Anlage 4:

Ergänzungen vom 16.06.2016 und 29.09.2016 zum Gutachten der Behrendt Gesellschaft für Umweltberatung mbH: „Anschluss des Ablaufes der chemisch physikalischen biologischen Abwasseraufbereitungsanlage an die Kläranlage Heßheim“ vom 27.07.2015

Genehmigt gemäß §§ 6,10,12,13,16, BImSchG

mit Bescheid vom 22.07.2019
Az.: 8930 – RPK 004 :314
Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
Obere Abfallbehörde
Im Auftrag
Doris Schmitt

vom 13.04.2016

BeGU
Behrendt
Gesellschaft für
Umweltberatung mbH

ltransporte und Sonderabfallbeseitigung

s Abwasserzweckverbandes „Mittleres Eckbachtal"

Stellungnahme

Mit Schreiben des AME vom 13.04.2016 ergaben sich folgende Fragestellungen:

1. Einhaltung der Anforderungen des Merkblattes DWA (früher ATV) M 115 Teil 2 vom Februar 2013
2. Festlegen eines Ablaufwertes von Pges., so dass im Kläranlagenablauf ein Pges.- Ablaufwert von 1 mg/l P nicht gefährdet ist
3. Festlegen der CSB-Ablaufkonzentration, so dass im Kläranlagenablauf ein CSB-Ablaufwert von 60 mg/l O_2 nicht gefährdet ist
4. Festlegen eines Ablaufwertes für den Parameter TN_b

Zu 1. Süd-Müll verpflichtet sich, die Anforderungen gemäß Merkblatt nach DWA M 115 Teil 2 sowie die Anforderungen der Abwasserverordnung einzuhalten. Insbesondere bei den Schwermetallen und beim AOX verpflichtet sich die Firma Süd-Müll im Hinblick auf die Sicherstellung der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung der Kläranlage Heßheim des AME strengere Anforderungen einzuhalten. Des Weiteren ergeben sich aus Anhang 27 zu Abwasserverordnung strengere Anforderungen als in DWA M 115 angegeben.

In der folgenden Tabelle werden nur die strenger einzuhaltenden Ablaufwerte unter „Ablaufwerte Süd-Müll" angegeben. Strengere Werte, die sich aus der Abwasserverordnung ergeben, werden mit (Anh.27) gekennzeichnet.

Parameter	DWA M 115 Teil 2	Ablaufwerte Süd-Müll
Temperatur	35°C	wird eingehalten
pH-Wert	6,5 – 10	wird eingehalten
schwerflüchtige lipophile Stoffe	300 mg/l	wird eingehalten
Kohlenwasserstoffindex	20 mg/l	wird eingehalten

BeGU Behrendt Gesellschaft für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 560 10, Konto: 0193008864
IBAN: DE67 5455 0010 0193 0088 64
BIC: LUHSDE6AXXX

Parameter	DWA M 115 Teil 2	Ablaufwerte Süd-Müll
AOX	1 mg/l Cl	0,5 mg/l
LHKW	0,5 mg/l Cl	wird eingehalten
Phenolindex	100 mg/l	wird eingehalten
Organische halogenfreie Lösemittel	10 g/l als TOC	wird eingehalten
Antimon	0,5 mg/l	wird eingehalten
Arsen	0,5 mg/l	0,03 mg/l
Blei	1 mg/l	0,5 mg/l (Anh. 27)
Cadmium	0,5 mg/l	0,001 mg/l
Chrom	1 mg/l	0,5 mg/l (Anh. 27)
Chrom VI	0,2 mg/l	0,002 mg/l
Cobalt	2 mg/l	wird eingehalten
Kupfer	1 mg/l	0,5 mg/l (Anh. 27)
Nickel	1 mg/l	0,06 mg/l
Quecksilber	0,1 mg/l	0,001 mg/l
Zinn	5 mg/l	wird eingehalten
Zink	5 mg/l	2 mg/l (Anh. 27)
Ammonium-Stickstoff	100 mg/l N	50 mg/l N
Stickstoff aus Nitrit	10 mg/l N	wird eingehalten
Cyanid, leicht freisetzbar	1 mg/l	0,1 mg/l (Anh. 27)
Sulfat	600 mg/l	wird eingehalten
	(im Einzelfall höhere Werte zulässig)	
Sulfid, leicht freisetzbar	2 mg/l	1 mg/l (Anh. 27)
Phosphor, gesamt	50 mg/l P	20 mg/l P
Spontane Sauerstoffzehrung	100 mg/l	wird eingehalten

Zusätzlich hält Süd-Müll im Hinblick auf eine weitere landwirtschaftliche Verwertung des Klärschlammes der Kläranlage Heßheim folgende Werte ein.:

Parameter	DWA M 115 Teil 2	Ablaufwerte Süd-Müll
Thallium	keine Angabe	0,002 mg/l
PCB	keine Angabe	0,002 mg/l
PCDD/PCDF	keine Angabe	0,5 ng/l TE
PCCD/F + dl PCB	keine Angabe	0,25 ng/l TE
PFT	keine Angabe	0,5 µg/l mg/l

BeGU Behrendt Gesellschaft für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen
Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de
Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796
Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

Zu 2. Süd-Müll verpflichtet sich einen Pges.-Ablaufwert von 20 mg/l P einzuhalten. Dieser besteht überwiegend aus fällbarem Phosphat.

Süd-Müll nimmt nach eigenen Aussagen keine inerten, biologisch nicht abbaubaren gelösten Phosphate (z. B. Phosphonate) an. Beim Abbau von biologisch abbaubaren organisch gebundenen Phosphaten entsteht ortho-Phosphat. Dieses wiederum kann chemisch gefällt werden.

Um den künftigen Überwachungswert für Pges.-P von 1 mg/l P sicher einzuhalten, wird die Fällung auf der Kläranlage so eingestellt, dass 0,7 mg/l P im Ablauf der Kläranlage erreicht werden. Dies ist nach den bisherigen Betriebserfahrungen bei einer Optimierung der Phosphatfällung sicher einzuhalten.

Die Jahresschmutzwassermenge der Kläranlage Heßheim betrug in den Jahren 2012 – 2014 im Mittel 1.284.140 m³/a. Daraus errechnet sich eine Jahresfracht von 900 kg/d P.

Setzt man für die CPB-Anlage den Gehalt an ortho-Phosphat und partikulär gebundenem Phosphat nach der Fällung an der Kläranlage Heßheim mit 0,7 mg/l P und den inerten nicht fällbaren Anteil an Phosphor im Ablauf der CPB-Anlage mit 4 mg/l an, so erhöht sich der Ablaufwert an der Kläranlage um 0,12 mg/l P. Hierbei wurde eine Jahresschmutzwassermenge der CPB-Anlage von 40.000 m³/a angesetzt.
Aufgrund vorliegender Betrachtungen verpflichtet sich Süd-Müll einen nicht fällbaren gelösten Gehalt von Pges.-P von 4 mg/l P im Ablauf der CPB-Anlage einzuhalten.

Zu 3. Künftig wird der CSB-Überwachungswert der Kläranlage Heßheim im Ablauf der Kläranlage auf 60 mg/l O_2 festgesetzt.

Die Firma Süd-Müll verpflichtet sich künftig einen CSB-Wert im Ablauf der CPB-Anlage von maximal 400 mg/l O_2 einzuhalten. Dies führt zu einer Erhöhung des CSB im Ablauf der Kläranlage Heßheim um 12 mg/l O_2. Für die Betrachtung der Jahresfrachten, die dieser Berechnung zugrunde liegen, wurden die unter Punkt zu 2. genannten Jahresschmutzwassermengen angesetzt. In den Jahren 2012 – 2014 betrug der am höchsten gemessene CSB-Gehalt im Ablauf der Kläranlage Heßheim bei insgesamt 148 vorliegenden 2-Stunden Mischproben 49 mg/l O_2. Der zweithöchste Wert wurde einmalig mit 45 mg/l O_2 ermittelt. Der Mittelwert betrug 26 mg/l O_2.

BeGU Behrendt Gesellschaft
für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6238/4494-600
Telefax: + 49 (0)6238/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 54008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 205323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

Da die Wahrscheinlichkeit, dass die höchste Konzentration im Ablauf der Kläranlage mit der im Ablauf der CPB-Anlage genau zusammentrifft, ist sehr gering. Des Weiteren kann davon ausgegangen werden, dass das Abwasser der CPB-Anlage biologisch noch weiter in der Belebung der KA Heßheim abgebaut wird. Daher halten wir einen Überwachungswert von 400 mg/l O_2 für den CSB im Ablauf der CPB-Anlage für unproblematisch im Hinblick auf den für die Kläranlage zu erwartenden Überwachungswert von 60 mg/l O_2 im Ablauf.

Zu 4: Unter dem TN_b versteht man die Summe aus Ammonium-, Nitrit- und Nitratstickstoff sowie organisch gebundenem Stickstoff. Im Gutachten der BeGUmbH vom Juli 2015 wurde der TN_b im Ablauf der CPB-Anlage zur Festlegung der Bemessungsdaten der Kläranlage Heßheim auf 100 mg/l N und der im TN_b enthaltene Ammoniumgehalt auf 50 mg/l N festgelegt. Die verbleibenden 50 mg/l N teilen sich auf Nitrat-Stickstoff (< 25 mg/l N laut Anlagenhersteller Fa. Wehrle Umwelt GmbH, Emmendingen), Nitrit (< 10 mg/l N laut DWA M 115, Teil 2). Da die Firma Süd-Müll nach eigenen Angaben keine inerten und nicht abbaubaren Stickstoffverbindungen annimmt, wurde der organisch gebundene Anteil an Gesamtstickstoff im Ablauf der CPB-Anlage auf Werte von 15 mg/l N geschätzt. Zu diesem Wert gibt es keine fundierten Literaturangaben, da es hierzu keine Grenzwerte im Anhang 27 der Abwasserverordnung noch im DWA M 115, Teil 2 gibt.

Monatliche Messungen über 2 Jahre bezüglich TNb in der Tagesmischprobe sollen den angenommenen TNb-Wert von 100 mg/l N bestätigen. Diesen bitten wir daher zunächst als Zielwert und nicht als Überwachungswert anzusetzen.

Literatur:

DWA-M 115-2 (Februaur 2013)): Indirekteinleitung nicht häusiichen Abwassers – Teil 2: Anforderungen

Abwasserverordnung vom 21.03.1997, zuletzt geändert 02.09.2013 , Anhang 27

Neuhofen, den 16.06.2016

BeGU mbH

M. Behrendt

Martina Behrendt

Diplom-Biologin

BeGU Behrendt Gesellschaft für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh
USt-IdNr. DE 295323795

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 6193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

BeGU
Behrendt
Gesellschaft für
Umweltberatung mbH

Ergänzung zum Gutachten vom 27.07.2015
Anschluss des Ablaufes
der chemisch physikalisch biologischen
Abwasseraufbereitungsanlage an die Kläranlage Heßheim

Genehmigt gemäß §§ 6,10,12,13,16, BImSchG

mit Bescheid vom 22.07.2019
Az.: 8930 – RPK 004 :314
Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd
Obere Abfallbehörde
Im Auftrag
Doris Schmitt

Auftraggeber:

Süd-Müll GmbH & Co. KG
für Abfalltransporte und Sonderabfallbeseitigung

67258 Heßheim

Bearbeiter:

Martina Behrendt, BeGU Behrendt Gesellschaft für Umweltberatung mbH
Diplombiologin

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Allgemeines	1
2.	Auswirkungen auf das RÜB	2
3.	Überprüfung der zusätzlichen Belastung an der Kläranlage Heßheim	3
3.1	Allgemeines	3
3.2	Ist-Situation – außerhalb der Weinkampagne plus Abwasser der CPB-Anlage der Firma Süd-Müll	6
3.3	Ist-Situation – während der Weinkampagne plus Abwasser der CPB-Anlage der Firma Süd-Müll	8
3.4	Auswirkungen des Anschlusses der CPB-Anlage auf die Ablaufwerte der Kläranlage	9
4	Zusammenfassung	10

Anlagen

Anlage 1: Berechnung RÜB

Anlage 2: Simulationsrechnungen mittels BelebungsExpert

Anlage 2.1: Istbelastung außerhalb der Weinkampagne, mit CPB-Anlage, aerobe Stabilisation
Anlage 2.2: Istbelastung außerhalb der Weinkampagne, mit CPB-Anlage, 6-h-Zyklus
Anlage 2.3: Istbelastung außerhalb der Weinkampagne, mit CPB-Anlage, 8-h-Zyklus
Anlage 2.4: Istbelastung während der Weinkampagne, mit CPB-Anlage, aerobe Stabilisation
Anlage 2.5: Istbelastung während der Weinkampagne, mit CPB-Anlage, 6-h-Zyklus
Anlage 2.6: Istbelastung während der Weinkampagne, mit CPB-Anlage, 8-h-Zyklus

Anlage 3: Berechnung des erforderlichen Sauerstoffeintrages

Istbelastung plus CPB-Anlage außerhalb der Weinkampagne
Istbelastung plus CPB-Anlage während der Weinkampagne

Literatur

[1] Anschluss des Ablaufes der chemisch physikalisch biologischen Abwasseraufbereitungsanlage an die Kläranlage Heßheim, Gutachten BeGUmbH, Juli 2015

[2] Regenüberlaufbecken Heßheim, Genehmigungsplanung ipr Consult, Neustadt, November 2001

[3] ATV- Regelwerk, Arbeitsblatt A 128, Richtlinie für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen, GFA, Hennef, April 1992

[4] Belebungs-Expert – Software zum Arbeitsblatt ATV – DVWK-A 131 – Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen, Hennef 2000

[5] Sondervorschlag zum Neubau der Gruppenkläranlage Heßheim nach dem DIC-SBR-Verfahren, LimnoTec, Melle, August 2001

[6] DWA-M 210, Belebungsanlagen mit Aufstaubetrieb (SBR), GFA, Hennef, Juli 2009

BeGU Behrendt Gesellschaft für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

Abkürzungen

a	jährlich
AN	Ablauf Nachklärung
$B_{d,x}$	Tagesfracht
BM	Bemessung
BSB_5	biologischer Sauerstoffverbrauch innerhalb von 5 Tagen
CPB	chemisch-physikalisch-biologisch
C	Kohlenstoff
CSB	chemischer Sauerstoffbedarf
d	täglich
D	Denitrifikation
E	Einwohner
G	Gramm
ha	Hektar
JSM	Jahresschmutzwassermenge
KA	Kläranlage
kg	Kilogramm
l	Liter
m	Meter
mm	Millimeter
m^3	Kubikmeter
min	Minute
n	Anzahl
N	Stickstoff
Nitri	Nitrifikation
NH_4-N	Ammoniumstickstoff
NO_3-N	Nitratstickstoff
NO2-N	Nitritstickstoff
O_2	Sauerstoff
OC	Sauerstoffverbrauch
orgN	organisch gebundener Stickstoff
OV	Sauerstoffeintrag
Q_f	Fremdwasser
Q_{h+g}	Trockenwetterabfluss häusl. und gewerbl.
Q_{Dep}	Trockenwetterabfluss Deponie
$Q_{Weinbau}$	Trockenwetterabfluss Weinbau
Q_{CPB}	Trockenwetterabfl. CPB-Anlage
R	Reaktions.-
RÜB	Regenüberlaufbecken
s	Sekunde
TNb	Stickstoff gebunden
TS	Trockenmasse
t_{TS}	Schlammalter
ÜES	Überschussschlammproduktion
V	Volumen
V_{BB}	Belebungsvolumen
V_D	Denitrifikationsvolumen
V_N	Nitrifikationsvolumen
VG	Verbandsgemeinde
Z	Zyklus.-

BeGU Behrendt Gesellschaft
für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

1. Allgemeines

Die Fa. Süd-Müll GmbH & Co. KG plant am Standort in Heßheim die Errichtung einer chemisch-pysikalischen Reinigungsanlage mit nachgeschalteter biologischer Abwasserbehandlung. Die gesamte Abwasseraufbereitung wird künftig CPB-Anlage genannt. In der biologischen Reinigungsstufe erfolgt neben einem Kohlenstoffabbau auch eine Elimination von Stickstoff durch Nitrifikation und Denitrifikation.

Seitens BeGUmbH wurde im Juli 2015 ein Gutachten [1] erstellt, in dem die Auswirkungen der CPB-Anlage auf das RÜB und die Kläranlage Heßheim betrachtet wurden.

Die Ablaufwerte bezüglich der Stickstoffparameter werden sich gegenüber der ursprünglichen Fassung des Gutachtens nach Aussage von Herrn Berg, Firma Wehrle Umwelt GmbH, Emmendingen (Anlagenhersteller, Telefonat vom 08.2016) bedingt durch eine verbesserte Nitrifikation der CPB-Anlage wie folgt verändern:

Stickstoffablaufwerte (in mg/l N)

	Aktualisiert	Gutachten 27.07.2015/ Stellungnahme vom 17.05.2016
TN_b	< 100	für Bemessung 100 mg/l N angenommen
$N_{org.}$	< 15	< 17 (15 nach Stellungnahme vom 17.05.2016)
NH_4-N	< 10	50 (für Bemessung angenommen)
NO_3-N	< 80	25 (für Bemessung angenommen)
NO_2-N	< 5	< 10 (nach Stellungnahme vom 17.05.2016)

Mit den aktualisierten Werten wird in der vorliegenden Stellungnahme das RÜB nochmals nachgerechnet. Des Weiteren wird die veränderte Belastung insbesondere von Ammonium und Nitrat auf die Gruppenkläranlage im Vergleich zu den Werten des Gutachtens vom Juli 2015 untersucht.

BeGU Behrendt Gesellschaft für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen
Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de
Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796
Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

2. Auswirkungen auf das RÜB

Im folgenden Kapitel werden die Auswirkungen des Abwassers der Firma Süd-Müll auf das RÜB Heßheim betrachtet.

Die Grundlagen des Bemessungsansatzes (Punkt 3.4.1) und die Ergebnisse der bisherigen Berechnungen (Anlage 5) sind im Gutachten vom Juli 2015 [1] beschrieben. Der Vollständigkeit halber wird das RÜB nochmals mit den veränderten aktualisierten Stickstoffgehalten nachgerechnet.

Das Volumen des RÜB Heßheim beträgt gemäß Planung 450 m^3 (ipr consult vom November 2001, [2]).

Anhand der vorhandenen Planung des Ingenieurbüros ipr consult vom November 2001 [2] wurde das RÜB mit den aktuellen Daten plus den erwarteten Daten der CPB-Anlage und einer Reserve von 1.000 Einwohnern (Trennkanalisation) auf Basis der ATV A 128 [3] nachgerechnet. Unter den heutigen Verhältnissen ohne CPB-Anlage genügt ein Beckenvolumen von 230 m^3.

Im Auslauf der CPB-Anlage wird mit Ammoniumgehalten unter 10 mg/l N, Nitratgehalten bis zu 80 mg/l N und mit Nitritgehalten unter 5 mg/l N gerechnet. Der organische Stickstoffgehalt wird seitens Fa. Wehrle mit 15 mg/l N abgeschätzt. Insgesamt liegt der TN_b-Gehalt im Ablauf der CPB-Anlage laut Fa. Wehrle bei maximal 100 mg/l N. Das CSB:TN_b-Verhältnis in häuslichem Abwasser beträgt etwa 1 : 0,1. Einem TN_b-Gehalt von 100 mg/l N würde somit ein CSB von 1.091 mg/l O_2 entsprechen. Rechnet man das RÜB Heßheim mit einem CSB von 1.091 mg/l O_2 für die CPB-Anlage sowie heutigen Verhältnissen und einer Reserve von 1.000 E (Trennkanalisation) durch, so ist ein Volumen von 254 m^3 erforderlich. Gegenüber dem Gutachten vom Juli 2015 erhöht sich das erforderliche Volumen um 11 m^3 und liegt somit immer noch deutlich unter dem vorhandenen Volumen von 450 m^3.

BeGU Behrendt Gesellschaft
für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

3. Überprüfung einer zusätzlichen Belastung an der Gruppenkläranlage Heßheim

In diesem Kapitel wird die Auswirkung der zusätzlichen Belastung auf die Gruppenkläranlage Heßheim mit den aktualisierten Stickstoffgehalten dargestellt.

3.1 Allgemeines

Die Gruppenkläranlage Heßheim ist für eine Normalbelastung von 31.000 E + EGW ausgelegt. Derzeit sind ca. 20.000 Einwohner angeschlossen. Die Auslegung für die Weinkampagne (Hochlast) beträgt 61.690 E + EGW.

Im Folgenden werden die Ergebnisse von Simulationsberechnungen mit dem Programm „Belebungs-Expert" Version 2.0.2 [4] der Vollständigkeit halber für die aktualisierten Stickstoffgehalte vorgestellt.

Die biologische Reinigung an der Gruppenkläranlage Heßheim wird entsprechend der Planung durch LimnoTec [5] mittels SBR-Verfahren (Sequence-Batch-Reactor) durchgeführt. Hierfür stehen vier Reaktoren mit einem Volumen von je 3.387 m^3 (bei 5,5 m Füllstandshöhe) zur Verfügung. Die mittlere Füllstandshöhe aller Reaktoren lag in den Jahren 2012 - 2014 bei 4,5 m (telef. Mitteilung Herr Asel, KA Heßheim). Daraus ergibt sich ein mittleres Reaktorvolumen von 2.771 m^3 pro Reaktor.

Für die Berechnungen wird die bei Trockenwetter in der Regel verwendete Betriebsweise „8-Stunden-Zyklus" sowie die der Bemessung durch LimnoTec [5] ebenfalls zugrunde liegende Betriebsweise „6-Stunden-Zyklus" verwendet. Bei beiden Betriebsweisen wird je Zyklus 2 Stunden dekantiert. Im Falle des 8-Stunden-Zyklus liegt die tatsächliche Reaktionszeit demnach bei 6/8 entsprechend 75 %. Das tatsächliche Reaktionsvolumen beträgt somit 2.078 m^3 pro Reaktor bzw. 8.313 m^3 bei 4 Reaktoren.

Im Falle des 6-Stunden-Zykluses beträgt die tatsächliche Reaktionszeit 4/6 entsprechend 67 %. Das tatsächliche Reaktionsvolumen pro Reaktor liegt somit bei 1.847 m^3 bzw. bei 7.390 m^3 bei 4 Reaktoren.

In der Auslegung von LimnoTec [5] wird eine reaktive Trockenmasse bei maximaler Füllstandshöhe von 5,44 g/l angesetzt. Dies entspricht bei einer mittleren Füllstandshöhe der Reaktoren von 4,5 m einer Trockenmasse von 6,6 g/l.

BeGU Behrendt Gesellschaft für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen
Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de
Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796
Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

Es werden Simulationsrechnungen (siehe Anlage 2) auf CSB-Basis (Frachten) für die Zeit vor und während der Weinkampagne unter Berücksichtigung des Anschlusses der CPB-Anlage mit den aktualisierten Stickstoffgehalten bei mindestens jeweils zwei verschiedenen Temperaturen, – 12 °C bzw. 20 °C –, durchgeführt. Die Berechnung für 12 °C ist für die Bemessung der Kläranlage erforderlich, die Simulation bei 20 °C dient der Ermittlung des maximal notwendigen Sauerstoffbedarfs. Als Reinigungsziel ist der Abbau des organischen Kohlenstoffs mit Nitrifikation und Denitrifikation bei aerober Schlammstabilisation vorgesehen. Das Schlammalter bei Anlagen, die für aerobe Schlammstabilisierung sowie gezielte Nitrifikation und Denitrifikation ausgelegt sind, muss mindestens 25 Tage betragen.

Zum Nachweis einer ausreichenden Nitrifikation und Denitrifikation wird näherungsweise mit einer intermittierenden Verfahrensweise außerhalb und während der Weinkampagne (Anlage 2.2, 2.3, 2.5, 2.6) gerechnet. Im Fall der DISC-SBR-Anlage werden im Realbetrieb bessere Ablaufwerte erzielt als es die Simulationsrechnung für intermittierende Denitrifikation abbildet. Bei den Simulationsrechnungen werden die unterschiedlichen Reaktionsvolumina für den 6-Stunden- und für den 8-Stunden-Zyklus mit einer Trockenmasse von 6,6 g/l bei einer mittleren Füllstandshöhe von 4,5 m berücksichtigt.

Für die Simulationsrechnungen werden die im Zulauf der Kläranlage von 2012 – 2014 mengenproportional entnommenen und mittels Feldmethoden untersuchten 24-Stunden-Mischproben verwendet. Die Herleitung der für die Simulationsrechnung erforderlichen Frachten befindet sich im Gutachten vom Juli 2015.

Das Schlammalter (t_{TS}) wird auf Basis des Arbeitsblattes ATV M 210 [6] vom Juli 2009 nach der nachfolgenden Formel ermittelt:

$$t_{TS} = (n * V_R * TS_R) / UES_d * (t_R/t_Z)$$

Dabei wird die täglich produzierte Überschussschlammtrockenmasse (UES_d) mit Hilfe des Programmes BelebungsExpert [4] für eine aerobe Stabilisierung mit einer gewählten Trockenmasse von 3,5 g/l ermittelt. Des Weiteren gehen in die Formel die Anzahl n = 4 der Reaktoren, sowie das maximale Reaktionsvolumen V_R = 3.387 m³ und die der Auslegung für V_R zugrundeliegende Trockenmasse TS_R = 5,44 g/l ein. t_Z steht für die Zyklusdauer (6 bzw. 8 Stunden) und t_R für die Reaktionszeit (4 bzw. 6 Stunden), d.h. Zykluszeit minus Dekantierzeit.

BeGU Behrendt Gesellschaft für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

Der erforderliche Sauerstoffbedarf wird ebenfalls auf Basis des Arbeitsblattes ATV M 210 [6] vom Juli 2009 ermittelt. Die Berechnung ist in Anlage 3.1 und 3.2 für den Zeitraum außerhalb und während der Weinkampagne dargestellt. Dabei wird die täglich produzierte Überschussschlammtrockenmasse (UES_d) sowie der für den Kohlenstoffabbau ermittelte Sauerstoffverbrauch ($OV_{d,C}$) mit Hilfe des Programmes BelebungsExpert [4] für eine aerobe Stabilisierung mit einer gewählten Trockenmasse von 3,5 g/l für die Zeiträume vor und während der Weinkampagne (Anlage 2.1, 2.4) ermittelt.

Die Ermittlung des maximalen Sauerstoffbedarfes wurde für den Zeitraum vor und während der Weinkampagne inclusive der CPB-Anlage für den 6-Stunden-Zyklus in Anhang 3 berechnet und für den 8-Stunden-Zyklus entsprechend hochgerechnet. Gemäß Bemessung wird das Verhältnis V_D/V_{BB} aus Gründen der Bemessungssicherheit entsprechend der Bemessung von LimnoTec [5] mit 0,15 angesetzt. (Rechnerisch liegt es unter 0,15). Das anteilige Nitrifikationsvolumen ergibt sich somit zu V_N/V_{BB} = 0,85. Im 6-Stunden-Zykius beträgt die Belüftungszeit somit (0,85 * 4) * 4 = 13,6 h und im 8-Stunden-Zyklus (0,85 * 4) * 6 = 20,4 Stunden. Im 6-Stunden-Zyklus ist der erforderliche Sauerstoffeintrag größer, da in kürzerer Zeit die gleiche Fracht umgesetzt werden muss.

Die Simulationsrechnungen für die Istbelastung vor und während der Weinkampagne (aerobe Stabilisation, 6 h Zyklus, 8 h Zyklus) befindet sich im Gutachten vom Juli 2015 in den Anlage 8.1 – 8.3 und 8.7 – 8.9. Die Simulationsrechnungen für die Belastung vor und während der Weinkampagne unter Berücksichtigung der CPB-Anlage (aerobe Stabilisation, 6 h Zykius, 8 h Zyklus; 8.4 – 8.6 und 8.10 – 8.12 des Gutachtens vom Juli 2015) werden der Vollständigkeit halber mit den aktualisierten Stickstoffgehalten durchgeführt (siehe unten Punkt 3.2 und 3.3).

BeGU Behrendt Gesellschaft
für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

3.2 Ist-Situation – außerhalb der Weinkampagne plus Abwasser der CPB-Anlage der Firma Süd-Müll

In der folgenden Simulation wird dargestellt, wie sich die Kläranlage mit der zusätzlichen Belastung der Firma Süd-Müll verhalten wird. Hierbei werden die vom Auslauf der CPB-Anlage maximal zu erwartenden Belastungen zu den derzeitigen Belastungen im Zulauf der Kläranlage außerhalb der Weinkampagne addiert.

Es wird davon ausgegangen, dass sowohl der BSB_5 als auch die abfiltrierbaren Stoffe im Ablauf der CPB-Anlage unter 5 mg/l liegen.

			(Anteil Süd-Müll)
Q_t	(addiert)	3.630 m^3/d	120 m^3/d (3,3 %)
$Q_{t\ in\ der\ 2h\text{-}Spitze}$	(aus Bescheid)	403 m^3/h	5 m^3/d (1,2 %)
Q_m	(aus Bescheid)	905 m^3/h	5 m^3/d (0,6 %)
CSB	(addiert)	4.630 kg/d	50 kg/d (1,1 %)
BSB_5	(addiert)	1.930 kg/d	0 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	(addiert)	2.670 kg/d	0 kg/d
TN_b	(addiert)	322 kg/d	12 kg/d (3,7 %)
Kjeldahl-Stickstoff	(addiert)	313 kg/d	3 kg/d (1,0 %)
Ammoniumstickstoff	(addiert)	238 kg/d	1 kg/d (0,4 %)
Gesamtphosphat	(addiert)	59 kg/d	2,4 kg/d (4,1 %)
Säurekapazität	(Messpr. 2003)	9 mmol/l	
Stossfaktor f_c	(Standardwert)		
Stossfaktor f_N	(Standardwert)		

Vorgaben:

Organischer Stickstoff im Ablauf		2 mg/l N
Ammoniumstickstoff im Ablauf		0 mg/l N
Nitratstickstoff	im Ablauf	8 mg/l N
Trockensubstanz	(Bemessung)	6,6 g/l*
Trockensubstanz	(Ansatz für aerobe Stabilisierung)	3,5 g/l
Belebungsbeckenvolumen (6-Stunden-Zyklus)		7.390 m^3
Belebungsbeckenvolumen (8-Stunden-Zyklus)		8.313 m^3

*) Die Trockensubstanz entspricht gemäß Bemessung 5,44 g/l bei max. Füllstandshöhe von 5,5 m. Bei 4,5 m Füllstandshöhe entspricht dies einer Trockensubstanz von 6,6 g/l.

BeGU Behrendt Gesellschaft für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen
Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de
Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796
Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 6193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

Ergebnis:

Bei einer aeroben Stabilisierung (Schlammalter: 25 Tage) wird mittels BelebungsExpert [4] bei einer Schlammtrockenmasse von 3,5 g/l eine tägliche Überschussschlammproduktion von 2.420 kg/d berechnet (Anl. 2.1). Diese wird benötigt, um das Schlammalter für die verschiedenen Betriebsweisen entsprechend der Formel auf Seite 4 zu ermitteln. Der tägliche Sauerstoffverbrauch für den Kohlenstoffabbau ($OV_{C,d}$) beträgt 2.954 kg/d O_2.

6-Stunden-Zyklus

Die Simulation (Anl. 2.2) ergibt, dass bei der Bemessungstemperatur von 12 °C die vorgegebenen Werte (insbesondere Ammonium und Nitrat) sicher eingehalten werden können.

Die erforderliche Sauerstoffzufuhr (αOC) bei 20 °C liegt bei ca. 366 kg/h. Gemäß [5] wurde die Kläranlage bei Hochlastbetrieb (Weinkampagne) für einen maximalen Sauerstoffeintrag von 518 kg/h ausgelegt.

Das berechnete Schlammalter beträgt 20,3 Tage

8-Stunden-Zyklus

Die Simulation (Anl. 2.3) zeigt, dass bei der Bemessungstemperatur von 12 °C die vorgegebenen Werte (insbesondere Ammonium und Nitrat) eingehalten werden können.

Die erforderliche Sauerstoffzufuhr (αOC) bei 20 °C liegt bei ca. 244 kg/h. Entsprechend der Bemessung [5] wurde die Kläranlage bei Hochlastbetrieb (Weinkampagne) für einen maximalen Sauerstoffeintrag von 518 kg/h ausgelegt.

Das berechnete Schlammalter beträgt 22,8 Tage

BeGU Behrendt Gesellschaft für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

3.3 Ist-Situation – während Weinkampagne plus Abwasser der CPB-Anlage der Firma Süd-Müll

In der folgenden Simulation wird dargestellt, wie sich die Kläranlage mit der zusätzlichen Belastung der Firma Südmüll verhalten wird. Hierbei werden die vom Auslauf der CPB-Anlage maximal zu erwartenden Belastungen zu den derzeitigen Belastungen im Zulauf der Kläranlage während der Weinkampagne addiert.

Es wird davon ausgegangen, dass sowohl der BSB_5 als auch die abfiltrierbaren Stoffe im Ablauf der CPB-Anlage unter 5 mg/l liegen.

			(Anteil Süd-Müll)
Q_t	(addiert)	4.055 m^3/d	120 m^3/d (3,0 %)
$Q_{t\ in\ der\ 2h\text{-}Spitze}$	(aus Bescheid)	403 m^3/h	5 m^3/d (1,2 %)
Q_m	(aus Bescheid)	905 m^3/h	5 m^3/d (0,6 %)
CSB	(addiert)	6.950 kg/d	50 kg/d (0,7 %)
BSB_5	(addiert)	3.040 kg/d	0 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	(addiert)	4.000 kg/d	0 kg/d
TN_b	(addiert)	308 kg/d	12 kg/d (3,8 %)
Kjeldahl-Stickstoff	(addiert)	299 kg/d	3 kg/d (1,0 %)
Ammoniumstickstoff	(addiert)	200 kg/d	1 kg/d (0,5 %)
Gesamtphosphat	(addiert)	60 kg/d	2,4 kg/d (4,0 %)
Säurekapazität	(Messpr. 2003)	9 mmol/l	
Stossfaktor f_c	(Standardwert)		
Stossfaktor f_N	(Standardwert)		

Vorgaben:

Organischer Stickstoff im Ablauf		2 mg/l N
Ammoniumstickstoff im Ablauf		0 mg/l N
Nitratstickstoff	im Ablauf	8 mg/l N
Trockensubstanz	(Bemessung)	6,6 g/l*
Trockensubstanz	(Ansatz für aerobe Stabilisierung)	3,5 g/l
Belebungsbeckenvolumen (6-Stunden-Zyklus)		7.390 m^3
Belebungsbeckenvolumen (8-Stunden-Zyklus)		8.313 m^3

*) Die Trockensubstanz entspricht gemäß Bemessung 5,44 g/l bei max. Füllstandshöhe von 5,5 m. Bei 4,5 m Füllstandshöhe entspricht dies einer Trockensubstanz von 6,6 g/l

BeGU Behrendt Gesellschaft für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

Ergebnis:

Bei einer aeroben Stabilisierung (Schlammalter: 25 Tage) wird mittels BelebungsExpert [4] bei einer Schlammtrockenmasse von 3,5 g/l eine tägliche Überschussschlammproduktion von 3.537 kg/d berechnet (Anl.2.4). Diese wird benötigt, um das Schlammalter für die verschiedenen Betriebsweisen entsprechend der Formel auf Seite 4 zu ermitteln.

6-Stunden-Zyklus

Die Simulation (Anl. 2.5) ergibt, dass bei der Bemessungstemperatur von 12 °C die vorgegebenen Werte (insbesondere Ammonium und Nitrat) eingehalten werden können.

Die erforderliche Sauerstoffzufuhr (αOC) bei 20 °C liegt bei ca. 476 kg/h. Gemäß [5] wurde die Kläranlage bei Hochlastbetrieb (Weinkampagne) für einen maximalen Sauerstoffeintrag von 518 kg/h ausgelegt.

Das berechnete Schlammalter beträgt 13,9 Tage

8-Stunden-Zyklus

Die Simulation (Anl. 2.6) zeigt, dass bei der Bemessungstemperatur von 12 °C die vorgegebenen Werte (insbesondere Ammonium und Nitrat) eingehalten werden können.

Die erforderliche Sauerstoffzufuhr (αOC) bei 20 °C liegt bei ca. 318 kg/h. Gemäß [5] wurde die Kläranlage bei Hochlastbetrieb (Weinkampagne) für einen maximalen Sauerstoffeintrag von 518 kg/h ausgelegt.

Das berechnete Schlammalter beträgt 15,6 Tage.

3.4 Auswirkungen des Anschlusses der CPB-Anlage auf die Ablaufwerte der Kläranlage

Durch Simulationsberechnungen mit dem Programm „Belebungs-Expert" [4] konnte gezeigt werden, dass sowohl außerhalb der Weinkampagne als auch während der Weinkampagne bei einer Einleitung des Ablaufes aus der CPB-Anlage mit den aktualisierten Stickstoffwerten die Ablaufwerte bezüglich Ammonium und Nitrat eingehalten werden können. Der Gehalt an Ammonium wird weiterhin unter 0,5 mg/l N liegen und der anorganische Gesamtstickstoff unter 8 mg/l N. Damit wird der Überwachungswert für anorganischen Gesamtstickstoff von 18 mg/l N sowie der nach § 4.5 Abwasserabgabengesetz erklärte Wert von 10 mg/l N eingehalten.

BeGU Behrendt Gesellschaft für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 3193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

Das Schlammalter hat sich durch die Veränderung der Stickstoffgehalte im Ablauf der CPB-Anlage nicht geändert, da der CSB bei der Betrachtung in diesem Bericht unverändert im Vergleich zum Gutachten vom Juli 2015 bleibt.

Die Auswirkung auf das Schlammalter ist durch die Einleitung des Ablaufes aus der CPB-Anlage der Firma Süd-Müll in die Kläranlage Heßheim nur unwesentlich höher. Die Abweichungen bei Anschluss der CPB-Anlage zur derzeitigen Belastung werden in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

	6-Stunden-Zyklus Abweichung Schlammalter		8-Stunden-Zyklus Abweichung Schlammalter	
	Tage	%	Tage	%
außerhalb Weinkampagne	0,2	1,0	0,3	1,2
während Weinkampagne	0,1	0,7	0,1	0,6

Die erforderliche Sauerstoffzufuhr hat sich im Vergleich zum Gutachten vom Juli mit einer Abweichung von 1 kg/h nicht bzw.nur geringfügig geändert. Der erforderliche Sauerstoffeintrag liegt unter dem Planungswert von LimnoTec [5].

5. Zusammenfassung

Die Fa. Süd-Müll GmbH & Co. KG plant am Standort in Heßheim die Errichtung einer chemisch-physikalischen Reinigungsanlage mit nachgeschalteter biologischer Abwasserbehandlung (CPB-Anlage).

Die BeGUmbH, Neuhofen wurde 2015 damit beauftragt, zu betrachten, ob ein Anschluss an die Kläranlage Heßheim möglich ist. Da zwischenzeitlich seitens des Anlagenherstellers eine Änderung der Stickstoffablaufwerte durch eine Verbesserung der Nitrifikation zugesagt wurde, wurde das Gutachten diese Punkte betreffend der Vollständigkeit halber nochmals überarbeitet.

Erwartungsgemäß machte sich die Aktualisierung der Ablaufwerte nicht bzw. nur sehr geringfügig bemerkbar, da sich bei der Bemessung der Kläranlage der gebundene Gesamtstickstoffgehalt (TN_b) nicht verändert hat. Unter dem TN_b versteht man die Summe aus Ammonium-, Nitrit- und Nitratstickstoff sowie organisch gebundenem Stickstoff. Durch die Nitrifikation verbessert sich der Ammoniumablaufwert während der Nitratwert zunimmt. Die Neuberechnungen liegen diesem Bericht bei.

BeGU Behrendt Gesellschaft für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

Voraussichtlich wird jedoch der Nitratwert im Zulauf der Kläranlage nicht messbar erhöht sein, da Nitrat im Kanal unter Verbrauch von Kohlenstoff abgebaut. Nitrat wird beispielsweise bei Geruchsproblemen in Kanälen eingesetzt, um eine Fäulnis zu unterbinden.

Aus meiner Sicht kann das Abwasser mit der veränderten Stickstoffzusammensetzung ohne Probleme an der Kläranlage angenommen werde. Lediglich beim Bescheid müssen die aktualisierten Konzentrationen der einzelnen Stickstoffparameter berücksichtigt werden.

Der TN_b im Ablauf der CPB-Anlage wird auf 100 mg/l N und der im TN_b enthaltene Ammoniumgehalt auf 10 mg/l N festgelegt. Der Nitrat-Stickstoff kann bis zu 80 mg/l N und der Nitritstickstoff bis zu 5 mg/l N betragen. Da die Firma Süd-Müll nach eigenen Angaben keine inerten und nicht abbaubaren Stickstoffverbindungen annimmt, wird der organisch gebundene Anteil an Gesamtstickstoff im Ablauf der CPB-Anlage auf Werte von 15 mg/l N geschätzt. Zu diesem Wert gibt es weder fundierte Literaturangaben noch Grenzwerte im Anhang 27 der Abwasserverordnung noch im DWA M 115, Teil 2.

Monatliche Messungen über 2 Jahre bezüglich TNb in der Tagesmischprobe sollen den angenommenen TNb-Wert von 100 mg/l N bestätigen. Diesen bitten wir daher zunächst als Zielwert und nicht als Überwachungswert anzusetzen.

Neuhofen, im September 2016
BeGUmbh
M. Behrendt
Martina Behrendt
Diplom-Biologin

BeGU Behrendt Gesellschaft für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

BeGU
Behrendt
Gesellschaft für
Umweltberatung mbH

Anlage 1

Berechnung RÜB

CPB mit TNb 100 mg/l N, CSB 1.091 mg/l O_2

BeGU Behrendt Gesellschaft
für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008964
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 64
BIC: LUHSDE6AXXX

Berechnung eines Regenbeckens nach ATV A 128
Ist-Zustand, Werte aus BTB, + 1.000 E Reserve, TNb 100 mg/l N

1. Wassermengenermittlung

Die Abflüsse in diesem Kapitel wurden nach ATV A 128 ermittelt

1.1 Mischwasserabfluss zur Kläranlage (laut Planung)

$Q_m = 2xQ_{sx} + Q_{t24}$ l/s

$Q_m = 34$ l/s

Einwohner: 3.000 E (Ist-Zustand)

1.2 Wassermengen des Einzugsgebietes(ermittelt aus Ist-Zustand):

$Q_{f,d}$:	=	173	m³/d	(täglicher Fremdwasserzufluss, aus Jahresmittel errechnet)
	=	2,00	l/s	
$Q_{h,d} + Q_{g,d}$:	=	311	m³/d	(mittlerer Trockenwetterabfluss häuslich, gewerblich)
		3,6	l/s	
$Q_{Dep,d}$:	=	115,0	m³/d	(mittlere Abwassermenge der Deponie, Messschacht)
		1,3	l/s	
$Q_{w,d}$:	=	6,6	m³/d	(bei 250 (l/ha*d))
		0,1	l/s	
$Q_{CPB,d}$:	=	120	m³/d	(mittlere Abwassermenge der CP, Planung)
		1,4	l/s	

daraus ergibt sich Q_{t24} zu:

$Q_{s24} = Q_{h24} + Q_{g24} + Q_{w24} + Q_{Dep24} + Q_{CP\,24}$ (aus $Q_{x,d}$ s.o. errechnet)

$Q_{t24} = Q_{s24} + Q_{f24}$

$Q_{s24} = 6,40$ l/s

$Q_{t24} = 8,40$ l/s

stündlicher Spitzenabfluss (abgeschätzt aus Abwasserverteilung der VG Hessheim)

$Q_{t24\ (ohne\ CPB)} = Q_{h24} + Q_{g24} + Q_{w24} + Q_{dep} + Q_{f24}$

$= 606$ m³/d

bei einer Gebrauchszeit von 16,8 Stunden ergibt sich der maximale Spitzenzufluss bei Trockenwetter wie folgt:

$Q_{s,hgwf}$	=	606/16,8	m³/h	
	=	38	m³/h	
		10,6	l/s	
Q_{sCP}	=	5,0	m³/h	(aus Planung der CPB)
		1,4	l/s	

stündlicher Spitzenzufluss bei Trockenwetter inclusive Deponie und CP

Qtx = 12,0 l/s

Berechnung eines Regenbeckens nach ATV A 128
Ist-Zustand, Werte aus BTB, + 1.000 E Reserve, TNb 100 mg/l N

1.3 Regenwetterabfluss

Grundlage: ATV A 128, Generalentwässerungsplan, Ist-Werte

Regenabfluss aus Trenngebieten Q_{rT24}

Q_{rT24} = Q_{sT24} l/s

Q_{rT24} = Einwoner * täglicher Trinkwasserverbrauch pro Einwohner/86400

Einwohner Trennsystem: 2.300 E Angabe VG für 2014 + 1.000 E

tägl. Trinnkwasser-anfall: 128 l/(E x d)

Q_{rT24} = 3,40741

Regenabfluss Q_{r24}: = Qm - Qt24-QrT24

= 22,1963

Kritischer Regenabfluss (aus Planung ipr)

A_u = 21 ha

r_{krit} 20 l/s

Q_{krit} = r_{krit} x A_u

420 l/s

Kritischer Mischwasserzufluss Q_{krit}

Summe Q_{di}: Summe aller oberhalb zufließender Drosselabflüsse

= 0

Q_{krit} = Q_{t24} + Q_{rkrit} + Summe Q_{di}

428,4 l/s

Mittlerer Regenabfluss während der Entlastungen Q_{Re}

Q_{re} = a_f + (3,0*A_u+3,2Q_{r24}) in l/s

mit

t_f = 25 min (aus Planung ipr)

a_f = 0,50 + 50 /(tf + 100) für tf <=30min

0,9

Qre = 120,625 l/s

Berechnung eines Regenbeckens nach ATV A 128
Ist-Zustand, Werte aus BTB, + 1.000 E Reserve, TNb 100 mg/l N

2 Volumenermittlung des RÜB

2.1 Gebietskenngrößen (aus Planung ipr)

Jahresniederschlagshöhe: 570 mm (aus BTB)

Gebietsflächen A_{ek} und A_u (aus Planung ipr)

A_{ek} = 21 ha

A_u = 21 ha

Fließzeit t_f

t_f = 25 min (aus Planung ipr)

Mittlere Neigungsgruppe NG_m

NG_m = 1 (aus Planung ipr)

2.2 Abflussspenden

Trockenwetterabflussspende q_{t24}

$q_{t24} = Q_{t24}/A_u$

0,39982 l/s

Regenabflussspende q_{r24}

q_{r24} = 1,05697

Trockenwetterkonzentration c_t

$c_t = (Q_h*c_h+q_g*c_g+Q_i*c_i)/(Q_h+Q_g+Q_i+Q_{f24})$

c_h = 890 mg/l

c_g = 890 mg/l

c_{dep} = 400 mg/l

c_w = 960 mg/l bei 2 EW/ha

c_{CPB} = 1.091 mg/l

mit

Q_w = 6,5 m³/d

$Q_h + Q_g$ = 311 m³/d

$Q_{D,d}$ = 115 m³/d

$Q_{CPB,d}$ = 120 m³/d

$Q_{f,d}$ = 173 m³/d

Berechnung eines Regenbeckens nach ATV A 128
Ist-Zustand, Werte aus BTB, + 1.000 E Reserve, TNb 100 mg/l N

daraus berechnet sich c_t

ct = 634,012

Mittleres Mischverhältnis im Überlaufwasser

m = (Qre + QrT24/Qt24)

14,7723

3 Bestimmung des erforderlichen Gesamtspeichervolumens

Ermittlung der zulässigen Entlastungsrate

c_t:c_r:c_k = 600:107:70 (nach ATV A 128)

Einfluss der Starkverschmutzer

a_c = ct/600 für ct > 600 mg/l

1,05669

Einfluss der Jahresniederschlagshöhe

a_h = hNa/800-1 bei hNa 600 - 1.000 mm

a_h = -0,2

-0,25 bei hNa < 600 mm

Einfluss der Kanalablagerungen

x_a = $24*Q_{t24}/Q_{tx}$

16,7426

dl = $0,001*(1+2(NG_M-1))$

0,001

t = $430*qt24^{0,45}*dl$

= 0,28

a_s = $(24/x_a)^{t}*(2-t)/10$

0,35248

Bemessungskonzentration im Trockenwetterabfluss c_b

c_b = $600*(a_c + a_h + a_s)$

695,499

Berechnung eines Regenbeckens nach ATV A 128
Ist-Zustand, Werte aus BTB, + 1.000 E Reserve, TNb 100 mg/l N

Rechnerische Entlastungskonzentration c_e

$c_e = (m*cr+cb)/(m+1)$

144,312

zulässige Jahresentlastungsrate e_0

$e_0 = 3700/(c_e-70)$

49,79

erforderliches Gesamtspeichervolumen

$H_1 = (4000+25*q_r)/(0,551+q_r)$

2504,05

$H_2 = (36,8+13,5*qr)/(0,5+qr)$

32,8004

VS = H1/(e0+6)-H2

12,0831

$V_{s,min} = 3,6+3,84*qr$

7,65875

somit $V_{s,min} < V_s$

Gesamtvolumen V

V = Vs * Au

253,745 m³

BeGU
Behrendt
Gesellschaft für
Umweltberatung mbH

Anlage 2

Simulationsrechnungen mittels BelebungsExpert

BeGU Behrendt Gesellschaft
für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

BeGU
Behrendt
Gesellschaft für
Umweltberatung mbH

Anlage 2.1

Simulationsrechnung mittels BelebungsExpert

Istbelastung außerhalb der Weinkampagne, mit CPB-Anlage

aerobe Stabilisation

BeGU Behrendt Gesellschaft
für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

Projekt: KA Heßheim außerhalb Weinkampagne, mit CPB

bearbeitet von: M.Behrendt

berechnet am: 27.09.2016

Zusammenfassung der Ergebnisse

ANLAGENKONFIGURATION:

- Belebungsbecken
- Nachklärung

REINIGUNGSZIELE:

- Abbau des org. Kohlenstoffs
- Nitrifikation
- Denitrifikation
- Simultane aerobe Schlammstabilisierung
- Phosphor-Simultanfällung

Denitrifikationsverfahren: intermittierende Denitrifikation

Fällmittel: dreiwertiges Eisen

LASTANNAHMEN:

Größenklasse: 1860 kg BSB_5/d

Berechnete Lastfälle:

- Lastfall 1: Bemessung
- Lastfall 3: Ermittlung des Sauerstoffbedarfs bei höchster Temperatur

Berechnung auf CSB -Basis

	Lastfall	1	2
Zulaufmenge:			
Abwassermenge	Q_d	3630	3630 m³/d
	Q_t	403	403 m³/h
Zulauffrachten:			
CSB	$B_{d,CSB}$	4630	4630 kg/d
Gelöster CSB	$B_{d,SCSB}$	1920	1920 kg/d
BSB_5	$B_{d,BSB}$	1930	1930 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	$B_{d,XTS}$	2670	2670 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	$B_{d,TKN}$	313,0	313,0 kg/d
Ammoniumstickstoff	$B_{d,NH4}$	238,0	238,0 kg/d
Nitratstickstoff	$B_{d,NO3}$	12,6	12,6 kg/d
Phosphor	$B_{d,P}$	59,0	59,0 kg/d

ABLAUFKONZENTRATIONEN:

Ammoniumstickstoff	$S_{NH4,AN}$	0,0	0,0 mg/l
Nitratstickstoff	$S_{NO3,AN}$	7,1	5,2 mg/l
Phosphor	$S_{P,AN}$	1,0	1,0 mg/l
Säurekapazität	$S_{KS,AN}$	3,0	3,1 mmol/l

BETRIEBSDATEN:

in Biomasse eingebundener Stickstoff	$X_{N,BM}$	31,9	31,9 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	$S_{NH4,N}$	53,3	53,3 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	$S_{NO3,D}$	49,7	51,7 mg/l
in Biomasse eingebundener Phosphor	$X_{P,BM}+X_{P,BIOP}$	6,4	6,4 mg/l
gefällter Phosphor	$X_{P,Fäll}$	8,9	8,9 mg/l
Fällmittelbedarf	FM	87,3	87,3 kg Metall/d

BELEBUNGSBECKEN:

Volumen Belebungsbecken	V_{BB}	17282	17282 m^3
erforderlicher Sicherheitsfaktor	erf. SF	1,75	1,75 -
vorhandener Sicherheitsfaktor	vorh. SF	4,05	9,61 -
Denitrifikationsanteil	V_D/V	26	25 %
Temperatur	T	12,00	20,00 °C
Schlammtrockensubstanz	TS_{BB}	3,50	3,50 kg/m^3
Schlammalter	t_{TS}	25,0	26,7 d
aerobes Schlammalter	$t_{TS,aer.}$	18,5	20,0 d
Maximale Taktzeit	t_T	5,7	4,1 h
Schlammproduktion:			
Tägliche Schlammproduktion	UES_d	2420	2265 kg/d
... davon aus P-Elimination	$UES_{d,P}$	218	218 kg/d
... davon aus ext. C-Dosierung	$UES_{d,ext}$	0	0 kg/d
Sauerstoffverbrauch:			
... aus C-Abbau	$OV_{d,C}$	2774	2954 kg/d
... aus Nitrifikation	$OV_{d,N}$	833	833 kg/d
... aus Denitrifikation	$OV_{d,D}$	-524	-544 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV_d	3083	3243 kg/d
Mittlerer stündl. Sauerstoffverbrauch	OV_h	128,5	135,1 kg/h
Stoßfaktor C	f_C	1,10	1,10 -
Stoßfaktor N	f_N	1,50	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV_h	145,8	152,5 kg/h
Erforderl. stündl. Sauerstoffeintrag	$alpha^*OC_h$	241,9	260,6 kg/h

BeGU
Behrendt
Gesellschaft für
Umweltberatung mbH

Anlage 2.2

Simulationsrechnung mittels BelebungsExpert

Istbelastung außerhalb der Weinkampagne, mit CPB-Anlage

6-h-Zyklus

BeGU Behrendt Gesellschaft
für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

Projekt: KA Heßheim außerhalb Weinkampagne, mit CPB, 6 h

bearbeitet von: M.Behrendt

berechnet am:
27.09.2016

Zusammenfassung der Ergebnisse

ANLAGENKONFIGURATION:

- Belebungsbecken
- Nachklärung

REINIGUNGSZIELE:

- Abbau des org. Kohlenstoffs
- Nitrifikation
- Denitrifikation
- Phosphor-Simultanfällung

Denitrifikationsverfahren: intermittierende Denitrifikation

Fällmittel: dreiwertiges Eisen

LASTANNAHMEN:

Größenklasse: 1860 kg BSB_5/d

Berechnete Lastfälle:

- Lastfall 1: Bemessung
- Lastfall 2: Nachweis der Nitrifikation bei tiefster Temperatur
- Lastfall 3: Ermittlung des Sauerstoffbedarfs bei höchster Temperatur

Berechnung auf CSB -Basis

	Lastfall	1	2	3
Zulaufmenge:				
Abwassermenge	Q_d	3630	3630	3630 m^3/d
	Q_t	403	403	403 m^3/h
Zulauffrachten:				
CSB	$B_{d,CSB}$	4630	4630	4630 kg/d
Gelöster CSB	$B_{d,SCSB}$	1920	1920	1920 kg/d
BSB_5	$B_{d,BSB}$	1930	1930	1930 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	$B_{d,XTS}$	2670	2670	2670 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	$B_{d,TKN}$	313,0	313,0	313,0 kg/d
Ammoniumstickstoff	$B_{d,NH4}$	238,0	238,0	238,0 kg/d
Nitratstickstoff	$B_{d,NO3}$	12,6	12,6	12,6 kg/d
Phosphor	$B_{d,P}$	59,0	59,0	59,0 kg/d

ABLAUFKONZENTRATIONEN:

Ammoniumstickstoff	$S_{NH4,AN}$	0,0	0,0	0,0 mg/l
Nitratstickstoff	$S_{NO3,AN}$	5,2	5,2	3,2 mg/l
Phosphor	$S_{P,AN}$	1,0	1,0	1,0 mg/l
Säurekapazität	$S_{KS,AN}$	3,1	3,1	3,2 mmol/l

BETRIEBSDATEN:

in Biomasse eingebundener Stickstoff	$X_{N,BM}$	31,9	31,9	31,9 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	$S_{NH4,N}$	53,3	53,3	53,3 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	$S_{NO3,D}$	51,7	51,7	53,6 mg/l
in Biomasse eingebundener Phosphor	$X_{P,BM}+X_{P,BIOP}$	6,4	6,4	6,4 mg/l
gefällter Phosphor	$X_{P,Fäll}$	8,9	8,9	8,9 mg/l
Fällmittelbedarf	FM	87,3	87,3	87,3 kg Metall/d

BELEBUNGSBECKEN:

Volumen Belebungsbecken	V_{BB}	7390	7390	7390 m^3
erforderlicher Sicherheitsfaktor	erf. SF	1,75	1,20	1,75 -
vorhandener Sicherheitsfaktor	vorh. SF	3,12	2,51	7,47 -
Denitrifikationsanteil	V_D/V	27	27	26 %
Temperatur	T	12,00	10,00	20,00 °C
Schlammtrockensubstanz	TS_{BB}	6,60	6,60	6,60 kg/m^3
Schlammalter	t_{TS}	19,5	19,1	21,1 d
aerobes Schlammalter	$t_{TS,aer.}$	14,2	13,9	15,6 d
Maximale Taktzeit	t_T	1,8	1,8	1,1 h
Schlammproduktion:				
Tägliche Schlammproduktion	UES_d	2499	2555	2317 kg/d
... davon aus P-Elimination	$UES_{d,P}$	218	218	218 kg/d
... davon aus ext. C-Dosierung	$UES_{d,ext}$	0	0	0 kg/d
Sauerstoffverbrauch:				
... aus C-Abbau	$OV_{d,C}$	2682	2617	2894 kg/d
... aus Nitrifikation	$OV_{d,N}$	833	833	833 kg/d
... aus Denitrifikation	$OV_{d,D}$	-544	-544	-564 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV_d	2971	2905	3162 kg/d
Mittlerer stündl. Sauerstoffverbrauch	OV_h	123,8	121,1	131,8 kg/h
Stoßfaktor C	f_C	1,10	1,10	1,10 -
Stoßfaktor N	f_N	1,70	1,70	1,70 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV_h	148,1	145,3	156,0 kg/h
Erforderl. stündl. Sauerstoffeintrag	$alpha^*OC_h$	249,1	242,0	270,3 kg/h

BeGU
Behrendt
Gesellschaft für
Umweltberatung mbH

Anlage 2.3

Simulationsrechnung mittels BelebungsExpert

Istbelastung außerhalb der Weinkampagne, mit CPB-Anlage

8-h-Zyklus

BeGU Behrendt Gesellschaft
für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

Projekt: KA Heßheim außerhalb Weinkampagne, mit CPB, 8 h

bearbeitet von: M.Behrendt

berechnet am: 27.09.2016

Zusammenfassung der Ergebnisse

ANLAGENKONFIGURATION:

- Belebungsbecken
- Nachklärung

REINIGUNGSZIELE:

- Abbau des org. Kohlenstoffs
- Nitrifikation
- Denitrifikation
- Phosphor-Simultanfällung

Denitrifikationsverfahren: intermittierende Denitrifikation

Fällmittel: dreiwertiges Eisen

LASTANNAHMEN:

Größenklasse: 1860 kg BSB_5/d

Berechnete Lastfälle:

- Lastfall 1: Bemessung
- Lastfall 2: Nachweis der Nitrifikation bei tiefster Temperatur
- Lastfall 3: Ermittlung des Sauerstoffbedarfs bei höchster Temperatur

Berechnung auf CSB -Basis

	Lastfall	1	2	3
Zulaufmenge:				
Abwassermenge	Q_d	3630	3630	3630 m^3/d
	Q_t	403	403	403 m^3/h
Zulauffrachten:				
CSB	$B_{d,CSB}$	4630	4630	4630 kg/d
Gelöster CSB	$B_{d,SCSB}$	1920	1920	1920 kg/d
BSB_5	$B_{d,BSB}$	1930	1930	1930 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	$B_{d,XTS}$	2670	2670	2670 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	$B_{d,TKN}$	313,0	313,0	313,0 kg/d
Ammoniumstickstoff	$B_{d,NH4}$	238,0	238,0	238,0 kg/d
Nitratstickstoff	$B_{d,NO3}$	12,6	12,6	12,6 kg/d
Phosphor	$B_{d,P}$	59,0	59,0	59,0 kg/d

ABLAUFKONZENTRATIONEN:

Ammoniumstickstoff	$S_{NH4,AN}$	0,0	0,0	0,0 mg/l
Nitratstickstoff	$S_{NO3,AN}$	7,1	7,1	5,2 mg/l
Phosphor	$S_{P,AN}$	1,0	1,0	1,0 mg/l
Säurekapazität	$S_{KS,AN}$	3,0	3,0	3,1 mmol/l

BETRIEBSDATEN:

in Biomasse eingebundener Stickstoff	$X_{N,BM}$	31,9	31,9	31,9 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	$S_{NH4,N}$	53,3	53,3	53,3 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	$S_{NO3,D}$	49,7	49,7	51,7 mg/l
in Biomasse eingebundener Phosphor	$X_{P,BM}+X_{P,BIOP}$	6,4	6,4	6,4 mg/l
gefällter Phosphor	$X_{P,Fäll}$	8,9	8,9	8,9 mg/l
Fällmittelbedarf	FM	87,3	87,3	87,3 kg Metall/d

BELEBUNGSBECKEN:

Volumen Belebungsbecken	V_{BB}	8313	8313	8313 m^3
erforderlicher Sicherheitsfaktor	erf. SF	1,75	1,20	1,75 -
vorhandener Sicherheitsfaktor	vorh. SF	3,62	2,91	8,63 -
Denitrifikationsanteil	V_D/V	26	26	25 %
Temperatur	T	12,00	10,00	20,00 °C
Schlammtrockensubstanz	TS_{BB}	6,60	6,60	6,60 kg/m^3
Schlammalter	t_{TS}	22,4	21,9	24,0 d
aerobes Schlammalter	$t_{TS,aer.}$	16,5	16,2	18,0 d
Maximale Taktzeit	t_T	2,7	2,7	2,0 h
Schlammproduktion:				
Tägliche Schlammproduktion	UES_d	2454	2507	2287 kg/d
... davon aus P-Elimination	$UES_{d,P}$	218	218	218 kg/d
... davon aus ext. C-Dosierung	$UES_{d,ext}$	0	0	0 kg/d
Sauerstoffverbrauch:				
... aus C-Abbau	$OV_{d,C}$	2734	2673	2928 kg/d
... aus Nitrifikation	$OV_{d,N}$	833	833	833 kg/d
... aus Denitrifikation	$OV_{d,D}$	-524	-524	-544 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV_d	3043	2982	3217 kg/d
Mittlerer stündl. Sauerstoffverbrauch	OV_h	126,8	124,2	134,0 kg/h
Stoßfaktor C	f_C	1,10	1,10	1,10 -
Stoßfaktor N	f_N	1,50	1,50	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV_h	144,1	141,6	151,4 kg/h
Erforderl. stündl. Sauerstoffeintrag	alpha*OC_h	239,2	232,5	258,7 kg/h

BeGU
Behrendt
Gesellschaft für
Umweltberatung mbH

Anlage 2.4

Simulationsrechnung mittels BelebungsExpert

Istbelastung während der Weinkampagne, mit CPB-Anlage

aerobe Stabilisation

BeGU Behrendt Gesellschaft
für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

Projekt: KA Heßheim während Weinkampagne, mit CPB

bearbeitet von: M.Behrendt

berechnet am:
27.09.2016

Zusammenfassung der Ergebnisse

ANLAGENKONFIGURATION:

- Belebungsbecken
- Nachklärung

REINIGUNGSZIELE:

- Abbau des org. Kohlenstoffs
- Nitrifikation
- Denitrifikation
- Simultane aerobe Schlammstabilisierung
- Phosphor-Simultanfällung

Denitrifikationsverfahren: intermittierende Denitrifikation

Fällmittel: dreiwertiges Eisen

LASTANNAHMEN:

Größenklasse: 1860 kg BSB_5/d

Berechnete Lastfälle:

- Lastfall 1: Bemessung
- Lastfall 3: Ermittlung des Sauerstoffbedarfs bei höchster Temperatur

Berechnung auf CSB -Basis

	Lastfall	1	2
Zulaufmenge:			
Abwassermenge	Q_d	4055	4055 m^3/d
	Q_t	403	403 m^3/h
Zulauffrachten:			
CSB	$B_{d,CSB}$	6950	6950 kg/d
Gelöster CSB	$B_{d,SCSB}$	2310	2310 kg/d
BSB_5	$B_{d,BSB}$	3040	3040 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	$B_{d,XTS}$	4000	4000 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	$B_{d,TKN}$	299,0	299,0 kg/d
Ammoniumstickstoff	$B_{d,NH4}$	200,0	200,0 kg/d
Nitratstickstoff	$B_{d,NO3}$	12,6	12,6 kg/d
Phosphor	$B_{d,P}$	60,0	60,0 kg/d

ABLAUFKONZENTRATIONEN:

Ammoniumstickstoff	$S_{NH4,AN}$	0,0	0,0 mg/l
Nitratstickstoff	$S_{NO3,AN}$	7,3	5,6 mg/l
Phosphor	$S_{P,AN}$	1,0	1,0 mg/l
Säurekapazität	$S_{KS,AN}$	4,6	4,7 mmol/l

BETRIEBSDATEN:

in Biomasse eingebundener Stickstoff	$X_{N,BM}$	42,8	42,8 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	$S_{NH4,N}$	29,9	29,9 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	$S_{NO3,D}$	25,7	27,4 mg/l
in Biomasse eingebundener Phosphor	$X_{P,BM}+X_{P,BIOP}$	8,6	8,6 mg/l
gefällter Phosphor	$X_{P,Fäll}$	5,2	5,2 mg/l
Fällmittelbedarf	FM	57,4	57,4 kg Metall/d

BELEBUNGSBECKEN:

Volumen Belebungsbecken	V_{BB}	25267	25267 m^3
erforderlicher Sicherheitsfaktor	erf. SF	1,75	1,75 -
vorhandener Sicherheitsfaktor	vorh. SF	4,93	11,53 -
Denitrifikationsanteil	V_D/V	10	10 %
Temperatur	T	12,00	20,00 °C
Schlammtrockensubstanz	TS_{BB}	3,50	3,50 kg/m^3
Schlammalter	t_{TS}	25,0	26,7 d
aerobes Schlammalter	$t_{TS,aer.}$	22,5	24,0 d
Maximale Taktzeit	t_T	15,3	11,7 h
Schlammproduktion:			
Tägliche Schlammproduktion	UES_d	3537	3311 kg/d
... davon aus P-Elimination	$UES_{d,P}$	144	144 kg/d
... davon aus ext. C-Dosierung	$UES_{d,ext}$	0	0 kg/d
Sauerstoffverbrauch:			
... aus C-Abbau	$OV_{d,C}$	4058	4321 kg/d
... aus Nitrifikation	$OV_{d,N}$	521	521 kg/d
... aus Denitrifikation	$OV_{d,D}$	-302	-322 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV_d	4276	4519 kg/d
Mittlerer stündl. Sauerstoffverbrauch	OV_h	178,2	188,3 kg/h
Stoßfaktor C	f_C	1,10	1,10 -
Stoßfaktor N	f_N	1,50	1,50 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV_h	193,8	205,0 kg/h
Erforderl. stündl. Sauerstoffeintrag	$alpha^*OC_h$	264,4	291,9 kg/h

BeGU
Behrendt
Gesellschaft für
Umweltberatung mbH

Anlage 2.5

Simulationsrechnung mittels BelebungsExpert

Istbelastung während der Weinkampagne, mit CPB-Anlage

6-h-Zyklus

BeGU Behrendt Gesellschaft
für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

Projekt: KA Heßheim während Weinkampagne, mit CPB, 6 h

bearbeitet von: M.Behrendt

berechnet am: 27.09.2016

Zusammenfassung der Ergebnisse

ANLAGENKONFIGURATION:

- Belebungsbecken
- Nachklärung

REINIGUNGSZIELE:

- Abbau des org. Kohlenstoffs
- Nitrifikation
- Denitrifikation
- Phosphor-Simultanfällung

Denitrifikationsverfahren: intermittierende Denitrifikation

Fällmittel: dreiwertiges Eisen

LASTANNAHMEN:

Größenklasse: 1860 kg BSB_5/d

Berechnete Lastfälle:

- Lastfall 1: Bemessung
- Lastfall 2: Nachweis der Nitrifikation bei tiefster Temperatur
- Lastfall 3: Ermittlung des Sauerstoffbedarfs bei höchster Temperatur

Berechnung auf CSB -Basis

	Lastfall	1	2	3
Zulaufmenge:				
Abwassermenge	Q_d	4055	4055	4055 m^3/d
	Q_t	403	403	403 m^3/h
Zulauffrachten:				
CSB	$B_{d,CSB}$	6950	6950	6950 kg/d
Gelöster CSB	$B_{d,SCSB}$	2310	2310	2310 kg/d
BSB_5	$B_{d,BSB}$	3040	3040	3040 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	$B_{d,XTS}$	4000	4000	4000 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	$B_{d,TKN}$	299,0	299,0	299,0 kg/d
Ammoniumstickstoff	$B_{d,NH4}$	200,0	200,0	200,0 kg/d
Nitratstickstoff	$B_{d,NO3}$	12,6	12,6	12,6 kg/d
Phosphor	$B_{d,P}$	60,0	60,0	60,0 kg/d

ABLAUFKONZENTRATIONEN:

Ammoniumstickstoff	$S_{NH4,AN}$	0,0	0,0	0,0 mg/l
Nitratstickstoff	$S_{NO3,AN}$	7,3	7,3	5,6 mg/l
Phosphor	$S_{P,AN}$	1,0	1,0	1,0 mg/l
Säurekapazität	$S_{KS,AN}$	4,6	4,6	4,7 mmol/l

BETRIEBSDATEN:

in Biomasse eingebundener Stickstoff	$X_{N,BM}$	42,8	42,8	42,8 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	$S_{NH4,N}$	29,9	29,9	29,9 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	$S_{NO3,D}$	25,7	25,7	27,4 mg/l
in Biomasse eingebundener Phosphor	$X_{P,BM}+X_{P,BIOP}$	8,6	8,6	8,6 mg/l
gefällter Phosphor	$X_{P,Fäll}$	5,2	5,2	5,2 mg/l
Fällmittelbedarf	FM	57,4	57,4	57,4 kg Metall/d

BELEBUNGSBECKEN:

Volumen Belebungsbecken	V_{BB}	7390	7390	7390 m^3
erforderlicher Sicherheitsfaktor	erf. SF	1,75	1,20	1,75 -
vorhandener Sicherheitsfaktor	vorh. SF	2,47	1,98	5,92 -
Denitrifikationsanteil	V_D/V	10	10	10 %
Temperatur	T	12,00	10,00	20,00 °C
Schlammtrockensubstanz	TS_{BB}	6,60	6,60	6,60 kg/m^3
Schlammalter	t_{TS}	12,5	12,2	13,7 d
aerobes Schlammalter	$t_{TS,aer.}$	11,3	11,0	12,3 d
Maximale Taktzeit	t_T	4,5	4,5	3,4 h
Schlammproduktion:				
Tägliche Schlammproduktion	UES_d	3894	3992	3557 kg/d
... davon aus P-Elimination	$UES_{d,P}$	144	144	144 kg/d
... davon aus ext. C-Dosierung	$UES_{d,ext}$	0	0	0 kg/d
Sauerstoffverbrauch:				
... aus C-Abbau	$OV_{d,C}$	3644	3531	4035 kg/d
... aus Nitrifikation	$OV_{d,N}$	521	521	521 kg/d
... aus Denitrifikation	$OV_{d,D}$	-302	-302	-322 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV_d	3863	3750	4233 kg/d
Mittlerer stündl. Sauerstoffverbrauch	OV_h	161,0	156,2	176,4 kg/h
Stoßfaktor C	f_C	1,15	1,15	1,15 -
Stoßfaktor N	f_N	2,00	2,00	2,00 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV_h	182,7	178,0	199,6 kg/h
Erforderl. stündl. Sauerstoffeintrag	alpha*OC_h	249,2	240,3	284,3 kg/h

Projekt: KA Heßheim während Weinkampagne, mit CPB, 8 h

bearbeitet von: M.Behrendt

berechnet am:
27.09.2016

Zusammenfassung der Ergebnisse

ANLAGENKONFIGURATION:

- Belebungsbecken
- Nachklärung

REINIGUNGSZIELE:

- Abbau des org. Kohlenstoffs
- Nitrifikation
- Denitrifikation
- Phosphor-Simultanfällung

Denitrifikationsverfahren: intermittierende Denitrifikation

Fällmittel: dreiwertiges Eisen

LASTANNAHMEN:

Größenklasse: 1860 kg BSB_5/d

Berechnete Lastfälle:

- Lastfall 1: Bemessung
- Lastfall 2: Nachweis der Nitrifikation bei tiefster Temperatur
- Lastfall 3: Ermittlung des Sauerstoffbedarfs bei höchster Temperatur

Berechnung auf CSB -Basis

	Lastfall	1	2	3
Zulaufmenge:				
Abwassermenge	Q_d	4055	4055	4055 m³/d
	Q_t	403	403	403 m³/h
Zulauffrachten:				
CSB	$B_{d,CSB}$	6950	6950	6950 kg/d
Gelöster CSB	$B_{d,SCSB}$	2310	2310	2310 kg/d
BSB_5	$B_{d,BSB}$	3040	3040	3040 kg/d
Abfiltrierbare Stoffe	$B_{d,XTS}$	4000	4000	4000 kg/d
Kjeldahl-Stickstoff	$B_{d,TKN}$	299,0	299,0	299,0 kg/d
Ammoniumstickstoff	$B_{d,NH4}$	200,0	200,0	200,0 kg/d
Nitratstickstoff	$B_{d,NO3}$	12,6	12,6	12,6 kg/d
Phosphor	$B_{d,P}$	60,0	60,0	60,0 kg/d

ABLAUFKONZENTRATIONEN:

Ammoniumstickstoff	$S_{NH4,AN}$	0,0	0,0	0,0 mg/l
Nitratstickstoff	$S_{NO3,AN}$	7,3	7,3	5,6 mg/l
Phosphor	$S_{P,AN}$	1,0	1,0	1,0 mg/l
Säurekapazität	$S_{KS,AN}$	4,6	4,6	4,7 mmol/l

BETRIEBSDATEN:

in Biomasse eingebundener Stickstoff	$X_{N,BM}$	42,8	42,8	42,8 mg/l
nitrifizierter Stickstoff	$S_{NH4,N}$	29,9	29,9	29,9 mg/l
denitrifiziertes Nitrat	$S_{NO3,D}$	25,7	25,7	27,4 mg/l
in Biomasse eingebundener Phosphor	$X_{P,BM}+X_{P,BIOP}$	8,6	8,6	8,6 mg/l
gefällter Phosphor	$X_{P,Fäll}$	5,2	5,2	5,2 mg/l
Fällmittelbedarf	FM	57,4	57,4	57,4 kg Metall/d

BELEBUNGSBECKEN:

Volumen Belebungsbecken	V_{BB}	8313	8313 m^3
erforderlicher Sicherheitsfaktor	erf. SF	1,75	1,20 1,75 -
vorhandener Sicherheitsfaktor	vorh. SF	2,83	2,27 6,77 -
Denitrifikationsanteil	V_D/V	10	10 10 %
Temperatur	T	12,00	10,00 20,00 °C
Schlammtrockensubstanz	TS_{BB}	6,60	6,60 6,60 kg/m^3
Schlammalter	t_{TS}	14,4	14,0 15,7 d
aerobes Schlammalter	$t_{TS,aer.}$	12,9	12,6 14,1 d
Maximale Taktzeit	t_T	5,0	5,0 3,8 h
Schlammproduktion:			
Tägliche Schlammproduktion	UES_d	3815	3909 3499 kg/d
... davon aus P-Elimination	$UES_{d,P}$	144	144 144 kg/d
... davon aus ext. C-Dosierung	$UES_{d,ext}$	0	0 0 kg/d
Sauerstoffverbrauch:			
... aus C-Abbau	$OV_{d,C}$	3736	3627 4102 kg/d
... aus Nitrifikation	$OV_{d,N}$	521	521 521 kg/d
... aus Denitrifikation	$OV_{d,D}$	-302	-302 -322 kg/d
Täglicher Sauerstoffverbrauch	OV_d	3955	3846 4301 kg/d
Mittlerer stündl. Sauerstoffverbrauch	OV_h	164,8	160,2 179,2 kg/h
Stoßfaktor C	f_C	1,15	1,15 1,15 -
Stoßfaktor N	f_N	2,00	2,00 2,00 -
Maximaler stündl. Sauerstoffverbrauch	OV_h	186,5	182,0 202,8 kg/h
Erforderl. stündl. Sauerstoffeintrag	alpha*OC_h	254,4	245,7 288,9 kg/h

BeGU
Behrendt
Gesellschaft für
Umweltberatung mbH

Anlage 2.6

Simulationsrechnung mittels BelebungsExpert

Istbelastung während der Weinkampagne, mit CPB-Anlage

8-h-Zyklus

BeGU Behrendt Gesellschaft
für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

BeGU
Behrendt
Gesellschaft für
Umweltberatung mbH

Anlage 9

Berechnung des erforderlichen Sauerstoffeintrages

Istbelastung plus CPB-Anlage außerhalb der Weinkampagne
Istbelastung plus CPB-Anlage während der Weinkampagne

BeGU Behrendt Gesellschaft
für Umweltberatung mbH
Maxburgstraße 1,
67141 Neuhofen

Telefon: + 49 (0)6236/4494-600
Telefax: + 49 (0)6236/4494-601
E-Mail:
M.Behrendt@BeGU-Umwelt.de

Geschäftsführer: Martina Behrendt
HRB 64008
AG Ludwigshafen/Rh.
USt-IdNr.: DE 295323796

Sparkasse Vorderpfalz
BLZ: 545 500 10, Konto: 0193008984
IBAN: DE47 5455 0010 0193 0089 84
BIC: LUHSDE6AXXX

Nachweis des erforderlichen Sauerstoffertrages

auf Basis des Arbeitsblattes DWA-M 210 (Stand Juli 2009)
für den Fall **Istbelastung plus CPB-Anlage außerhalb der Weinkampagne**

Folgende Annahmen wurden aus der Bemessung der Istbelastung außerhalb der Weinkampagne plus CPB-Anlage mittels BelebungsExpert für den Fall "aerobe Stabilisierung, intermittierende Denitrifikation"; [siehe Anlage 7] entnommen

Qd:	3.630 m³/d	
$B_{d,N}$	326 kg/d	incl. 3 kg/d NO3-N
$UES_{d,C}$	2.047 kg/d	bei 20°C
$Ov_{d,C}$	2.954 kg/d	bei 20°C

N-Einbau in Schlamm ($B_{d,orgN,BM}$) bei 0,04 kg N/kg BSB5

$B_{d,orgN,BM}$ = 0,04 * 2.047 = 82 kg/d N

organisch gebundener Stickstoff im Ablauf: 2 mg/l N

$B_{d,Norg.,AN}$ = 2 * 3.630/1.000 = 7 kg/d N

NO3-N im Ablauf: 8 mg/l N festgesetzt

$B_{d,NO3-N,AN}$ = 8 * 3.630/1.000 = 29 kg/d N

daraus folgt:

$B_{d,NH4-N,\ Nitri}$ = $B_{d,N} - B_{d,Norg.,BM} - B_{d,Norg.,AN}$ = 237 kg/d N

$OV_{d,N}$ = $4,3 * B_{d,NH4-N,\ Nitri}$ = 1.018 kg/d O2

$B_{d,NO3-N,D}$ = $B_{d,NH4-N,\ Nitri} - B_{d,NO3-N,AN}$ = 208 kg/d N

$OV_{d,D}$ = $2,9 * B_{d,NO3-N,D}$ = 603 kg/d O_2

Damit berechnet sich der maximale Spitzenverbrauch

$OV_{h,maxC}$ = $(f_C(OV_{d,C} - OV_{d,D}) + f_N * OV_{d,N})/24$
bei $f_C = 1,1$ und $f_N = 1,0$

= 150 kg/h O_2

$OV_{h,maxN}$ = $(f_C(OV_{d,C} - OV_{d,D}) + f_N * OV_{d,N})/24$
bei $f_C = 1,0$ und $f_N = 1,5$

= 162 kg/h O_2

maximaler erforderliche Sauerstoffeintrag unter Abwasserbedingungen

alpha OC = 9,1/(9,1 - 2) * 162 * 24/13,6

= 366 kg/h O_2

ausgelegt für alpha OC von 518 kg/h O_2

daraus folgt: Belüftung ausreichend groß bemessen

Nachweis des erforderlichen Sauerstoffertrages

auf Basis des Arbeitsblattes DWA-M 210 (Stand Juli 2009)
für den Fall **Istbelastung plus CPB-Anlage während der Weinkampagne**

Folgende Annahmen wurden aus der Bemessung der Istbelastung während der Weinkampagne plus CPB-Anlage mittels BelebungsExpert für den Fall
"aerobe Stabilisierung, intermittierende Denitrifikation"; [siehe Anlage 7] entnommen

Qd:	4.055 m³/d	
$B_{d,N}$	312 kg/d	incl. 12,6 kg/d NO3-N
$UES_{d,C}$	3.167 kg/d	bei 20°C
$Ov_{d,C}$	4.321 kg/d	bei 20°C

N-Einbau in Schlamm ($B_{d,orgN,BM}$) bei 0,04 kg N/kg BSB5

$B_{d,orgN,BM}$ = 0,04 * 3.167 = 127 kg/d N

organisch gebundener Stickstoff im Ablauf: 2 mg/l N

$B_{d,Norg.,AN}$ = 2 * 4.055/1.000 = 8 kg/d N

NO3-N im Ablauf: 8 mg/l N festgesetzt

$B_{d,NO3-N,AN}$ = 8 * 4.055/1.000 = 32 kg/d N

daraus folgt:

$B_{d,NH4-N,\ Nitri}$ = $B_{d,N}$ - $B_{d,Norg.,BM}$ - $B_{d,Norg.,AN}$ = 177 kg/d N

$OV_{d,N}$ = 4,3 * $B_{d,NH4-N,\ Nitri}$ = 762 kg/d O2

$B_{d,NO3-N,D}$ = $B_{d,NH4-N,\ Nitri}$ - $B_{d,NO3-N,AN}$ = 145 kg/d N

$OV_{d,D}$ = 2,9 * $B_{d,NO3-N,D}$ = 420 kg/d O_2

Damit berechnet sich der maximale Spitzenverbrauch

$OV_{h,maxC}$ = $(f_C(OV_{d,C} - OV_{d,D}) + f_N * OV_{d,N})/24$
bei f_C = 1,1 und f_N = 1,0

= 211 kg/h O_2

$OV_{h,maxN}$ = $(f_C(OV_{d,C} - OV_{d,D}) + f_N * OV_{d,N})/24$
bei f_C = 1,0 und f_N = 1,5

= 210 kg/h O_2

maximaler erforderliche Sauerstoffeintrag unter Abwasserbedingungen

alpha OC = 9,1/(9,1 - 2) * 211 * 24/13,6

= 476 kg/h O_2

ausgelegt für alpha OC von 518 kg/h O_2

daraus folgt: Belüftung ausreichend groß bemessen