} = [1,5 \times (679 - 256) + 1,0 \times 393] / 24$$

$$OV_{h,max(20^\circ C)} = 42,19\text{kg/h}$$

2. Stoßfaktor Kohlenstoff = 1,0

$$OV_{h,max(20^\circ C)} = [f_C \times (OV_{d,C} - OV_{d,D}) + f_N \times OV_{d,N}] / 24$$

$$OV_{h,max(20^\circ C)} = [1,0 \times (679 - 256) + 1,3 \times 393] / 24$$

$$OV_{h,max(20^\circ C)} = 35,76\text{kg/h}$$

Maßgeblich ist der Stickstofflastfall mit $OV_{h,max(20^\circ C)} = 42,19\text{kg/h}$.

Die Kläranlage Kreuzwertheim wird intermittierend betrieben. Zur Erzielung des Reinigungsziels wurde ein Denitrifikationsanteil von V_D / V_{BB} von 0,45 festgelegt. Das heißt es wird 55% der Zeit belüftet und 45% der Zeit findet die Denitrifikation statt. Die benötigte Sauerstoffmenge muss in der Belüftungsphase eingetragen werden, damit ergibt sich:

$$OV_{h,max(20^\circ C)} = 42,19\text{kg/h} / V_{BB}$$

$$OV_{h,max(20^\circ C)} = 42,19\text{kg/h} / 0,55$$

$$OV_{h,max(20^\circ C)} = 76,7\text{kg/h}$$

B) Ermittlung des geringsten Sauerstoffbedarfs

Bemessungsergebnisse nach DWA 131 A gemäß Kapitel 4 bei 10°C:

$$\text{Aus Kohlenstoffelimination} \quad OV_{d,C} = 631/\text{d}$$

$$\text{Schlammalter} \quad t_{TS} = 28\text{d}$$

Berechnung $OV_{h,min}$ (10°C):

$$OV_{h,min} = OV_{d,C} / 24 \times [1 / (3,92 / (t_{TS} \times 1,072^{(10-15)} + 1,66))] / V_{BB}$$

$$OV_{h,min} = 25,7 \text{ kg/h}$$

C) Ermittlung des durchschnittlichen Sauerstoffbedarfs

Bemessungsergebnisse nach DWA 131 A gemäß Kapitel 4 bei 12°C:

- Aus Kohlenstoffelimination $OV_{d,C} = 642\text{kg/d}$
- Aus Nitrifikation $OV_{d,N} = 381\text{kg/d}$
- Aus C-Elimination durch Denitrifikation $OV_{d,D} = 243\text{kg/d}$

Berechnung $OV_{h,aM}$

$$OV_{h,aM} = (OV_{d,C} - OV_{d,D} + OV_{d,N}) / 24 = (642 - 243 + 381) / 24$$

$$OV_{h,aM} = 32,5\text{kg/h} / V_{BB}$$

$$OV_{h,aM} = 59,1\text{kg/h}$$

D) Luftmengenbedarf

Durch den Stoffübergang wird allerdings nicht die gesamte, in der Luft vorhandene Sauerstoffmenge in das Wasser eingetragen. Bestandteile im Abwasser behindern den Stoffübergang zusätzlich. Für die Überrechnung Gebläse, ist daher eine Umrechnung auf die einzutragende Sauerstoffzufuhr erforderlich. Die Umrechnung des benötigten, wirksamen Sauerstoffbedarfs im Abwasser auf die einzutragende Sauerstoffzufuhr wird gemäß dem DWA Merkblatt M 229-01 durchgeführt.

Für die Umrechnung von der benötigten Sauerstoffmenge auf die einzutragende Sauerstoffzufuhr wurden nach DWA 229-01 für die Lastfälle Lastfall „höchster Sauerstoffbedarf und mittlerer Sauerstoffbedarf“ folgenden Faktoren festgelegt und daraus der erforderliche Sauerstoffbedarf (SOTR) berechnet

| Parameter | Lastfall 1 [maximaler Sauerstoffbedarf] (20°C) | Lastfall 2 [mittlerer Sauerstoffbedarf] (12°C) | Einheit |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------|
| Einblastiefe (h_D) | 5,27 | 5,27 | m |
| Tiefenfaktor (f_D) | 1,25 | 1,24 | [-] |
| Grenzflächenfaktor [α] | 0,7 | 0,8 | [-] |
| Sauerstoffsättigungskonzentration bei 20°C [$C_{S,20}$] | 9,10 | 9,10 | [mg/l] |
| Sauerstoffsättigungskonz. bei Bemessungstemp. [C_{ST}] | 9,10 | 10,78 | [mg/l] |
| Sauerstoffkonzentration im Belebungsbecken [C_x] nach DWA 229 | 2,00 | 2,00 | [mg/l] |
| Einflussfaktor Höhenlage | 0,996 | 0,996 | [-] |
| Temperaturkorrekturfaktor [$1,024^{(T_w - T_{20})}$] | 1 | 0,827 | [-] |
| OV_h | 76,7 | 59,09 | [kg/h] |
| SOTR (Sauerstoffzufuhr) | 126,20 | 89,36 | [kg/h] |

Tabelle 8: Sauerstoffbedarfsberechnung IST-Belastung

Für die Rohrbelüfter kann eine Standard Sauerstoffausnutzung (SSOTR) von $18,5\text{g}/(\text{m}^3_{\text{N}} \times \text{m}_{\text{ET}})$ je Normkubikmeter eingetragener Luft und je Meter Einblastiefe angesetzt werden. Die bereitzustellende Luftmenge ergibt sich damit zu:

$$Q_{\text{LN}} = (1.000 \times \text{SOTR}) / (\text{SSOTR} \times h_{\text{D}})$$

$$Q_{\text{LN,max}} = 1.205\text{Nm}^3/\text{h}$$

Es steht ein auf der Kläranlage ein Drehkolbenverdichter der Fa. Ärzener Baujahr 2014 mit einer Liefermenge von $20,2\text{Nm}^3/\text{min}$ bzw. $1212\text{Nm}^3/\text{h}$ sowie ein Redundanzgebläse zur Verfügung. Die vorhandenen Gebläse sind zur Einbringung der benötigten Luftmenge ausreichend dimensioniert.

7.2 Berechnung der Luftmenge - Prognose

Die Berechnung für die Prognose wird nach dem gleichen Schema wie für die IST-Belastung durchgeführt:

| | | |
|-----------------------------------------|---------------------|---------|
| Aus Kohlenstoffelimination | $OV_{\text{d,C}}$, | 758kg/d |
| Aus Nitrifikation | $OV_{\text{d,N}}$, | 440kg/d |
| Aus C-Elimination durch Denitrifikation | $OV_{\text{d,D}}$, | 286kg/d |

3. Stoßfaktor Stickstoff = 1,0

$$OV_{\text{h,max}(20^\circ\text{C})} = [f_{\text{C}} \times (OV_{\text{d,C}} - OV_{\text{d,D}}) + f_{\text{N}} \times OV_{\text{d,N}}] / 24$$

$$OV_{\text{h,max}(20^\circ\text{C})} = [1,5 \times (758 - 286) + 1,0 \times 440] / 24$$

$$OV_{\text{h,max}(20^\circ\text{C})} = 47,17\text{kg/h}$$

4. Stoßfaktor Kohlenstoff = 1,0

$$OV_{\text{h,max}(20^\circ\text{C})} = [f_{\text{C}} \times (OV_{\text{d,C}} - OV_{\text{d,D}}) + f_{\text{N}} \times OV_{\text{d,N}}] / 24$$

$$OV_{\text{h,max}(20^\circ\text{C})} = [1,0 \times (679 - 256) + 1,3 \times 393] / 24$$

$$OV_{\text{h,max}(20^\circ\text{C})} = 39,97\text{kg/h}$$

Maßgeblich ist der Stickstofflastfall mit $OV_{\text{h,max}(20^\circ\text{C})} = 47,17\text{kg/h}$.

Die Kläranlage Kreuzwertheim wird intermittierend betrieben. Zur Erzielung des Reinigungsziels wurde ein Denitrifikationsanteil von $V_{\text{D}} / V_{\text{BB}}$ von 0,45 festgelegt. Das heißt es wird 55% der Zeit belüftet und 45% der Zeit findet die Denitrifikation statt. Die benötigte Sauerstoffmenge muss in der Belüftungsphase eingetragen werden, damit ergibt sich:

$$OV_{\text{h,max}(20^\circ\text{C})} = 47,17\text{kg/h} / V_{\text{BB}}$$

$$OV_{\text{h,max}(20^\circ\text{C})} = 47,179\text{kg/h} / 0,55$$

$$OV_{\text{h,max}(20^\circ\text{C})} = 85,8\text{kg/h}$$

E) Ermittlung des geringsten Sauerstoffbedarfs

Bemessungsergebnisse nach DWA 131 A gemäß Kapitel 4 bei 10°C:

Aus Kohlenstoffelimination $OV_{d,C} = 631/d$
Schlammalter $t_{TS} = 28d$

Berechnung $OV_{h,min}$ (10°C):

$$OV_{h,min} = OV_{d,C} / 24 \times [1 / (3,92 / (t_{TS} \times 1,072^{(10-15)} + 1,66))] / V_{BB}$$

$OV_{h,min} = 28,54 \text{ kg/h}$

F) Ermittlung des durchschnittlichen Sauerstoffbedarfs

Bemessungsergebnisse nach DWA 131 A gemäß Kapitel 4 bei 12°C:

Aus Kohlenstoffelimination $OV_{d,C} = 642 \text{ kg/d}$
Aus Nitrifikation $OV_{d,N} = 381 \text{ kg/d}$
Aus C-Elimination durch Denitrifikation $OV_{d,D} = 243 \text{ kg/d}$

Berechnung $OV_{h,aM}$

$$OV_{h,aM} = (OV_{d,C} - OV_{d,D} + OV_{d,N}) / 24 = (642 - 243 + 381) / 24$$

$$OV_{h,aM} = 32,5 \text{ kg/h} / V_{BB}$$

$OV_{h,aM} = 65,8 \text{ kg/h}$

G) Luftmengenbedarf

Durch den Stoffübergang wird allerdings nicht die gesamte, in der Luft vorhandene Sauerstoffmenge in das Wasser eingetragen. Bestandteile im Abwasser behindern den Stoffübergang zusätzlich. Für die Überrechnung Gebläse, ist daher eine Umrechnung auf die einzutragende Sauerstoffzufuhr erforderlich. Die Umrechnung des benötigten, wirksamen Sauerstoffbedarfs im Abwasser auf die einzutragende Sauerstoffzufuhr wird gemäß dem DWA Merkblatt M 229-01 durchgeführt.

Für die Umrechnung von der benötigten Sauerstoffmenge auf die einzutragende Sauerstoffzufuhr wurden nach DWA 229-01 für die Lastfälle Lastfall „höchster Sauerstoffbedarf und mittlerer Sauerstoffbedarf“ folgenden Faktoren festgelegt und daraus der erforderliche Sauerstoffbedarf (SOTR) berechnet

| Parameter | Lastfall 1 [maximaler Sauerstoffbedarf] (20°C) | Lastfall 2 [mittlerer Sauerstoffbedarf] (12°C) | Einheit |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------|
| Einblastiefe (h_D) | 5,27 | 5,27 | m |
| Tiefenfaktor (f_D) | 1,25 | 1,24 | [-] |
| Grenzflächenfaktor [α] | 0,7 | 0,8 | [-] |
| Sauerstoffsättigungskonzentration bei 20°C [$C_{S,20}$] | 9,10 | 9,10 | [mg/l] |
| Sauerstoffsättigungskonz. bei Bemessungstemp. [C_{ST}] | 9,10 | 10,78 | [mg/l] |

| | | | |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|---------------|
| Sauerstoffkonzentration im Belebungsbecken [C _x] nach DWA 229 | 2,00 | 2,00 | [mg/l] |
| Einflussfaktor Höhenlage | 0,996 | 0,996 | [-] |
| Temperaturkorrekturfaktor [1,024 ^(T_w-T₂₀)] | 1 | 0,827 | [-] |
| OV _h | 76,7 | 59,09 | [kg/h] |
| SOTR (Sauerstoffzufuhr) | 141,1 | 99,6 | [kg/h] |

Tabelle 9: Sauerstoffbedarfsberechnung Prognose-Belastung

Für die Rohrbelüfter kann eine Standard Sauerstoffausnutzung (SSOTR) von 18,5g/(m³_N x m_{ET}) je Normkubikmeter eingetragener Luft und je Meter Einblastiefe angesetzt werden. Die bereitzustellende Luftmenge ergibt sich damit zu:

$$Q_{LN} = (1.000 \times \text{SOTR}) / (\text{SSOTR} \times h_D)$$

Q_{LN,max} = 1.347Nm³/h für den Lastfall max. Sauerstoffbedarf bzw. zu

Q_{LN,max} = 951Nm³/h für den mittleren Sauerstoffbedarf.

Bei Eintreten des Prognosezustands kann die Luftmenge für den Lastfall max. Sauerstoffbedarf über einen Drehkolbenverdichter nicht erbracht werden. Der max. Sauerstoffbedarf tritt nur selten und kurzzeitig auf. Der Lastfall max. Sauerstoffbedarf kann für dieses kurzfristig auftretenden Lastfall über das Zuschalten des 2. Redundanzgebläse erbracht werden bzw. durch eine Veränderung der Belüftungszeiten. Bei der Prognose-Belastung handelt es sich um den Maximalwert. Dieser wird voraussichtlich in den nächsten Jahrzehnten nicht erreicht.

8 Nachweis der Kapazitäten der Kläranlage Kreuzwertheim

Zulaufpumpwerk

Das Zulaufpumpwerk ist mit 3 trocken aufgestellten Kreiselpumpen ausgerüstet. Die Regenwetterpumpen fördern eine Wassermenge von 100l/s je Pumpe. Da sich die max. Zulaufmenge (90,8l/s) verringert, kann durch einen Laufradtausch oder abdrehen der Laufräder die max. Zulaufmenge der Regenwetterpumpen reduziert werden.

Rechen-Sandfangkompaktanlage

Die Rechen-Sandfangkompaktanlage ist für einen max. Durchsatz von max. 100l/s ausgelegt. Da sich die max. Zulaufmenge nicht verändert, sind keine technischen Änderungen erforderlich.

Biologische Stufe

Der Aufbau der Kläranlage und der biologischen Stufe wurde im Abschnitt 3.2 erläutert. Der Nachweis der Kapazität der Kläranlage wurde gemäß DWA-A 131 nachgewiesen.

- Nachweis der Klarwasserzone h₁ des Nachklärbecken > 0,5m

- Rücklaufschlammverhältnis $RV = 0,75$
- 85-Perzentilwerte für Schlammindex aus 2-Wochen-Mittelwerten
- CSB Fraktionen aus Messprogramm 10.09.2018 bis 23.09.2018

Aus der Berechnung nach Anlage ergeben sich für die Komponenten der biologischen Stufe folgende Ergebnisse:

Belebungsbecken:

Es ist ein Belebungsbeckenvolumen von 3682m^3 erforderlich. Das vorhandene Belebungsbeckenvolumen beträgt 3850m^3 . Damit ergibt sich ein Schlammalter von $26,5\text{d}$ (Soll 25d). Damit ist auch bei der Bemessungsbelastung eine aerobe Stabilisierung gegeben.

Die Leistung der Rücklaufschlammumpen ergibt sich wie folgt:

$$Q_{RS} = 0,75 \times Q_m$$

$$Q_{RS} = 0,75 \times 100 = 75\text{l/s}$$

$$Q_{RS, \text{vorhanden}} = 1 \times 30\text{-}100\text{l/s (+1 Redundanz)}$$

Die Förderleistung der Rücklaufschlammumpen ist ausreichend.

Der maximale Sauerstoffbedarf ergibt bei 20°C ein OVh von $85,76\text{kg O}_2/\text{h}$, beziehungsweise einen Sauerstoffbedarf von $141,1\text{kg O}_2/\text{h}$ bei einer Einblastiefe von $5,27\text{m}$.

Die erforderliche Luftmenge beträgt $1.347\text{Nm}^3/\text{h}$. Es stehen 2 Drehkolbenverdichter mit einer Liefermenge von $20,2\text{Nm}^3/\text{min}$ bzw. $1212\text{Nm}^3/\text{h}$ zur Verfügung. Bei Eintreten des Prognosezustands kann die Luftmenge für den Lastfall max. Sauerstoffbedarf über einen Drehkolbenverdichter nicht erbracht werden. Der max. Sauerstoffbedarf tritt nur selten und kurzzeitig auf. Der Lastfall max. Sauerstoffbedarf kann für dieses kurzfristig auftretenden Lastfall über das Zuschalten des 2. Redundanzgebläse erbracht werden bzw. durch eine Veränderung der Belüftungszeiten. Bei der Prognose-Belastung handelt es sich um den Maximalwert. Dieser wird voraussichtlich in den nächsten Jahrzehnten nicht erreicht. Für den Ist-Zustand ist ein Drehkolbenverdichter ausreichend. Bei einem erforderlichen Austausch der Drehkolbenverdichter wird empfohlen, diesen gegen eine entsprechend größeres Aggregat zu tauschen, das auch den Prognosefall abdeckt.

| | |
|------------------------------|------------------|
| Installierte Belüfterfläche: | 240 St Belüfter |
| Belüfterfläche je Stück | $0,16\text{m}^2$ |
| Belüfterfläche Gesamt | $35,2\text{m}^2$ |
| Belegungsichte | $5,4\%$. |

Die Belüfterbelegung entspricht der DWA M 229 für Stabilisierungsanlagen.

Säurekapazität

Die Säurekapazität ist rechnerisch zumindest zeitweise zu gering. Die Ablaufwerte der Kläranlage weisen allerdings keine Überschreitungen auf. Die maximale N_{ges} -Konzentration im Ablauf betrug im Auswertungszeitraum 2012 bis 2018 14,4mg/l. Der 85 Perzentilwert vom N_{ges} beträgt 6,7mg/l. Eine eingeschränkte Nitrifikation/ Denitrifikation ist bei der Kläranlage Kreuzwertheim nicht erkennbar. Sollte die Nitrifikation / Denitrifikation aufgrund der zu geringen Säurekapazität zukünftig eingeschränkt sein, kann durch die Zugabe von beispielsweise Kalk eine Verbesserung erreicht werden. Die Zugabe von Kalk führt ebenfalls zu einer Verbesserung des Schlammvolumenindex (ISV).

Nachklärbecken

Gemäß DWA-Arbeitsblatt A 131 und unter Anwendung des Bemessungsprogrammes *Belebungsexpert* ist mit diesen Ansätzen ein Trockensubstanzgehalt (TS_{AB}) von 2,70kg/m³ zulässig. Der Nachweis der bestehenden Nachklärung mit dem in der Praxis ermittelten TS-Gehalt von 4,22kg/m³ gelingt nicht. Dieser ist im Betrieb der Kläranlage jedoch ohne Überlastung bzw. Schlammabtrieb aus der Nachklärung nachweislich erreichbar.

Die Leistungsfähigkeit ohne Schlammabtrieb lässt sich in der Bemessung nur durch Annahme der Klarwasserzone mit -0,08m rechnerisch abbilden. Die maßgebende Beckentiefe auf 2/3 des Fließweges ist mit 3,37 m bereits vorhanden. Die in der Berechnung der Zonen h_{23} und h_4 enthaltenen Sicherheiten werden voll ausgeschöpft und sind in Realität/Praxisbetrieb des Nachklärbeckens der KA Kreuzwertheim noch größer.

Zur Überprüfung, dass die tatsächliche Leistungsfähigkeit des Nachklärbeckens tatsächlich höher ist und kein Schlammabtrieb vorhanden ist, wurde der rechnerisch ermittelte Überschussschlammfall mit der tatsächlich abgezogenen Überschussschlammmenge gemäß Betriebstagebuchauswertung bei der mittleren Belastung der Kläranlage verglichen. Es fällt im Mittel eine Überschussschlammmenge von 376kg/d an.

Gemäß Betriebstagebuch wird eine Überschussschlammmenge von ca. 60m³/d abgezogen. Bei einem mittleren Schlammrockensubstanzgehalt von 6,3kg/m³ wird täglich eine Schlammmenge von 378kg/d abgezogen.

Es wurde gemäß Betriebstagebuchauswertung im Zeitraum vom 2012-2018 eine Überschreitung der CSB Ablaufkonzentration am 15.10.2014 festgestellt (55mg/l bei einem Überwachungswert von 45mg/l). Die CSB-CSB-Ablaufkonzentration, kann ebenfalls Hinweise auf Schlammabtrieb geben.

Es findet aus der Kläranlage Kreuzwertheim kein Schlammabtrieb statt. Es wird empfohlen, dass betriebsverhalten der Nachklärung zu beobachten, und im Falle einer Verschlechterung des ISV gegebenenfalls Verbesserungsmaßnahmen z.B. durch die Kalkzugabe einzuleiten.

Schlammbehandlung

Zur Schlammspeicherung wird ein Schlammstapelbehälter mit 1000m³ Füllvolumen verwendet. Der 2. Behälter wird zur Filtratwasserspeicherung verwendet. Das anfallende Filtrat wird in diesem zwischen gespeichert und über einen Zeitraum von ca. einem halben Jahr der Kläranlage zugeführt. Durch die Bewirtschaftung mit den 2. Behälter wird die Kläranlage nur mit einer geringfügigen Stickstoffrückbelastung belastet. Zugabe ca. 8m³/d Filtrat. Die Bewirtschaftung mittels Filtratwasserspeicher sollte zur geringen Stickstoffrückbelastung beibehalten werden.

Belüftungssystem

Das Belüftungssystem weist teilweise eine Grobblasigkeit auf. Die Ursache kann entweder durch defekte Belüfter verursacht werden oder durch Schlamm- oder Rechengutablagerungen. Zur Ursachenklärung des grobblasigen Lufteintrags soll eine Entschlammung des Belebungsbeckens durchgeführt werden. Sollte die Entschlammung zu keiner Verbesserung des Belüftungsbilds führen wird empfohlen, mittelfristig Haushaltsmittel für die Belüftererneuerung zurück zu legen.

9 Antrag

Der Markt Kreuzwertheim beantragt hiermit die Erteilung einer weiteren Erlaubnis nach §57 Abs. 1 Nr.1 WHG zur Einleitung der gemäß vorstehender Beschreibung gereinigtem Abwasser in den Main auf der Grundlage der nachfolgenden Einleitwerte:

- CSB 45 mg/l
- BSB₅ 20 mg/l
- NH₄-N 10 mg/l (01.Mai bis 31.Oktober)
- N_{ges} 18 mg/l (01.Mai bis 31.Oktober)
- P_{ges} 1 mg/l

Die Beprobung erfolgt von der nicht abgesetzten, homogenisierten qualifizierten Mischprobe

Abflussmengen: (gemäß Bescheid vom 04.03.1999)

Trockenwetterabfluss 186m³/h (51,7l/s)

Bzw. 2081m³/d

Mischwasserabfluss 327m³/h (90,8l/s)

Gemäß Schmutzfrachtberechnung Büro Köhl

Aufgestellt:

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

Würzburg, 23.10.2020



Volker Gottwald
Niederlassungsleiter