

**Abwasserbehandlungsanlage
Nestlé Deutschland AG
Werk Biessenhofen**

ARA Biessenhofen

**Ausarbeitung zur Neugenehmigung
der Abwasserreinigungsanlage**



Erstellt durch:

Biogest International GmbH
Berthold-Haupt-Str. 37
01257 Dresden



Inhaltsverzeichnis

1	VORBEMERKUNG / VERANLASSUNG	3
2	EINZUHALTENDE ABLAUFGRENZWERTE	3
3	ARA BIESSENHOFEN	4
3.1	ALLGEMEINES	4
3.2	AUFBAU DER KLÄRANLAGE	4
3.3	AUSLEGUNGSDATEN UND BEMESSUNGSKENNZAHLEN	5
4	ERMITTLUNG DER BEMESSUNGSWERTE ZUR NEUGENEHMIGUNG	7
4.1	GRUNDLAGEN UND METHODIK	7
4.2	PARAMETER	8
4.2.1	Abwassermenge	8
4.2.2	Temperatur	8
4.2.3	pH-Wert	9
4.2.4	CSB – Chemischer Sauerstoffbedarf	9
4.2.5	BSB ₅ – Biochemischer Sauerstoffbedarf	10
4.2.6	Stickstoff	10
4.2.7	Phosphor	11
5	NEUBEMESSUNG DER KLÄRANLAGE ANHAND DER ERMITTELTEN BEMESSUNGSWERTE	12
6	AUSWERTUNG UND EMPFINDLICHKEITSPRÜFUNG	14
6.1	ALLGEMEINES ZUR AUSLEGUNG	14
6.2	ABWASSERMENGE	14
6.3	REINIGUNGSLEISTUNG DER SCHMUTZFRACHTEN	15
6.3.1	CSB und BSB ₅	15
6.3.2	Stickstoff	16
6.3.3	Phosphor	16
6.4	BELEBUNGSVOLUMEN	17
6.5	NACHKLÄRUNG	18
7	ZUSAMMENFASSUNG	19
8	ANLAGEN	20
A	KLÄRTECHNISCHE BERECHNUNG DER ARA BIESSENHOFEN NACH DWA A-131	20
B	BETRIEBSROHDATEN MIT STATISTISCHER AUSWERTUNG	20

1 Vorbemerkung / Veranlassung

Gemäß Merkblatt Nr. 4.5/1 zu „Abwassereinleitungen aus Industrie und Gewerbe“ des Bayerischen Landesamts für Umwelt, Kapitel 6.1, ist eine Genehmigung zum Betrieb einer Abwasseranlage befristet und muss alle 20 Jahre neu erteilt werden, um so den sich in stetem Wandel begriffenen Anforderungen im Gewässer- und Umweltschutz Rechnung zu tragen.

Diese Ausarbeitung soll dazu dienen, die für eine Neugenehmigung erforderlichen Grundlagen zu ermitteln.

2 Einzuhaltende Ablaufgrenzwerte

Die Vorgaben für die auf der Abwasseranlage Biessenhofen einzuhaltenden Ablaufgrenzwerte finden sich in Anhang 3 (Milchverarbeitung) der Abwasserverordnung. Im vorliegenden Fall sind jedoch strengere Anforderungen festzulegen, welche auf das Mischungsverhältnis mit dem im Vorfluter (Wertach) vorhandenen Wasservolumen beruhen. Die strengeren Ablaufgrenzwerte werden durch das Merkblatt 4.4/22 „Anforderungen an die Einleitungen von Schmutz- und Niederschlagswasser“ des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU) geregelt. Hier ist nach Tabelle 2 eine Einordnung in die Anforderungsstufe 3 der Größenklasse 3 vorzunehmen.

Daraus ergeben sich die folgenden Ablaufgrenzwerte:

Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	50 mg/l
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB ₅)	15 mg/l
Ammoniumstickstoff (NH ₄ -N) [1.5. bis 31.10.]	5 mg/l
Stickstoff gesamt (N ges) [1.5. bis 31.10.]	5,0 mg/l
Phosphor gesamt (P ges)	1 mg/l
Einleittemperatur	30°C

Gemäß dem Abwasserabgabebescheid 196 777 538 01 7 vom 09.12.2021 muss die Nestlé Deutschland AG jedoch lediglich folgende Parameter verpflichtend einhalten:

Jährliche Schmutzwassermenge	1,0 Mio. m ³
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	50 mg/l
Stickstoff gesamt (N ges)	4,9 mg/l
Phosphor gesamt (P ges)	1,2 mg/l

3 ARA Biessenhofen

3.1 Allgemeines

In der werkseigenen Abwasserbehandlungsanlage der Nestlé Deutschland GmbH, Werk Biessenhofen werden seit 1963 die anfallenden Abwässer vollbiologisch gereinigt.

Im Jahr 1981 wurde die bereits 1963 erstellte Kompaktanlage Typ „Aero-Accelator“ durch eine neue biologische Abwasserbehandlungsanlage ersetzt. Die neue Anlage wurde 1991 mit einer Denitrifikationsstufe zur Stickstoffelimination ergänzt.

Die Belebungsstufe der biologischen Abwasserbehandlungsanlage im Werk Biessenhofen wurde 1980/1981 erstellt und wird mittlerweile über 30 Jahre ununterbrochen betrieben. Die Anlage wurde 1992 mit einer vorgeschalteten Denitrifikation ergänzt um die im anfallenden Abwasser enthaltenen Nitratstickstoffverbindungen zu eliminieren.

3.2 Aufbau der Kläranlage

Die ARA der Nestlé Deutschland AG Werk Biessenhofen besteht aus den folgenden Funktionseinheiten:

- Zulaufgerinne
- Rechen
- Sandfang
- Pumpstation
- Denitrifikationsbecken
- 2 Belebungsbecken (Parallelbetrieb)
- 2 Entgasungsbecken
- Nachklärbecken
- Schlammumpstation für Rücklauf- und Überschussschlamm
- Gebläsestation
- Eindicker
- Schlammstapelbehälter
- Betriebsgebäude mit E-Schaltanlage, Labor, Werkstatt

Der anfallende Klärschlamm wird gemäß aktueller Betriebsführung im Lohnauftrag mit mobiler Entwässerungsmaschine entwässert und entsorgt.

3.3 Auslegungsdaten und Bemessungskennzahlen

In ihrer letzten Ausbaustufe wurde die ARA Biessenhofen unter Berücksichtigung der folgenden Zulaufdaten geplant:

Abwasser Zufluss:

Abwasseranfall		2x 2.608	m ³ /d
Abwassermenge	Qd TW	5.216	m ³ /d
Abwassermenge	Qh mittl.	2x 108	m ³ /h
		216	m ³ /h
Abwassermenge	Qh max	2x 215	m ³ /h
		430	m ³ /h
Abwassermenge	Qhydr. RW	705	m ³ /h

Abwasser Fracht:

Bd - BSB5		2x 1.095	kg/d
		2.190	kg/d
Bh - BSB5		2x 90	kg/d
		180	kg/d
Bd - CSB		2x 2.738	kg/d
		5.475	kg/d
Bh - CSB	2x	226	kg/d
		452	kg/d

Abwasser Konzentration:

BSB5 – mittl.	420	mg/l
BSB5 – max.	472	mg/l
CSB – mittl.	1.050	mg/l
CSB – max.	1.180	mg/l

Denitrifikation:

Nitratstickstofffracht	168	kgN/d
------------------------	-----	-------

P-Elimination:

Bd – Pges	80	kg/d
PO4-P	12	mg/l

Ablaufwerte:

BSB5	20	mg/l
CSB	90	mg/l
Nges	4,9	mg/l
NH4 -N	4,9	mg/l
Pges	1,2	mg/l

Die nachfolgend aufgeführten Bemessungskennzahlen wurden für die Planung, Genehmigung und Erstellung nach den seinerzeit bekannten Regeln der Technik und nach Ergebnissen mit Versuchsanlagen sowie mit Zustimmung von dem bayrischen Landesamt für Wasserwirtschaft im Jahr 1980 bzw. für die Denitrifikation im Jahr 1991 festgelegt.

Belebungsanlage:

Schlammbelastung	B_{TS}	0,2	kg BSB5/kg TS x d
Raumbelastung	B_R	0,8	kg BSB /m3 x d
Schlammindex	I_{SV}	200	ml/g
Schlammgehalt	TS_{BB}	4	kg / m3
Raumbeschickung	q_R	1,9	m3/m3 x d
Belüftungszeit	$Q_{mittl.}$	13	h
	Q_{max}	6,5	h
RW Q_{max}	t	4	h
Sauerstoffeintrag	OC_{LOAD}	2	kg O2/kg BSB5
max. $B_h - BSB5$		1,5	kg O2/kg BSB5 x h

Entgasungsbecken zwischen Belebungs- und Nachklärbecken:

Abwassermenge	Q_{max}	430	m ³ /h
Rücklaufschlamm	$Q_{RS-max.}$	430	m ³ /h
Entgasungszeit		16,7	min

Nachklärung:

Flächenbeschickung	$Q_{mittl.}$	q_F	0,26	m3/m2 x h
	Q_{max}	q_F	0,51	m3/m2 x h
	RW Q_{max}	q_F	0,84	m3/m2 x h
Schlammindex	I_{SV}	200	ml/g	
Schlammvolumen max.	V_{SV}	800	ml/l	
Schlammvolumenbelastung max.	SVF	0,21	m3/m2 x h	
Flächenbelastung	mittl.	BF	1,04	kg/m2 x h
	max.	BF	2,04	kg/m2 x h

Eindicker:

Schlammfall	$TS_{\dot{U}}$	0,6	kg/kg BSB ₅
Feststoffe im Abwasser	TS	420	kg/d
Schlammmenge	$TS_{\dot{U}}$	1.248	kg/d
Schlammmenge – gesamt		1.668	kg/d
Schlammkonzentration	TS_{RS}	8	kg/m3
Schlammabzug aus RS		208	m3/d
Flächenbeschickung		0,08	m3/m2 x h
Eindickflächenbelastung		15	kg/m2 x d
Schlamm n. Eindickung		3	%
Schlamm zur Entsorgung		56	m ³ /d

Denitrifikation:

Stickstofffracht	B_d-NO_3-N	168	kg/d
Stickstoffbelastung	B_{R-DN}	0,18	kg/m3 x d
	B_{TS-DN}	0,05	kgNO ₃ -N/kgTS x d

Die Flächen und Raumvolumina der Bauwerke sind wie folgt umgesetzt wurden:

Belebungsraumvolumen	V_{BB}	2.808	m ³
Denitrifikationsraumvolumen	V_{DN}	960	m ³
Nachklärung	F_{NK}	840	m ²
Eindicker	V_{Nutz}	452	m ²

4 Ermittlung der Bemessungswerte zur Neugenehmigung

4.1 Grundlagen und Methodik

Zur Ermittlung der tatsächlichen Belastung wurden die Betriebswerte der Abwasseranlage für die Zeit vom 01.01.2020 bis 31.05.2022 ausgewertet.

Die Auswertung wurde in Anlehnung an das DWA – ATV – Regelwerk A 198 vorgenommen. Die Daten werden vom Betreiber der Kläranlage erhoben und gespeichert und für diese Ausarbeitung zur Verfügung gestellt. Es muss unterstellt werden, dass die erhobenen Daten gemäß geltenden Vorschriften erfasst wurden.

Gemäß dem Regelwerk A 198 wurde bei der Auswertung darauf geachtet, dass

- der Abwasserzufluss regelmäßig und immer gleich ermittelt wird (hier über installierte Durchlaufmessgeräte)
- der Abwasserzufluss durch die vorgeschaltete Pumpstation maßgebend beeinflusst wird
- die maßgebenden Frachten des Auswertzeitraums repräsentativ ausgewählt werden
- keine Kombinationen von zeitlich getrennt auftretenden Frachten zugelassen wird

Im Hinblick auf eine Neubemessung der Kläranlage Biessenhofen auf der Grundlage der folgenden Betriebsdaten muss berücksichtigt werden, dass dem Kläranlagenzulauf auch Regenwasser zufließen kann. Es ist daher wichtig, eine gesonderte Betrachtung von Zulaufmenge (hydraulischer Belastung) und der im Abwasser enthaltenen Schadstoffe (Schmutzfracht) durchzuführen. Dies wird außerdem notwendig, weil es sich bei der Industrieanlage Biessenhofen um kein klassisches häusliches Abwasser handelt, welches mit den in der Abwassertechnik üblichen Maßstäben bewertet werden kann. Hier sind beispielhaft stark schwankende Abwasserkonzentrationen bedingt durch die Herstellung verschiedener Produkte (auch saisonal), Reinigungsvorgänge oder Tageszeiten zu nennen.

Eine Berechnung basierend auf ausgewählten Spitzenwerten der Tageszulaufmenge in Verbindung mit Spitzenwerten in der Schadstoffkonzentration wäre daher falsch, da beide Parameter aus verschiedenen Messzeitpunkten stammen können (Kumulation von Extremereignissen). Aus diesem Grund werden den Betriebswerten noch die täglichen Zulauffrachten der wichtigsten Parameter hinzugefügt, welche sich aus dem Produkt aus Zulaufmenge und der jeweiligen Schadstoffkonzentration errechnet. Die Zulauffracht gibt daher Rückschluss auf die am Messtag angefallene Zulaufmenge und der dazugehörigen Schadstoffmenge.

Grundsätzlich soll bei der Wahl der folgenden Auslegungsdaten darauf geachtet werden, dass diese an einem realen Produktionstag auftreten können und in Ihrer Kombination auch sinnhaft sind.

4.2 Parameter

4.2.1 Abwassermenge

Die Kläranlage der Nestlé Deutschland AG ist über eine Mischkanalisation angeschlossen. Es muss daher im Regenwetterfall mit einem kurzzeitig erhöhten Abwasseraufkommen gerechnet werden. Der Zustand der Kanäle und Rohrleitungen wird als gut eingeschätzt. Anhand der Auswertung der vorhandenen Trockenwettertage ist kein Hinweis auf das Eindringen großer Mengen Fremdwasser erkennbar. Es wird dennoch empfohlen, den Zustand der vorhandenen Kanäle auf dem Gelände zu überprüfen und ggf. in einen Sanierungsplan aufzunehmen.

Aus der Monatsauswertung der vorhandenen Daten wurden folgende Abwassermengen ermittelt:

	von	bis	
Tagesdurchfluss MIN	100	1467	m ³ /d
Tagesdurchfluss MAX	2770	5110	m ³ /d
Tagesdurchfluss MITTEL	1900	3141	m ³ /d
Tageszufluss 85%-Perz.	2593	4215	m ³ /d

Da das Abwasser nach der Vorklärung mittels Rechen und Sandfang zunächst in eine Zulaufpumpstation geleitet wird, bestimmt diese auch die Beschickung der biologischen Anlagenstufe.

Das interne Zulaufpumpwerk weist eine Pumpenvorlage von 50m³ auf. Zwei trocken aufgestellte Tauchmotorpumpen können zusammen maximal 800m³/h in die nächste Anlagenstufe fördern. Die Pumpenvorlage reicht aus um kurzzeitige Belastungsspitzen abzufuffern. Bei einem dauerhaften Zufluss von über 800m³/h wird jedoch ein Überlaufbypass in den Regenwasserkanal zur Wertach aktiviert.

Die maximale Tageszulaufmenge im Bemessungszeitraum **betrug 5110 m³/d**. Dieser Wert wurde am 26.08.2021 gemessen.

Für den maximal stündlichen Abwasserzufluss soll für die Berechnung ein Wert von 600m³/h angenommen werden.

Die jährliche Gesamtabwassermenge belief sich im Jahr 2020 auf 385.794 m³ und im Jahr 2021 auf 889.058 m³.

4.2.2 Temperatur

Im Auswertezeitraum wurden folgende Werte hinsichtlich des Parameters Temperatur ermittelt:

	von	bis	
Temp. -Zulauf MIN	13,0	23,0	mg/l
Temp. -Zulauf MAX	20,3	30,0	mg/l

Es wird keine Ablauf-Temperatur aufgeführt, weil diese auf der Kläranlage Biessenhofen nicht separat erfasst wird. Man kann jedoch davon ausgehen, dass die Zulauftemperatur des Abwassers, aufgrund der großen Wasservolumina und der hohen spezifischen Wärmeenergie des Mediums Wasser, keine signifikante Änderung während des Aufbereitungsprozesses erfahren wird. Es kann daher angenommen werden, dass die Zulauftemperatur annähernd auch der Ablauftemperatur entspricht.

Es ist anhand der Auswertung festzustellen, dass einerseits die maximale Zulauftemperatur im Betrachtungszeitraum 30°C betrug. Damit kann davon ausgegangen werden, dass an allen Tagen der Einleitgrenzwert von 30°C eingehalten werden konnte.

Andererseits sank die Abwassertemperatur nie unter einen Wert von 13°C (Wintermonate). Diese Grundwärme des anfallenden Abwassers ist sehr positiv zu bewerten, da so auch in den Wintermonaten eine ausreichend aktive Nitrifikation erzielt werden konnte. Dies führte dazu, dass die Kläranlage an allen Tagen des Betrachtungszeitraumes die Stickstoffgrenzwerte einhalten konnte.

4.2.3 pH-Wert

Im Auswertzeitraum wurden folgende Werte hinsichtlich des Parameters pH-Wert ermittelt:

pH-Wert -Ablauf MIN	7	mg/l
pH-Wert -Ablauf MAX	8	mg/l

Der pH-Wert im Ablauf ist als neutral und typisch für einen Kläranlagenablauf zu betrachten. Der gemessene pH-Wert liegt im Bereich von 6 – 9, welcher Maßgabe von gängigen Einleitgrenzwerten ist.

Auf eine Auswertung des pH-Wertes im Zulauf der Kläranlage wurde verzichtet, da diese Werte durch Produktionsabläufe oder Reinigungsarbeiten stark schwanken können und daher nicht repräsentativ sind. Sehr hohe pH-Werte von 11-12, wie sie üblicherweise kurzzeitig nach Reinigungsarbeiten anfallen können, sind durch ihren zeitlich stark begrenzten Anfall unkritisch. Eine ausreichende Pufferwirkung als auch eine Egalisierung im Zulaufpumpwerk bzw. im Denitrifikationsbecken ist vorhanden.

4.2.4 CSB – Chemischer Sauerstoffbedarf

Im Auswertzeitraum wurden folgende Werte hinsichtlich des Parameters CSB ermittelt:

	von	bis	
CSB-Zulaufkonzentration MIN	414	1103	mg/l
CSB-Zulaufkonzentration MAX	923	1286	mg/l
CSB-Zulauffracht MIN	1147	3414	kg/d
CSB-Zulauffracht MAX	2187	4868	kg/d
CSB-Ablaufkonzentration MIN	12	35	mg/l
CSB-Ablaufkonzentration MAX	22	62	mg/l
CSB-Reinigungsleistung	95,54	98,05	%

Der Ablaufgrenzwert von CSB = 50 mg/l wurde im Betrachtungszeitraum lediglich an einem Tag überschritten. Im Mittel betrug die CSB Ablaufkonzentration 25,49 mg/l und damit durchschnittlich nahezu 50% unter dem geforderten Grenzwert. Die Reinigungsleistung bezüglich des Parameters CSB ist damit als gut einzuschätzen.

Für eine Neubemessung der Anlage anhand aktueller Zulaufdaten soll die maximale Zulauffracht herangezogen werden, welche im Bemessungszeitraum anfiel. **Diese betrug 4.868 kgCSB/d.** Dieser Wert wurde am 11.02.2021 gemessen.

4.2.5 BSB₅ – Biochemischer Sauerstoffbedarf

Im Auswertezeitraum wurden folgende Werte hinsichtlich des Parameters BSB₅ ermittelt:

	von	bis	
BSB ₅ - Zulaufkonzentration MIN	340	700	mg/l
BSB ₅ - Zulaufkonzentration MAX	620	940	mg/l
BSB ₅ -Zulauffracht MIN	949	1785	kg/d
BSB ₅ -Zulauffracht MAX	2116	3341	kg/d
BSB ₅ - Ablaufkonzentration MIN	3	6	mg/l
BSB ₅ - Ablaufkonzentration MAX	3	15	mg/l
BSB ₅ -Reinigungsleistung	98,39	99,57	%

Der Ablaufgrenzwert von BSB₅ = 15 mg/l wurde im Betrachtungszeitraum an keinem Tag überschritten. Im Mittel betrug die BSB₅ Ablaufkonzentration 3,94 mg/l und damit durchschnittlich mehr als 70% unter dem geforderten Grenzwert. Die Reinigungsleistung bezüglich des Parameters BSB₅ ist damit als sehr gut einzuschätzen.

Für eine Neubemessung der Anlage anhand aktueller Zulaufdaten soll die maximale Zulauffracht herangezogen werden, welche im Bemessungszeitraum anfiel. **Diese betrug 3.341 kgBSB₅/d.** Dieser Wert wurde am 11.02.2021 gemessen.

4.2.6 Stickstoff

Der Betreiber der Kläranlage Biessenhofen erhebt wöchentlich Daten hinsichtlich der Zulaufkonzentration von Ammonium (NH₄), Nitrat (NO₃) sowie Gesamtstickstoff (TN). Da für eine Neubemessung der Kläranlage hauptsächlich der Gesamtstickstoff nötig ist, soll im Folgenden eine genaue Auswertung lediglich für den Parameter TN erfolgen.

Im Auswertezeitraum wurden folgende Werte hinsichtlich des Parameters TN ermittelt:

	von	bis	
TN - Zulaufkonzentration MIN	29,7	66,2	mg/l
TN - Zulaufkonzentration MAX	42,7	233,0	mg/l
TN - Zulauffracht MIN	68,5	175,0	kg/d
TN - Zulauffracht MAX	128,6	511,9	kg/d
TN - Ablaufkonzentration MIN	0,0	0,048	mg/l
TN - Ablaufkonzentration MAX	0,142	1,245	mg/l
TN - Reinigungsleistung	97,36	99,91	%

Der Ablaufgrenzwert von TN = 4,9 mg/l wurde im Betrachtungszeitraum an keinem Tag überschritten. Im Mittel betrug die TN-Ablaufkonzentration 0,41 mg/l und damit durchschnittlich mehr als 90% unter dem geforderten Grenzwert. Die Reinigungsleistung bezüglich des Parameters TN ist damit als sehr gut einzuschätzen.

Für eine Neubemessung der Anlage anhand aktueller Zulaufdaten wäre analog die maximale Zulauffracht heranzuziehen, welche im Bemessungszeitraum anfiel. Diese betrug 511,90 kgTN/d. Dieser Wert wurde am 20.04.2022 gemessen.

Es ist jedoch festzustellen, dass diese Zulauffrachtspitze an einem anderen Tag anfiel als die Zulauffrachtspitze für CSB and BSB₅. Die Verwendung beider Werte in Kombination würde zu einer

Kumulation der Schadstofffrachten führen, die so nicht realistisch auftritt. Anhand der Auswertung des 85%-Perzents der Gesamtstickstofffrachten ist weiterhin zu erkennen, dass es sich bei dem Messwert am 20.04.2022 um eine Ausnahme handelte, welche nicht repräsentativ für die Zulauffrachten ist.

TN - Zulauffracht 85%-Perz. MIN	125,70	kg/d
TN - Zulauffracht 85%-Perz. MAX	343,70	kg/d

Für eine Neubemessung der Anlage anhand aktueller Zulaufdaten soll daher das maximale 85%-Perzentil der Stickstoffzulauffracht herangezogen werden. **Dieses beträgt 343,70 kg/d.**

Zur Absicherung wird außerdem der höchste Mittelwert der Stickstoffzulauffracht im Betrachtungszeitraum betrachtet. Dieser betrug 217,40 kg/d und trat im April 2020 auf. Es ist ersichtlich, dass der angenommene Wert von 343,70 kg/d genügend Sicherheit für eine Neuauslegung bietet und dass in keinem Monat im Betrachtungszeitraum dieser Wert überschritten wurde. Er ist demnach vollumfänglich repräsentativ.

Da der Anteil des Nitratstickstoffs NO₃ und des Ammoniums NH₄ dennoch wichtig ist, weil damit Rückschlüsse auf den gesamten organischen Stickstoff gezogen werden können, sollen diese lediglich anteilig bei der späteren Berechnung berücksichtigt werden. Über den Bemessungszeitraum hinweg wurde durchschnittlich ein Wert von 65% NO₃ und 4% NH₄ anteilig am Gesamtstickstoff gemessen. Dies ergibt eine tägliche Fracht von **223,41 kgNO₃/d** und **13,75 kgNH₄/d** bezogen auf die Gesamtstickstofffracht 343,70 kgTN/d.

4.2.7 Phosphor

Im Auswertzeitraum wurden folgende Werte hinsichtlich des Parameters TP ermittelt:

	von	bis	
TP - Zulaufkonzentration MIN	2,20	5,10	mg/l
TP - Zulaufkonzentration MAX	4,00	57,00	mg/l
TP - Zulauffracht MIN	6,25	14,94	kg/d
TP - Zulauffracht MAX	10,26	125,86	kg/d
TP - Ablaufkonzentration MIN	0,00	0,07	mg/l
TP - Ablaufkonzentration MAX	0,25	0,91	mg/l
TP - Reinigungsleistung	94,20	99,56	%

Der Ablaufgrenzwert von TP = 1 mg/l wurde im Betrachtungszeitraum an keinem Tag überschritten. Im Mittel betrug die TP Ablaufkonzentration 0,16 mg/l und damit durchschnittlich 84% unter dem geforderten Grenzwert. Die Reinigungsleistung bezüglich des Parameters TP ist damit als sehr gut einzuschätzen.

Für eine Neubemessung der Anlage anhand aktueller Zulaufdaten wäre analog die maximale Zulauffracht heranzuziehen, welche im Bemessungszeitraum anfiel. Diese betrug 125,86 kgTP/d. Dieser Wert wurde am 13.10.2022 gemessen.

Es ist auch bei diesem Wert festzustellen, dass diese Zulauffrachtspitze an einem anderen Tag anfiel als die Zulauffrachtspitze für CSB and BSB₅. Die Verwendung beider Werte in Kombination würde zu einer Kumulation der Schadstofffrachten führen, die so nicht realistisch auftritt. Ebenso könnte auch ein Messfehler die Ursache für den hohen Phosphorzulaufwert sein. Lässt man diesen Wert außer

Acht, ergibt sich die nächstgrößere Frachtspitze zu 31,64 kgTP/d, welche am 20.04.2022 erreicht wurde.

Für eine Neubemessung der Anlage anhand aktueller Zulaufdaten soll daher die maximale Phosphorzulaufkraft herangezogen werden. **Diese beträgt 31,64 kg/d.**

5 Neubemessung der Kläranlage anhand der ermittelten Bemessungswerte

Die Auslegung der biologischen Reinigungsstufe erfolgt nach den Richtlinien der DWA-A131 „Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen“ Juni 2016.

Aus den Analysen aus Kapitel 4 wurden folgende Bemessungswerte für eine Neuauslegung ermittelt:

Täglicher Abwasseranfall	Q _d	5110	m ³ /d
Chemischer Sauerstoffbedarf	CSB	4.868	kg/d
Biochemischer Sauerstoffbedarf	BSB ₅	3.341	kg/d
Ammoniumstickstoff	NH ₄ -N	13,75	kg/d
Nitratstickstoff	NO ₃ -N	223,41	kg/d
Stickstoff gesamt	TN	343,70	kg/d
Phosphor gesamt	TP	31,64	kg/d
Einleittemperatur	T	30	°C

Im Rahmen der betrieblichen Aufzeichnung wird kein Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) aufgenommen, welche jedoch für eine Auslegung benötigt wird. In Rücksprache mit dem Betriebspersonal wurden Stichproben untersucht. Hierbei wurden jeweils 1 Liter homogenisierte Abwasserprobe aus einer 24h-Mischprobe entnommen und filtriert.

Datum	TS-Gehalt
07.11.2022	265 mg/l
09.11.2022	210 mg/l
11.11.2022	243 mg/l
14.11.2022	235 mg/l
16.11.2022	320 mg/l
18.11.2022	291 mg/l

Daraus ergab sich eine TS-Zulaufkonzentration von durchschnittlich 261 mg/l. Mit einem täglich angenommenen Abwasseranfall von 5110 m³ wird folglich eine TS-Fracht von ca. 1334 kg erreicht, welche in die Bemessung aufgenommen werden soll.

Feststoffgehalt	TS	1.334	kg
-----------------	----	-------	----

Folgende Rahmenbedingungen werden für die Auslegung nach DWA-A131 festgelegt:

- Die Berechnung erfolgt auf der Basis von Frachten (keine Konzentrationen)
- Die Berechnung erfolgt Basis des CSB
- Als Reinigungsziele werden die Kohlenstoffelimination, der Stickstoffabbau sowie die Phosphor-Simultanfällung definiert, um die geforderten Grenzwerte erreichen zu können
- Der Bemessungsfall wird bei niedrigster Temperatur von 13°C bestimmt (ungünstige Bedingungen für die Nitrifikation)
Weiterhin wird ein Lastfall für die höchste Temperatur von 30°C untersucht (Bestimmung evtl. negativer Auswirkungen von Nährstoffungleichgewichten und dem Sauerstoffbedarf)
- Die Säurekapazität des Rohabwassers wird mit 5 mmol definiert
- Das vorhandene Belebungsvolumen beträgt 3.768 m³ (Summe aus Belebungs- und Denitrifikationsbecken). Das Volumen der Entgasungszone bleibt unbeachtet.

Die Betrachtung der CSB-Fraktionierung soll die Auslegung anhand der vorliegenden Daten noch aussagefähiger machen. Dazu wird sich dem Online-Tool zur CSB-Fraktionierung der DWA bedient. Diese ist zu finden unter der Adresse:

https://de.dwa.de/files/_media/content/05_PUBLIKATIONEN/Software/Belebungs-Expert/csbfract1.htm

Die Ergebnisse der CSB-Fraktionierung stellen sich wie folgt dar:

Abwasser:	
CSB der homogenisierten Probe (CCSB,ZB)	<input type="text" value="1286"/> mg/l
Abfiltrierbare Stoffe (XTS,ZB)	<input type="text" value="261"/> mg/l
Parameter:	
fA: Inerter Anteil am partikulären CSB (Bereich 0,20 .. 0,35)	<input type="text" value="0.3"/> -
fB: Anorg. Anteil in den abfiltrierbaren Stoffen (default mit VK: 0,20 ohne VK: 0,3)	<input type="text" value="0.3"/> -
fCSB: Anteil des leicht abbaubaren CSB am abbaubaren CSB (Bereich 0,15 .. 0,25)	<input type="text" value="0.2"/> -
fCSBi: Inerter Anteil im Gesamt-CSB (Bereich 0,05 .. 0,10)	<input type="text" value="0.05"/> -
fCSB_oTS: CSB der organischen Trockenmasse (default 1,60)	<input type="text" value="1.6"/> g/g

Ergebnis:			
Gesamt-CSB C _{CSB} <input type="text" value="1286"/> mg/l			
gelöster CSB S _{CSB} <input type="text" value="994"/> mg/l		partikulärer CSB X _{CSB} <input type="text" value="292"/> mg/l	
inert S _{CSBi} <input type="text" value="64"/> mg/l	abbaubar S _{CSBa} <input type="text" value="929"/> mg/l	abbaubar X _{CSBa} <input type="text" value="205"/> mg/l	inert X _{CSBi} <input type="text" value="88"/> mg/l
abbaubarer CSB C _{CSBa} <input type="text" value="1134"/> mg/l davon leicht abbaubar C _{CSBa} <input type="text" value="227"/> mg/l			

Für den für die Berechnung notwendige gelöste chemische Sauerstoffbedarf wird demzufolge eine Konzentration von 994 mg/l oder eine Fracht von 3.774 kg CSB angenommen (die Zulaufmenge am 11.02.2021 betrug 3.797 m³/d).

Die Ergebnisse der Bemessung finden sich im Anhang A.

6 Auswertung und Empfindlichkeitsprüfung

6.1 Allgemeines zur Auslegung

Die beigegefügte Bemessung der Kläranlage beschreibt lediglich einen möglichen Lastfall. Hierbei wurde auf Grundlage der umfangreichen Daten versucht, einen plausiblen Maximallastfall zu ermitteln, welcher gleichermaßen alle möglichen Lastfälle am Produktionsstandort einschließt. Da dies wegen der vielen möglichen Kombinationen von Parametern nicht immer möglich ist, wird im Folgenden weiterhin versucht, für den jeweiligen Parameter eine Empfindlichkeitsprüfung durchzuführen, d.h. den Belastungswert zu ermitteln, der die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Kläranlage überschreitet. So können Rückschlüsse auf die möglichen Reserven getroffen werden.

Weiterhin konnten einige Berechnungswerte nur abgeschätzt werden. Die beigegefügte Bemessung beruht daher lediglich auf den bekannten und übermittelten Daten des Klärwerkspersonals sowie auf den Erfahrungswerten des Autors.

Die biologische Aufbereitung von Abwasser ist zwar in einem breiten Bereich flexibel hinsichtlich der Nährstoffverhältnisse, dennoch sollte als Richtwert für eine gute Reinigungsleistung ein Nährstoffverhältnis zwischen Kohlenstoff, Stickstoff und Phosphor von 100:10:1 bis 100:5:1 eingehalten werden. Die oben aufgeführten Belastungsparameter für die Auslegung

Chemischer Sauerstoffbedarf	CSB	4.868	kg/d
Stickstoff gesamt	TN	343,70	kg/d
Phosphor gesamt	TP	31,64	kg/d

führen zu einem Verhältnis von 100 : 7,06 : 0,65.

Hierbei fällt auf, dass ein Defizit an Phosphor besteht, was jedoch nicht zwangsläufig zu einem Problem hinsichtlich der Reinigungsleistung führen muss. Das obige Nährstoffverhältnis ist als ausreichend anzusehen. Dies wird ebenso durch das Ergebnis der Auslegung bestätigt und soll im Folgenden näher erörtert werden.

6.2 Abwassermenge

Die Kläranlage der Nestlé AG Biessenhofen wurde für eine maximale tägliche Abwassermenge von 5.216 m³/d konzipiert. Diese Zulaufmenge wurde an keinem Tag des Betrachtungszeitraumes erreicht.

In Anbetracht der Tatsache, dass der Kläranlage durch die Anbindung von Oberflächenabläufen auch Regenwasser zufließen kann, ist die Leistungsfähigkeit des Pumpwerkes in Zukunft in Frage zu stellen. Es muss davon ausgegangen werden, dass Starkregenereignisse in Häufigkeit und Intensität zunehmen werden. Eine Pumpenvorlage von 50m³ im Zulaufpumpwerk ist dann unter Umständen nicht mehr ausreichend, um sicher einen Abwasserabschlag über den Notüberlauf in den Vorfluter zu vermeiden.

In der beigegeführten Bemessung wurde eine tägliche Abwassermenge von 5.110 m³/d angesetzt. Im Ergebnis der Auslegung ergaben sich daraus keine Einschränkungen hinsichtlich der Leistungsfähigkeit. Im Gegenteil wird die Kläranlage in der Lage sein weitaus höhere hydraulische Lasten aufzunehmen und auch dann noch die geforderten Ablaufwerte vorweisen können.

Wichtiger ist jedoch der Spitzenzufluss und die Leistungsfähigkeit des Zulaufpumpwerkes, da der stündliche Zufluss einen direkten Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Nachklärbeckens besitzt (weitere Erläuterung weiter unten). Obwohl das Zulaufpumpwerk eine Kapazität von ca. 800 m³/h besitzt, ist nach Aussagen des Betriebspersonals dieser Fall noch nicht eingetreten. Stattdessen geht auch aus früheren Aufzeichnungen hervor, dass bei hydraulischen Spitzen der Wert von 400 m³/h nicht überschritten wird. Die Bemessung führt eine maximale Spitzenzulaufmenge von 600 m³/h auf. Diese sind nach technischen Gesichtspunkten ohne Einschränkung möglich.

Aus den vorhandenen Daten sowie aus der Auslegung resultiert, dass die tägliche sowie stündliche Abwassermenge keinen limitierenden Faktor darstellt.

Ergebnis: Die bestehende Kläranlage ist hinsichtlich des Parameters Abwassermenge auch in Zukunft uneingeschränkt geeignet.

6.3 Reinigungsleistung der Schmutzfrachten

6.3.1 CSB und BSB₅

Die Anlage selbst ist für maximale CSB-Frachten von 5.475 kg/d sowie BSB₅-Frachten von 2.190 kg/d ausgelegt wurden. Für die Berechnung wurden CSB-Frachten von 4.868 kg/d und BSB₅-Frachten von 3.341 kg/d herangezogen.

Hierbei wird deutlich, dass die aktuelle Zulaufmengen zur Kläranlage hinsichtlich der damaligen Erwartungen abweicht. Bezüglich des für die Berechnung wichtigen Parameters CSB werden die Plandaten jedoch nicht überschritten. Ein höherer anteiliger Wert an BSB₅ kann durchaus mit den Produktionsabläufen im Werk verknüpft sein nämlich dann, wenn bei Reinigungsprozessen viel Produkt in den Abwasserkreislauf gelangt. Letztlich ist eine erhöhte organische Fracht jedoch in der Kläranlage gut abzubauen, wenn das notwendige Volumen sowie eine ausreichende Belüftungskapazität zur Verfügung steht.

Ergebnis: Die sehr guten Ablaufwerte von CSB im Mittel von 25,49 mg/l sowie BSB₅ im Mittel von 3,94 mg/l beweisen jedoch zunächst die uneingeschränkte Eignung der Kläranlage.

Eine Untersuchung mit den damaligen Plandaten der CSB-Frachten von 5.475 kg/d sowie BSB₅-Frachten von 2.190 kg/d zeigt, dass auch diese defacto höhere Belastung verarbeitet werden kann. Dazu müssen jedoch Prozessanpassungen vorgenommen werden, wie z.B. eine Erhöhung der Feststoffkonzentration im Belebungsbecken von 2,62 g/l auf ca. 3,0 g/l.

Rücklaufschlamm und Schlamm Trockensubstanz		
Schlammindickung		
Gewerblicher Einfluss	Schlammindex ISV	Eindickzeit t _E
<input checked="" type="radio"/> günstig	Richtwert: 100..150 l/kg	Richtwert: 2,0 - (2,5) h
<input type="radio"/> ungünstig	Gewählt: <input type="text" value="120"/> l/kg	Gewählt: <input type="text" value="2"/> h
Rücklaufschlamm		
Rücklaufverhältnis RV	Verhältnis TS _{RS} /TS _{BS}	
Höchstwert: 0,75	Richtwert: 0,7	
Gewählt: <input type="text" value="0,603"/>	Gewählt: <input type="text" value="0,75"/>	
Zulauf Nachklärung		
(Anteiliger) Zufluss Q _m	Schlamm Trockensubstanz TS _{AB}	
Vorhanden: 600 m ³ /h	Höchstwert: 2,96 kg/m ³	
Gewählt: <input type="text" value="600"/> m ³ /h	Gewählt: <input type="text" value="2,96"/> kg/m ³	

Schlammalter

Belebungsbecken

Volumen V_{BB}

Minimum: 3625 m³

Gewählt: m³

Ergebnis:

Erforderliches Schlammalter	4,60 d	Schlammproduktion	
Vorhandenes Schlammalter	4,84 d	aus Kohlenstoffabbau	2292 kg/d
Schlamm Trockensubstanz	2,96 kg/m ³	aus ext.C-Dosierung	0 kg/d
Erforderlicher Sicherheitsfaktor	1,64	aus biolog. P-Elimination	13 kg/d
Vorhandener Sicherheitsfaktor	1,73	aus Fällung	0 kg/d
Nitrifikationsvolumen	2808 m ³	Gesamt	2304 kg/d
Denitrifikationsvolumen	960 m ³		

Für eine weitergehende Untersuchung zur Leistungsfähigkeit der Anlage muss zunächst der aktuelle Zustand der Belüftungseinrichtung untersucht werden. Nur mit Ermittlung der maximalen Sauerstoffeintragsleistung kann eine Aussage über die maximal zulässige Zulaufkraft getroffen werden.

6.3.2 Stickstoff

In der beigefügten Auslegung wurde ein Gesamtstickstoffwert von 343,70 kg/d angesetzt. In Kombination mit den gewählten CSB und BSB₅-Frachten führt dies zumindest rechnerisch zu einer theoretischen Ablaufkonzentration von 0,00 mg/l. Die sehr guten Ablaufkonzentrationen von 0,04 bis 1,25 mg/l TN im Betrachtungszeitraum zeigen jedoch realistische und auch plausible Daten. Sie zeigen, dass die Prozesse Nitrifikation als auch Denitrifikation (siehe auch NO₂-N im Ablauf) ungestört ablaufen und demnach auch das Denitrifikationsvolumen ausreichend ist.

Ergebnis: Die Kläranlage ist hinsichtlich Ihrer Stickstoff-Abbauleistung ausreichend dimensioniert und auch zukünftig für den weiteren Betrieb geeignet.

Für eine Empfindlichkeitsprüfung soll die Stickstofffracht im Zulauf soweit erhöht werden, dass der Ablaufgrenzwert gerade noch erreicht wird. Dies stellt sich bei einer Kjeldahl-Stickstofffracht von ca. 150 kg/d ein, was einer Gesamtstickstofffracht von ca. 420 kg/d gleichkommt. Es ist jedoch auch hier anzumerken, dass die Frachten CSB und BSB₅ bei dieser Betrachtung unverändert bleiben. Demnach hat die Kläranlage bei den gesetzten Parametern eine Reserve zum Stickstoffabbau von ca. 20%.

6.3.3 Phosphor

Die Phosphor-Zulaufmengen von bis zu 31 kg/d sind im Verhältnis zu den Kohlenstoffmengen als gering anzusehen. Dies führt dazu, dass die Phosphorablaufwerte jederzeit sicher eingehalten werden können. Das Maß an Phosphor ist gemäß Auslegung gerade ausreichend, um das Wachstum der Organismen im Belebtschlamm nicht zu hemmen. Die vollständige Einbindung des Phosphors in den Belebtschlamm lässt rechnerisch keinen Phosphor im Ablauf erscheinen. Eine Zugabe von Fällungsmitteln wie z.B. Eisen-III-Chlorid ist nicht notwendig. Die mittleren Phosphor-Ablaufwerte von 0,16 mg/l im Bemessungszeitraum belegen diesen Umstand.

Ergebnis: Die Kläranlage ist hinsichtlich Ihrer Phosphor-Abbauleistung ausreichend dimensioniert und auch zukünftig für den weiteren Betrieb geeignet.

Darüber hinaus besteht zum einen weiteres Potential auch höhere Phosphormengen abzubauen, zum anderen ist auf der Anlage eine Dosierstation für Eisen-III-Chlorid installiert, welche zusätzlich eine

chemische Fällung erlaubt, falls die Phosphorfrachten z.B. durch Produktionsumstellung einmal höhere Werte erreichen. Damit kann auch bei höheren Phosphorfrachten die Ablaufqualität jederzeit eingehalten werden.

Eine Empfindlichkeitsanalyse auf Phosphor zeigt, dass bei einem Wert ab 40 kg/d noch kein Zusatz von Fällmitteln nötig ist.

Phosphor-Elimination	
P-Simultanfällung	
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	
Gewählt:	<input type="text" value="1.2"/> mg/l
Fällmittel	<input type="text" value="Dreiwertiges Eisen"/>
Bilanz:	
Phosphor im Zulauf	7,83 mg/l
im Schlamm gebundener Phosphor (normale P-Aufnahme)	4,76 mg/l
im Schlamm gebundener Phosphor (erhöhte P-Aufnahme)	1,91 mg/l
Phosphor im Ablauf	1,16 mg/l
Zu fällender Phosphor	0,00 mg/l
Fällmittelbedarf (Metall)	0,0 kg/d

Höhere Belastungen mit Phosphor sind jeweils mit einem Verbrauch von Fällmitteln verbunden. So würden z.B. bei einer Phosphor-Zulauffracht von 60kg/d insgesamt 53,60 kg Eisenfällmittel nötig werden, was ca. 272 l Eisen-III-Chlorid (40%) entsprechen würde. Eine Dosierung von Fällmitteln erhöht weiterhin die Schlammproduktion.

Phosphor-Elimination	
P-Simultanfällung	
Phosphor im Ablauf (Sollwert)	
Gewählt:	<input type="text" value="1.2"/> mg/l
Fällmittel	<input type="text" value="Dreiwertiges Eisen"/>
Bilanz:	
Phosphor im Zulauf	11,74 mg/l
im Schlamm gebundener Phosphor (normale P-Aufnahme)	4,76 mg/l
im Schlamm gebundener Phosphor (erhöhte P-Aufnahme)	1,91 mg/l
Phosphor im Ablauf	1,20 mg/l
Zu fällender Phosphor	3,87 mg/l
Fällmittelbedarf (Metall)	53,6 kg/d

6.4 Belebungsvolumen

Da die Kläranlage bereits besteht, geht das Belebungsvolumen als feste Größe in die Berechnung ein und beträgt 3.768 m³. Der Schlammvolumenindex (SVI) ist im Betrachtungszeitraum meist durchweg gut einzuschätzen und liegt zwischen 75 und 130 ml/g. Allerdings zeigen Zeiträume, z.B. im Januar 2022, dass das Schlammvolumen zeitweise stark ansteigen kann. Dies ist mit niedrigen Temperaturen als auch mit Stör- oder Hemmstoffen (Reinigungsmittel) zu erklären.

Ergebnis: Mit der aktuellen Schlammkonzentration im Belebungsbecken von 3,0 g/l und der Möglichkeit, diesen Wert auf bis zu 5,0 g/l anzuheben, bleibt dem Betreiber ein breiter Einstellbereich und damit genügend Reserve, um auf verschiedene Lastfälle reagieren zu können. In Zeiten mit niedrigem ISV (Sommerzeit) führt so eine Erhöhung der Schlammkonzentration im Belebungsbecken zu einer geringeren Schlammbelastung sowie zu einem höheren Schlammalter, was die Reinigungsleistung sehr positiv beeinflussen kann.

6.5 Nachklärung

Die Leistungsfähigkeit Nachklärung ergibt sich aus zwei Faktoren: hydraulische Belastung und Belebtschlammqualität.

Die hydraulische Belastung bestimmt letztlich die Oberflächenbeschickung und nimmt Einfluss auf die Geometrie des Beckens. Die Belebtschlammqualität beeinflusst die Abscheideleistung und das Volumen der Nachklärung. Letztlich entscheidet die Kombination aller Faktoren darüber, ob das Nachklärbecken ausreichend dimensioniert ist.

Im Rahmen der Auslegung wurde deutlich, dass eine Beschickung des Nachklärbeckens mit maximaler hydraulischer Last ($800 \text{ m}^3/\text{h}$) über einen längeren Zeitraum zu einem Schlammabtrieb führen würde. Daher wurde für die Berechnung ein Maximalwert von $600 \text{ m}^3/\text{h}$ angenommen.

Weiterhin führt in den meisten Fällen eine Anhebung der Schlammkonzentration im Belebungsbecken zu einem Abtrieb von Belebtschlamm am Auslauf des Nachklärbeckens, wenn die hydraulische Belastung moderat ist. Dies liegt vorwiegend an der geringen Tiefe des bestehenden Bauwerks und an der Räumerkonstruktion. Speziell beim Räumerschild würde eine Erhöhung von $0,3\text{m}$ bereits auf $0,6\text{m}$ zu einer signifikanten Verbesserung führen (Einhaltung der Feststoffbilanz).

Nachklärung - Beckengeometrie

Rechteckbecken

Anzahl Becken a	Beckenbreite an der Einlaufseite b_{NB}	Beckentiefe auf 2/3 des Erforderlich: 3,00 m
Gewählt: <input type="text" value="3"/>	Gewählt: <input type="text" value="12"/> m	Gewählt: <input type="text" value="2,5"/> m
	Beckenlänge l_{NB}	Tiefe des Einlaufs h_e
	Erforderlich: 15,72 m	Richtwert: 1,80 m
	Gewählt: <input type="text" value="35"/> m	Gewählt: <input type="text" value="1,25"/> m

2/3 Radius	
Klarwasserzone (h1)	0,88 m
Trenn- und Rückströmzone (h2)	0,78 m
Dichtestrom- u. Speicherzone (h3)	0,30 m
Eindick- u. Räumzone (h4)	0,53 m

Mit der gewählten Beckenoberfläche $A_{NB} = 840 \text{ m}^2$ ergibt sich eine Oberflächenbeschickung $q_A = 0,71 \text{ m}^3/\text{h}$ und eine Schlammvolumenbeschickung $q_{SV} = 225 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$

Die zulässige Schlammvolumenbeschickung von $q_{SV} = 500 \text{ l}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ wird eingehalten.

Nachklärung - Räumler

Schildräumer

Räumgeschwindigkeit v_{SR}	Räumfaktor f_{SR}	Schlammtrichter in 2 Reihe
Höchstwert: 108 m/h	Richtwert: ≤ 1	<input type="checkbox"/>
Gewählt: <input type="text" value="108"/> m/h	Gewählt: <input type="text" value="0,8"/>	
Rückfahrgeschwindigkeit $v_{Rück}$	Höhe des Schildes h_{SR}	Zeit für das Heben und Senken des Schildes t_{SR}
Höchstwert: 324 m/h	Richtwert: 0,4 - 0,9 m	Gewählt: <input type="text" value="0,02"/> h
Gewählt: <input type="text" value="324"/> m/h	Gewählt: <input type="text" value="0,3"/> m	

Ergebnis:

Räumintervall t_{SR}	0,5 h
Rücklaufschlammstrom Q_{RS}	300 m^3/h
Nachweis der Feststoffbilanz:	
Erf. Räumvolumenstrom Q_{SR}	172 m^3/h
Vorh. Räumvolumenstrom Q_{SR}	90 m^3/h

Grundsätzlich liefert das bestehende Bauwerk zufriedenstellende Ablaufwerte zwischen 30-50mg/l TS. Eine Optimierung ist möglich, aber im Hinblick auf die einzuhaltenden Grenzwerte nicht zwingend notwendig.

7 Zusammenfassung

Obwohl die ARA der Nestlé Deutschland AG Werk Biessenhofen bereits seit mehr als 30 Jahren unverändert in Betrieb ist, erfüllt sie auch heute noch die strengen Vorgaben hinsichtlich der Ablaufgrenzwerte.

Anhand von Betriebsdaten über einen zusammenhängenden Zeitraum von 30 Monaten der Jahre 2021-2022 wurden die realen Zulauffrachten zur Kläranlage gemäß DWA ATV A-198 statistisch untersucht und bewertet. Das Ziel war die Ermittlung von Spitzenbelastungswerten für eine Neuauslegung nach DWA A-131. Anhand der ermittelten Spitzenbelastungswerte und deren sinnvoller Kombinationen wurde ein mögliches Worst-Case-Szenario definiert, wie es in den folgenden Jahren unter Berücksichtigung der geplanten Produktionsabläufe im Werk eintreten kann. Die Spitzenbelastungswerte wurden hierbei immer als Tagesfrachten ermittelt und beziehen somit neben den Belastungskonzentrationen auch immer die hydraulische Belastung am Zukauf der Kläranlage mit ein. Untersucht wurden die Parameter hydraulische Zulaufmenge, pH-Wert, CSB, BSB₅, Stickstoff und Phosphor.

Die definierten Zulauffrachten wurden dann dazu genutzt, um mithilfe des Arbeitsblattes DWA A-131 (Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen) eine erneute Auslegung der Kläranlage nach aktuell gültigen Richtlinien durchzuführen und das Ergebnis aus dieser Berechnung mit den behördlich geforderten Abwasser-Ablaufwerten zu vergleichen. Daraus ergab sich, dass die ARA der Nestlé Deutschland AG Werk Biessenhofen in ihrer baulichen Form als auch technischen Ausstattung die Reinigungsleistung ermöglicht, welche zur Erreichung der aktuell behördlich geforderten Ablaufgrenzwerte nötig ist, obwohl diese sogar teils über den Plandaten der ursprünglichen Auslegung aus dem Jahre 1981 bzw. 1991 lagen. Im Vergleich dazu bestätigen die guten bis sehr guten Ablaufgrenzwerte im Betrachtungszeitraum dieses Ergebnis. Das Betriebspersonal der Nestlé Deutschland AG hat demzufolge in der Praxis bereits das erfolgreich umsetzen können, was mit dem theoretischen Nachweis in diesem Dokument aufgezeigt wird. Die Grundvoraussetzung dafür ist jedoch, dass sich die Abwasser-Zulauffrachten zur Kläranlage in den folgenden Jahren nicht drastisch verändern, d.h. in ihrer Gesamtheit nicht weiter ansteigen oder sich die Verhältnisse der untersuchten Parameter untereinander stark verschieben und somit ein Nährstoffungleichgewicht erzeugen. Die Kläranlage wird aktuell hydraulisch als auch hinsichtlich der biologischen Fracht nahe ihrer Leistungsgrenze betrieben.

Sollten sich die Zulauffrachten bzw. die hydraulische Belastung in den Folgejahren doch erhöhen, dann ist mit den ersten Einschränkungen bei der Nachklärung zu rechnen. Bei diesem Bauwerk bestehen nach dem Stand der Technik bauliche als auch technische Einschränkungen wie z.B. die Tiefe des Beckens sowie die Räumerschilddhöhe, welche eine höhere hydraulische Belastung nicht zulassen. In diesem Fall wäre mit einem Belebtschlammabtrieb zu rechnen, welcher zu einer Überschreitung der geforderten Feststoffgrenzwerte im Ablauf führen würde.

8 Anlagen

A Klärtechnische Berechnung der ARA Biessenhofen nach DWA A-131

B Betriebsrohdaten mit statistischer Auswertung
