

Vorlage der Verwaltung	Fachbereich: Technischer Beigeordneter	Datum: 03.08.2015	Genehmigungsvermerk
Tagesordnungspunkt 1.7	Bezeichnung der Vorlage: Kläranlage Wegberg		Datum: 10.08.2015
Vorlage-Nr: VO/3242/15			Bürgermeister: Gez. Stock
Zu beraten im:			
Ö/N	Datum	Gremium	
Ö	08.09.2015	Ausschuss für Bauen, Umwelt und Vergaben	

Sachverhalt:

Die Verwaltung hatte in der Sitzung des Fachausschusses am 02.09.2014 mitgeteilt, dass die Erlaubnis zur Einleitung von gereinigtem Abwasser aus der Kläranlage Wegberg in die Schwalm am 30.06.2013 abgelaufen ist. Die Stadt hatte rechtzeitig vor Ablauf der Einleitungserlaubnis bei der Bezirksregierung Köln einen Antrag auf Verlängerung bzw. Neuerteilung der Einleitungserlaubnis gestellt. Die Bezirksregierung hatte die Neuerteilung der wasserrechtlichen Erlaubnis von einer Überrechnung der Kläranlage Wegberg abhängig gemacht. Mit dieser Überrechnung der Kläranlage Wegberg ist das Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW) e.V. beauftragt worden. Zusammengefasst kommt das Forschungsinstitut zu folgendem Ergebnis:

„Die Kläranlage Wegberg ist für eine Bemessungsbelastung von 46.780 Einwohnergleichwerte bezogen auf die Schmutzfrachten bezüglich Biologischer Sauerstoffbedarf (BSB₅) bzw. Chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) im zufließenden Rohabwasser ausgelegt. Die Kläranlage Wegberg wurde als Anlage zur gemeinsamen biologischen Behandlung häuslicher und industrieller Abwässer konzipiert. Neben dem kommunalen Abwasser von ca. 22.000 angeschlossenen Einwohnern wird die Kläranlage maßgeblich durch Industrieabwässer, insbesondere vom gewerblichen Abwasser einer Gerberei beeinflusst. Die Kläranlage Wegberg wird seit Jahren mit industriellem Abwasser sehr hoch belastet und besonders bezüglich Stickstoffachten auch überbelastet. Das in der Kläranlage Wegberg gereinigte Abwasser wird in die Schwalm eingeleitet, die als ein empfindliches Gewässer eingestuft ist. Für die Ermittlung der aktuellen Belastungswerte der Kläranlage Wegberg wurden im Oktober 2014 im Zulauf der Kläranlage, im Ablauf des Sandfangs und im Ablauf der Zwischenklärung über ca. 2 Wochen 24h-Mischproben entnommen und untersucht. Parallel hierzu wurden die Abwässer eines größeren Gewerbebetriebes im Zulauf zur Kläranlage Wegberg überprüft. Die Auswertung über einen längeren Zeitraum von 2010 bis 2013 inklusive des Messprogramms 2014 zeigt, dass die Bemessungswerte beim CSB, BSB₅ und insbesondere beim Gesamtstickstoff überschritten werden. Der Auslegungswert bezüglich Stickstoff wurde um rd. 12.500 EW in 85 %-Perzentil überschritten, beim CSB sind dies ca. 3.600 EW und beim Parameter Phosphate wird der Auslegungswert weit unterschritten. Bei den Maximalwerten betrug die Überschreitung beim CSB rd. 10.000 EW und beim Parameter Stickstoff annähernd

70 % über dem Bemessungswert. Das Forschungsinstitut kommt zu dem Ergebnis, dass bei der Betrachtung der CSB/BSB₅ Frachten allein der Anteil eines Gewerbebetriebs im Zulauf der Kläranlage Wegberg bei deutlich mehr als 50 % der Gesamtfracht liegt. Da es bisher nicht zu Überschreitungen der Einleitungserlaubnissen von gereinigtem Abwasser in die Schwalm gekommen ist, liegt an den großen Aufwendungen, die auf der Kläranlage getätigt werden, um trotz Überlastung der Anlage eine ausreichende Reinigungsleistung zu erzielen, so das Forschungsinstitut der RWTH Aachen.

Für die Stabilisierung der Ablaufwerte und des Betriebs der Kläranlage Wegberg sind Maßnahmen an verschiedenen Stellen sinnvoll und notwendig. Es sind Maßnahmen auf der Kläranlage selbst möglich und umsetzbar, jedoch sind Maßnahmen bei dem einleitenden Gewerbebetrieb zwingend notwendig.“

Den Abschlussbericht über die Nachrechnung der Kläranlage Wegberg haben die Fraktionen jeweils in einfacher Ausfertigung erhalten.

In einer Dienstbesprechung bei der Bezirksregierung Köln erklärte der zuständige Dezernent am 22. Juli 2015, dass für die Kläranlage Wegberg ein neuer Antrag auf Genehmigung nach § 58 Landeswassergesetz zu stellen ist, da die vorhandene Genehmigung die hohe Belastung im Zulauf zur Kläranlage Wegberg nicht abdeckt. Dies bedeutet, wenn es nicht möglich ist, die Zulauffrachten erheblich zu reduzieren, dass die Kläranlage Wegberg um ca. 1/3 erweitert werden muss. Der hierzu notwendige finanzielle Aufwand ist zur Zeit noch nicht abzuschätzen. Eine Erweiterung der Kläranlage Wegberg kann jedoch vermieden werden, wenn die Frachten im Zulauf zur Kläranlage so reduziert werden, dass die Bemessungsbelastung von 46.780 EW, das sind 24.780 EW über den Wert von Personen, die an der Kläranlage Wegberg angeschlossen sind, nicht mehr überschritten wird.

Beschlussvorschlag:

Der Ausschuss für Bauen, Umwelt und Vergaben nimmt den Bericht zur Nachrechnung der Kläranlage Wegberg zur Kenntnis.

Kosten und Finanzierung:

Zur Zeit ist nicht absehbar, mit welchen Kosten bei einer Erweiterung der Kläranlage Wegberg gerechnet werden muss.

Alternativen:

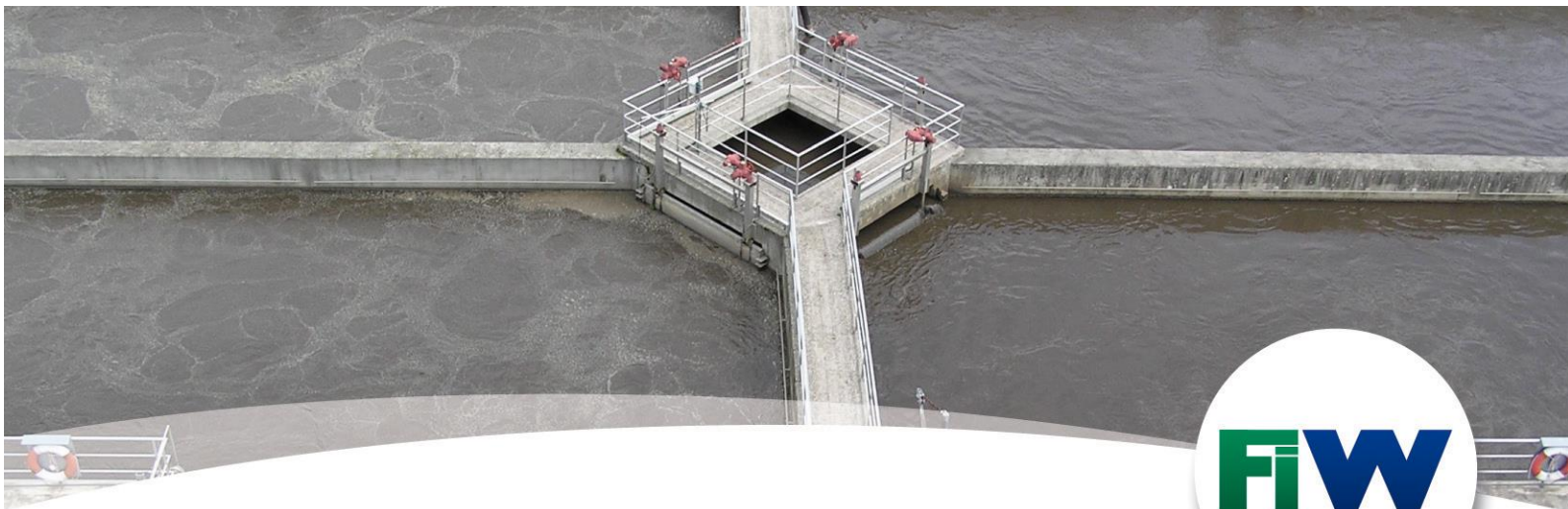
./.

Unterschrift d. federführenden
Fachbereichsleiters/Dezernenten

Gez. Gaspers
Gez. Fabry

FBL FB 302
Techn. Beig.

Gegenzeichnung d. beteiligten Fachbereichsleiter/Dezernenten



ABSCHLUSSBERICHT

Nachrechnung der Kläranlage Wegberg

im Auftrag der Stadt Wegberg

Nachrechnung der Kläranlage Wegberg

Aachen, im Juli 2015
FiW an der RWTH Aachen

Dr.-Ing. F.-W. Bolle

Projektbearbeitung

Institution

Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft
an der RWTH Aachen (FiW) e.V.
Kackertstraße 15-17
52056 Aachen

Bearbeiter

Dr.-Ing. H. Riße

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	1
2	Zusammenstellung und Prüfung der Ausgangsdaten	2
3	IST-Zustand KA Wegberg.....	3
3.1	Vereinfachtes Verfahrensschema mit den Einleitstellen der Prozesswässer aus der Schlammbehandlung	3
3.2	Überwachungswerte	4
3.3	Aktuelle Belastung der KA Wegberg	5
3.3.1	Konzentrationen und Frachten im Zulauf SF, Ablauf SF und Ablauf Zwischenklärung.....	5
3.3.2	Konzentrationen und Frachten im Abwasser Fa. Heinen	8
3.3.3	Eliminationsleistung der Vorreinigungsschritte	9
3.4	Erkenntnisse aus der Begehung.....	12
4	Verfahrenstechnische Nachrechnung der Kläranlage Wegberg	14
4.1	Nachrechnung der Anlage für den aktuellen IST-Zustand 2014.....	14
4.2	Nachrechnung der Anlage für den aktuellen IST-Zustand 2014, T=10,9°C, SF = 3, Schwankungsfaktor 2,2	16
4.3	Nachrechnung der Anlage für den aktuellen IST-Zustand 2014, jedoch für sehr hohe TNb-Fracht, T=12°C	17
4.4	Nachrechnung der Anlage für den aktuellen Zustand 2014 unter Einbeziehung der Vorbehandlung der Prozesswässer.....	18
5	Ableitung von Maßnahmen, Bewertung der Auswirkungen auf den Ist-Zustand der KA und Zusammenfassung	22
6	Literatur/Quellen	24

Anhang

Verzeichnis der Bilder

Bild 3-1:	Vereinfachtes Verfahrensschema KA Wegberg IST-Zustand	3
Bild 3-2:	Schwankungen der TNb-Zulaufwerte zur KA Wegberg sowie Verlauf der 2h-Misch-probenwerte, Messungen aus 2012 und Angabe in E (Quelle Gutachten FiW 2012)	7
Bild 3-3:	Zusammenfassung der Ganglinienauswertung im Ablauf Zwischenklärung KA Wegberg	12
Bild 3-4:	Ansichten KA Wegberg, links oben Hochlastbelegung, rechts oben Zwischenklärung, links unten Nitrifikationsstufe, rechts unten Blick von der Deni-Stufe über die Eindicker zum Faulbehälter	13
Bild 5-1:	Integration einer denkbaren Prozesswasserbehandlung in das Gesamtkonzept KA Wegberg	23

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 3-1:	Überwachungswerte der KA Wegberg (DAR, 1996)	4
Tabelle 3-2:	Zusammenstellung der relevanten Konzentrationen im Zulauf zur KA Wegberg aus der Messperiode Oktober 2014.....	5
Tabelle 3-3:	Zusammenstellung der relevanten Wassermengen und Schmutzfrachten im Zulauf zur KA Wegberg, Vergleich der Werte aus der Messperiode 2014 mit den Erhebungsdaten aus 2007, der Auswertung 2010 bis 2014 und den Bemessungswerte der KA, Basis 24h-Mischproben	6
Tabelle 3-4:	Umrechnung der Frachten auf Einwohner.....	6
Tabelle 3-5:	Auswertung der Abwassertemperaturen	7
Tabelle 3-6:	Konzentrationen im Abwasser der Fa. Heinen (Beprobung Oktober 2014, 24 h-Mischproben).....	8
Tabelle 3-7:	Konzentrationen verschiedener Abwasserparameter im Abwasser der Fa. Heinen (Beprobung 2012, 24 h-Mischproben in Ganglinien)	8
Tabelle 3-8:	Abschätzung Frachten der Fa. Heinen, Bezug auf Annahme $Q_{d,mittel, Heinen} = 209 \text{ m}^3/\text{h}$ (Basis Konzentration Messprogramm Oktober 2014)	8
Tabelle 3-9:	Zusammenstellung Konzentrationen im Zulauf und Ablauf des Sandfangs der KA Wegberg (Messzeitraum Oktober 2014))	9
Tabelle 3-10:	Frachten im Zu- und Ablauf Sandfang (Messzeitraum 2014).....	9
Tabelle 3-11:	Schmutzfrachten der Prozesswässer der KA Wegberg (Mittelwerte 2014)	10
Tabelle 3-12:	Gemessene Ablauffrachten der Zwischenklärung der Hochlastbelebung (2014)	10
Tabelle 3-13:	Zulauffrachten Schwachlastbelebung = Ablauf Zwischenklärung + Trübwasser Voreindicker.....	11
Tabelle 4-1:	Ausgangswerte der Nachrechnung (Bemessung nach Design2treat), 85%-Perzentilwerte, externe C-Quelle = C_{CSB_Z}	14
Tabelle 4-2:	Überwachungswerte	14
Tabelle 4-3:	Benutzerspezifische Vorgaben im Programm	15
Tabelle 4-4:	Berechnungsergebnisse aus Design2treat nach HSG-Ansatz	15
Tabelle 4-5:	Berechnungsergebnisse.....	16
Tabelle 4-6:	Ausgangswerte für Bemessung KA Wegberg auf Spitzenbelastung.....	17
Tabelle 4-7:	Berechnungsergebnisse Bemessung auf Spitzenbelastung TNb (Messperiode 2014).....	18
Tabelle 4-8:	Annahmen für die Prozesswasserbehandlung und Frachten in die Schwachlastbelebung.....	19
Tabelle 4-9:	Annahmen und Ergebnisse der Berechnungen KA Wegberg unter Einbeziehung einer Prozesswasservorbehandlung.....	20

Abkürzungsverzeichnis

Kürzel	Erläuterung	Einheit
AFS	Absetzbare Stoffe	[ml/l]
ATV-DVWK	Abwassertechnische Vereinigung	
BioP	Biologische Phosphorelimination	
BSB ₅	Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen	[mg/l]
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf	[mg/l]
H ₂ S	Schwefelwasserstoff	
ISV	Schlammvolumenindex	[ml/g]
KN	Gesamt-Stickstoff (im Programm Design2treat)	[mg/l]
MBAS	Methylenblauaktive Substanzen	[mg/l]
N	Stickstoff	
N _{anorg.}	Anorganisch gebundener Stickstoff	[mg/l]
NH ₄ -N	Ammonium-Stickstoff	[mg/l]
NO ₃ -N	Nitrat-Stickstoff	[mg/l]
NO _x	Stickoxide gesamt	[mg/l]
P	Phosphor	
P _{ges}	Phosphor gesamt	[mg/l]
PO ₄ -P	Phosphat-Phosphor	[mg/l]
Q _d	Tageszulaufmenge	[m ³]
Q _m	Mischwetterzulauf	[m ³]
Q _t	Trockenwetterzulauf	[m ³]
TNb	Total Nitrogen bound (Gesamtstickstoff gebunden)	[mg/l]
TS ₀	Abfiltrierbare Stoffe	[mg/l]

1 Veranlassung

Die Stadt Wegberg betreibt zwei Kläranlagen (KA) im Stadtgebiet. Die größere der beiden Kläranlagen, Wegberg-Mitte, im vorliegenden Bericht als KA Wegberg bezeichnet, ist für eine Bemessungsbelastung von 46.780 EW bezogen auf die Schmutzfrachten bzgl. BSB₅ bzw. CSB im zufließenden Rohabwasser ausgelegt (DAR, 1996). Die KA Wegberg wurde als Anlage zur gemeinsamen biologischen Behandlung häuslicher und industrieller Abwässer konzipiert. Neben dem kommunalen Abwasser von ca. 22.000 angeschlossenen Einwohnern wird die KA maßgeblich durch Industrieabwässer, insbesondere vom gewerblichen Abwasser einer Gerberei beeinflusst. Die KA Wegberg wurde als zweistufige Belebtschlammanlage nach dem AB-Verfahren konzipiert.

Die kleinere der beiden Kläranlagen, Arsbeck-Dalheim, im vorliegenden Bericht als KA Arsbeck bezeichnet, ist für 20.000 EW ausgebaut und leitet in einen namenlosen Vorfluter zum Helpensteiner Bach ein.

Die KA Wegberg wird seit Jahren mit industriellem Abwasser sehr hoch belastet und besonders bzgl. TNb auch überlastet. In den letzten Jahren wurden bereits zahlreiche Maßnahmen ergriffen, um dennoch die Ablaufwerte einzuhalten.

Für die KA Wegberg-Mitte wurde im Jahr 2013 die Verlängerung der Einleitungserlaubnis von der Stadt Wegberg bei der Bezirksregierung beantragt. Vor der Erteilung der Erlaubnis soll eine Nachrechnung der KA Wegberg-Mitte erfolgen, bei dem der Parameter Stickstoff im Fokus stehen soll. Damit soll erreicht werden, dass der Ist-Zustand der Kläranlage mit allen bereits umgesetzten Maßnahmen aktuell abgebildet wird und daraus weitere Aktivitäten abgeleitet werden können.

2 Zusammenstellung und Prüfung der Ausgangsdaten

Ein vorbereitender Schritt für die Nachrechnung der KA Wegberg ist die Zusammenstellung und Plausibilisierung der Daten, die den aktuellen Ist-Zustand der KA Wegberg abbilden.

Der Datenbezugszeitraum wurde in Absprache mit der Stadt Wegberg auf 2014 bei den zusätzlich angefertigten Analysen und auf den Zeitraum von 2010 bis 2013 bei den weiteren den Berechnungen zugrunde liegenden Daten festgelegt. Im Einzelnen wurden folgende Angaben / Werte ermittelt:

1. Zuflüsse zur KA: Trockenwetterzufluss und Zufluss bei Regenwetter
2. Abwasserzusammensetzung (CSB, BSB₅, N, P, ggf. weitere) im Zufluss zur KA als 24h-Mischproben der letzten drei Jahre.
3. Ablaufwerte der Hochlaststufe, um Aussagen zum eliminierten CSB bzw. BSB₅ in der Hochlaststufe und das CSB/N- bzw. BSB₅/N-Verhältnis treffen zu können.
4. Schmutzfrachten im Zulauf zu den biologischen Stufen
5. Rückbelastung durch Prozesswässer
6. Sonstige relevante Parameter, ggf. aus separatem Messprogramm
7. Verfahrensfließbild bzw. aktuelle Betriebsweise
8. Aktuelle Überwachungswerte bzw. Werte aus dem letztgültigen Genehmigungsbescheid.

Ausgewählte Daten und Angaben finden sich in den Tabellen im Kapitel 3 wieder.

3 IST-Zustand KA Wegberg

3.1 Vereinfachtes Verfahrensschema mit den Einleitstellen der Prozesswässer aus der Schlammbehandlung

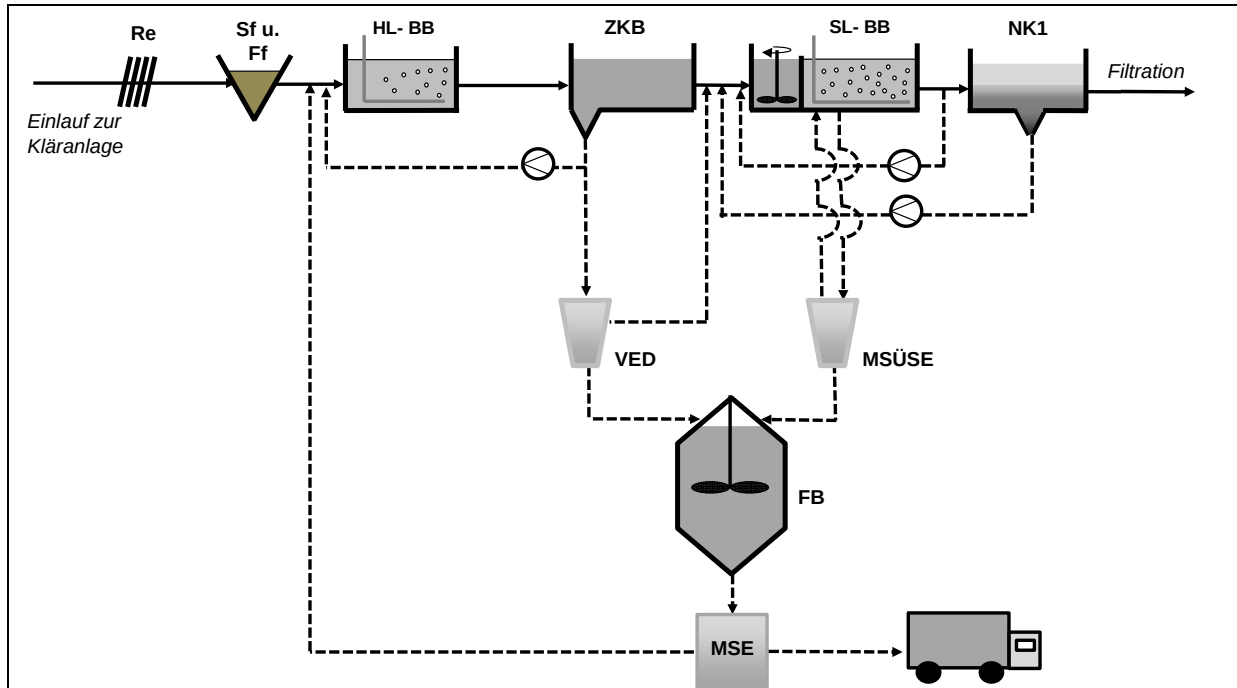


Bild 3-1: Vereinfachtes Verfahrensschema KA Wegberg IST-Zustand

Legende:	Re:	Rechen
	Sf u. Ff:	Sand- und Fettfang
	HL-BB:	Hochlast-Belebung
	ZKB:	Zwischenklärbecken
	SL-BB:	Schwachlast-Belebung
	NKB:	Nachklärbecken
	VED:	Voreindicker
	MSÜSE:	maschinelle Überschussschlammeindickung
	FB:	Faulbehälter
	MSE:	maschinelle Schlammmentwässerung

3.2 Überwachungswerte

Die KA Wegberg leitet in die Schwalm ein, die als ein empfindliches Gewässer eingestuft ist. Es müssen die in Tabelle 3-1 aufgeführten Überwachungswerte im Ablauf der KA Wegberg eingehalten werden.

Tabelle 3-1: Überwachungswerte der KA Wegberg (DAR, 1996)

Parameter	Überwachungswert
CSB	50 mg/l
BSB ₅ ohne ATH ¹	10 mg/l
NH ₄ -N	3 mg/l
P _{ges}	0,8 mg/l
pH-Wert	6,0 bis 8,5
Chrom	0,1 mg/l
Chrom VI	0,02 mg/l
Sulfat	300 mg/l
Chlorid*	250 mg/l
MBAS	2 mg/l
N _{anorg} **	18 mg/l

..* Grenzwert Chlorid formal auf 250 mg/l festgelegt.

..** bei Abwassertemperaturen $\geq 12^{\circ}\text{C}$

¹ Nitrifikationshemmer

3.3 Aktuelle Belastung der KA Wegberg

3.3.1 Konzentrationen und Frachten im Zulauf SF, Ablauf SF und Ablauf Zwischenklärung

Für die Ermittlung der aktuellen Belastungswerte der KA Wegberg wurden im Oktober 2014 im Zulauf der Kläranlage (=Zulauf Sandfang), im Ablauf des Sandfanges und im Ablauf der Zwischenklärung über ca. zwei Wochen 24h-Mischproben entnommen und auf die Parameter AFS, BSB₅, CSB, TNb und PO₄-P untersucht. Die 24h-Mischproben wurden um mehrere Ganglinienmessungen an den beschriebenen Probenentnahmestellen sowie 2h-Mischproben im Ablauf der Fa. Heinen ergänzt.

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die relevanten Wassermengen, Konzentrationen der Abwasserinhaltsstoffe und der Schmutzfrachten im Zulauf zu Anlage, wofür der Zulauf zum Sandfang heran gezogen wird.

Tabelle 3-2: Zusammenstellung der relevanten Konzentrationen im Zulauf zur KA Wegberg aus der Messperiode Oktober 2014

Zulauf Sandfang						
	Qd [m³/d]	AFS [mg/l]	BSB ₅ [mg/l]	CSB [mg/l]	PO ₄ -P [mg/l]	TNb [mg/l]
Anzahl	14	14	14	14	14	14
Min	5.961	150	187	448	3,8	39
Max	15.180	490	358	1075	7,0	82
Mittel	7.380	316	263	697	5,3	65
Median	6.628	313	251	695	5,5	65
85%Perz.	8.339	407	338	831	6,8	77
Stabw	2.435	97	56	172	1,1	12

In der Tabelle 3-2 wird deutlich, dass im Zulauf zur KA Wegberg die Konzentrationen bzgl. AFS, BSB₅, CSB und PO₄-P während der Messperiode keine Auffälligkeiten zeigen. Hingegen liegen die Konzentrationen bzgl. Stickstoff (TNb) deutlich über dem Mittel kommunaler Kläranlagen, wo zumeist Werte zwischen 40 und 60 mg/l vorzufinden sind.

Die für die Nachrechnung relevanten Frachten wurden anhand der Ablaufwassermengen und der 85%-Perzentile der Konzentrationen ermittelt. Zur Berechnung der Frachten im Zulauf zur Hochlaststufe und im Zulauf zur zweiten Belebungsstufe wurden die Mittelwerte der Frachten aus 2014 aus den jeweils eingeleiteten Prozesswässern addiert (Zulauffracht Hochlast-BB = Ablauffracht SF + Prozesswasser MSE, Zulauf SL-BB = Ablauffracht ZKB + Ablauf VED). Bzgl. der Prozesswasserfracht ist die Verwendung von Mittelwerten sinnvoll, da die Rückbelastung eher eine Antwort auf die Belastung der Anlage im Wochenmittel ist und von auch von den Parametern der Schlammfäulung/Eindickung und Entwässerung abhängt.

In Tabelle 3-3 wurden die Zulauffrachten der Messperiode Oktober 2014 zusammengestellt. Diese Werte wurden den Frachten aus der Erhebung 2007, dem 85%-Perzentil der Betriebswerte aus 2010 bis 2013 sowie den Bemessungswerten gegenüber gestellt.

Die ermittelten Werte für die Wassermenge und die CSB-Fracht liegen etwa im Bereich der Bemessungswerte, die Stickstofffracht jedoch um rund ein Viertel über dem Bemessungswert. Phosphor/Phosphat liegt deutlich unter dem Bemessungswert.

Tabelle 3-3: Zusammenstellung der relevanten Wassermengen und Schmutzfrachten im Zulauf zur KA Wegberg, Vergleich der Werte aus der Messperiode 2014 mit den Erhebungsdaten aus 2007, der Auswertung 2010 bis 2014 und den Bemessungswerte der KA, Basis 24h-Mischproben

	Qd [m³/d]	BSB ₅ [kg/d]	CSB [kg/d]	PO ₄ -P [kg/d]	TNb [kg/d]
Max. 2014	15.180	2.854	6.801	58	698
85%Perz. 2014	8.339	2.267	6.044	44	551
Auswert. 2010 - 2014; 85%Perz.	9.230	2.986	5.802	57	521
Erhebung 2007	7.605		8.699	64	624
Bemessungsw.*	9.389	2.807	5.615	117	414

*Bemessungswerte KA Wegberg, aus Bericht DAR 2007 bzw. Betriebsanleitung DAR 1996

Die Auswertung über einen längeren Zeitraum 2010 bis 2013 incl. Messprogramm 2014 zeigt, dass die Bemessungswerte beim CSB, BSB₅ und insbesondere TNb überschritten werden. Bei letzterem liegt das 85%-Perzentil um ca. 10.000 EW darüber (siehe Tab. 3-4).

Die extrem hohen Frachten aus dem Jahre 2007 für CSB und TNb konnten in der Messperiode 2014 für den 85%Perzentilwert nicht bestätigt werden. Allerdings lag der Max-Wert in der Messperiode 2014 auch deutlich über den Werten aus der Erhebung vom Jahre 2007 (DAR 2007). Somit ist immer noch damit zu rechnen, dass ähnliche Spitzenwerte bzgl. TNb-Fracht auftreten, wie sie in der Vergangenheit (2007 bis 2013) gemessen wurden. Auch diese sehr hohen Frachten müssen von der KA Wegberg verkraftet werden.

In der folgenden Tabelle 3-4 wird eine Umrechnung der Frachten aus Tabelle 3-3 in Einwohnerwerte vorgenommen.

Tabelle 3-4: Umrechnung der Frachten auf Einwohner

	BSB ₅ [E/d]	CSB [E/d]	P [E/d]	TNb [E/d]
Max. 2014	47.566	56.674	38.457	63.482
85%Perz. 2014	37.781	50.370	29.279	50.128
Auswert. 2010 - 2014; 85%Perz.	49.773	48.349	38.023	47.381
Erhebung 2007		72.492	42.667	56.727
Bemessungsw.*	46.783	46.792	78.000	37.636

Es ist ersichtlich, dass bei Bezug auf die Messperiode 2014 der Auslegungswert bzgl. Stickstoff um rund 12.500 EW im 85%-Perzentil überschritten wird, beim CSB sind dies ca. 3.600 EW, beim Parameter P wird der Auslegungswert weit unterschritten.

Erwartungsgemäß lagen die Max-Werte der Messperiode 2014 auch deutlich über den Bemessungswerten. So lag die 2014 ermittelte CSB-Max-Fracht um rund 10.000 EW über dem Bemessungswert. Beim Parameter TNb lag die Max-Fracht um annähernd 70% (ca. 26.000 EW) über dem Bemessungswert.

Der Zulauf der KA Wegberg wird zudem von sehr großen Schwankungen im Zulauf insbesondere bzgl. TNb geprägt, was in folgender Grafik verdeutlicht wird.

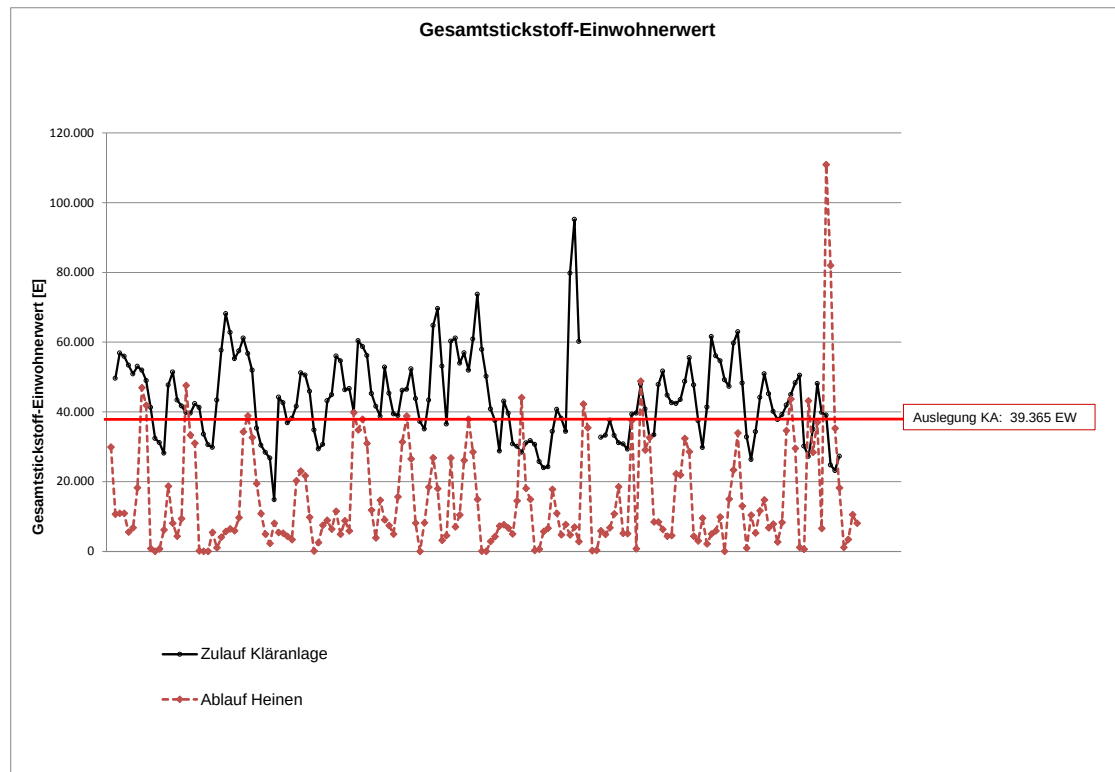


Bild 3-2: Schwankungen der TNb-Zulaufwerte zur KA Wegberg sowie Verlauf der 2h-Mischprobenwerte, Messungen aus 2012 und Angabe in E (Quelle Gutachten FiW 2012)

In Bild 3-2 zeigt sich der sehr starke Einfluss des Abwassers der Fa. Heinen in der Historie (2012). In der Summe aus häuslichen Abwasser und Abwasser der Fa. Heinen ergaben sich zahlreiche Spitzen, die um mehr als 50% über den Auslegungswerten lagen.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Auswertung der relevanten Abwassertemperaturen. Im 90%Perzentil liegt diese bei 10,9°C, die minimale Temperatur lag bei 8,6 °C. Die Bemessungstemperatur liegt zwar bei 12°C, eine Nachrechnung mit 10,9°C als 90%-Wert erfolgt dennoch gemäß der Bemessungsvorschrift.

Tabelle 3-5: Auswertung der Abwassertemperaturen

90%Perzentil	10,9 °C
99%Perzentil	9,8 °C
Min	8,6 °C
Max	19,5 °C
Mittel	14,6 °C
Median	14,7 °C
Stabw	2,7 °C

3.3.2 Konzentrationen und Frachten im Abwasser Fa. Heinen

Neben verschiedenen Probenahmestellen auf der KA Wegberg selbst wurde auch das Abwasser der Fa. Heinen untersucht. Die Ergebnisse zeigen die folgenden Tabellen.

Tabelle 3-6: Konzentrationen im Abwasser der Fa. Heinen (Beprobung Oktober 2014, 2 h-Mischproben)

	Biologischer Sauerstoffbedarf [mg/l]	Chemischer Sauerstoffbedarf [mg/l]	Stickstoff gesamt gebunden [mg/l]	Chemischer Sauerstoffbedarf filtriert [mg/l]	Chemischer Sauerstoffbedarf partikulär [mg/l]
Anzahl	4	4	4	4	4
Min	5.809	12.700	1.300	7.100	5.600
Max	7.676	18.900	1.600	9.850	9.050
Mittel	6.871	15.400	1.400	8.238	7.163
Median	7.000	15.000	1.350	8.000	7.000

In Tabelle 3-6 wird das sehr hohe Konzentrationsniveau bzgl. CSB und TNb im Abwasser der Fa. Heinen deutlich. Zum Vergleich sind nochmals die Werte aus dem Jahre 2012 in der folgenden Tabelle 3-7 aufgelistet.

Tabelle 3-7: Konzentrationen verschiedener Abwasserparameter im Abwasser der Fa. Heinen (Beprobung 2012, 24 h-Mischproben in Ganglinien)

Proben aus Ablauf Fa. Heinen (2h-Mischproben)	Q	pH-Wert	LF	CSB	ABS	Chlorid	Sulfat	TNb	NH4-N	Nitritstickstoff (NO ₂ -N)	Pges
	[m³/h]	[-]	[mS/cm]	[mg/l]	[ml/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
Anzahl Daten	170	170	158	166	157	173	163	173	171	162	166
Medianwert	8,0	8,4	13,3	6.325	21	1.730	3.590	476	199	3,8	11,6
Minimum	0,0	4,1	2,9	618	0	322	305	119	41	0,1	0,8
Maximum	26,5	9,1	24,4	49.800	600	6.040	12.600	3.180	298	23,0	908,0
Mittelwert	8,7	8,4	13,5	8.221	52	1.945	4.176	680	193	5,0	43,9
Standardabw.	5,4	0,4	3,6	7.384	102	953	2.133	467	45	3,8	135,5
15% Perzentil	2,5	8,2	10,8	3.725	2	1.118	2.650	359	159	2,0	2,5
85% Perzentil	14,9	8,7	16,8	11.175	68	2.894	6.024	1.022	237	8,2	37,8

Der Vergleich von Tabelle 3-7 und 3-8 zeigt etwa eine Verdopplung des mittleren Konzentrationsniveaus beim CSB und insbesondere beim Parameter TNb von 2012 auf 2014. Dies wirkt sich in sehr hohen Frachten zur KA Wegberg aus. In Tabelle 3-8 wurde eine Abschätzung der Frachten der Fa. Heinen zur KA Wegberg vorgenommen. Der Abwasservolumenstrom der Fa. Heinen variiert zwischen weniger als 150 m³/d und bis annähernd 300 m³/d. Für die Berechnungen in Tabelle 3-8 wurde der Mittelwert von ca. 209 m³/d genutzt.

Tabelle 3-8: Abschätzung Frachten der Fa. Heinen, Bezug auf Annahme $Q_{d,mittel, Heinen} = 209 \text{ m}^3/\text{h}$ (Basis Konzentration Messprogramm Oktober 2014)

	Biologischer Sauerstoffbedarf [kg/d]	Chemischer Sauerstoffbedarf [kg/d]	Stickstoff gesamt gebunden [kg/d]	Chemischer Sauerstoffbedarf filtriert [kg/d]	Chemischer Sauerstoffbedarf partikulär [kg/d]
Min	1.213	2.652	271	1.482	1.169
Max	1.603	3.946	334	2.057	1.890
Mittel	1.435	3.216	292	1.720	1.496
85%Perz.	1.539	3.599	315	1.888	1.721

Auffällig ist, dass fast die Hälfte des CSB in partikulärer Form vorliegt. Betrachtet man die anhand einer mittleren typischen Abwassermenge von 209 m³/d hochgerechneten

CSB/BSB₅-Frachten, so liegt der Frachtanteil der Fa. Heinen im Zulauf zur KA Wegberg bei mehr als 50% der Gesamtfracht. Wird der Parameter TNb betrachtet, resultieren i.M. ebenfalls deutlich mehr als 50% der Zulauffracht aus dem Abwasser der Fa. Heinen.

3.3.3 Eliminationsleistung der Vorreinigungsschritte

In den bisherigen Untersuchungen (DAR 2007, 2012) wurden für die Eliminationsleistung der Vorreinigungsschritte stets nur Annahmen getroffen, die sich an den Standardwerten orientierten. Um für die Nachrechnung der Anlage gesicherte Anhaltspunkte zu bekommen, wurden in der Messperiode 2014 auch der Ablauf Sandfang und der Ablauf Zwischenklärung beprobt. Wird zunächst die Eliminationsleistung des Sandfanges betrachtet, ist zu erkennen, dass dort bereits eine unerwartet hohe Elimination aller betrachteten Parameter erfolgt. So werden 31% der CSB-Konzentration bereits im belüfteten Sand-/ Fettfang eliminiert. Selbst beim Stickstoff (TNb) werden hier ca. 14% eliminiert. Dies kann auf Flotations- und Adsorptionseffekte zurückgeführt werden, wodurch die Fasern und Fett sowie flockige / koagulierte Proteine, die im Abwasser der Fa. Heinen enthalten sind, bereits hier wirksam abgetrennt werden.

Tabelle 3-9: Zusammenstellung Konzentrationen im Zulauf und Ablauf des Sandfangs der KA Wegberg (Messzeitraum Oktober 2014)

Zulauf Sandfang							Ablauf Sandfang				
	Qd [m³/d]	AFS [mg/l]	BSB ₅ [mg/l]	CSB [mg/l]	PO ₄ -P [mg/l]	TNb [mg/l]	AFS [mg/l]	BSB ₅ [mg/l]	CSB [mg/l]	PO ₄ -P [mg/l]	TNb [mg/l]
Anzahl	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Min	5.961	150	187	448	3,8	39	165	141	329	2,7	34
Max	15.180	490	358	1075	7,0	82	305	258	595	6,6	71
Mittel	7.380	316	263	697	5,3	65	231	191	478	4,8	57
Median	6.628	313	251	695	5,5	65	235	186	473	5,0	59
85%Perz.	8.339	407	338	831	6,8	77	271	221	582	5,3	68
Stabw	2.435	97	56	172	1,1	12	45	34	93	0,9	11
Elimination im Mittel							27%	27%	31%	9%	14%

Die Tabelle 3-10 gibt einen Überblick über die Frachten im Zulauf und Ablauf des Sandfangs. Letztere sind die für die Bemessung der Hochlastbelegung relevant.

Tabelle 3-10: Frachten im Zu- und Ablauf Sandfang (Messzeitraum 2014)

Zulauf Sandfang						Ablauf Sandfang				
	AFS [kg/d]	BSB ₅ [kg/d]	CSB [kg/d]	PO ₄ -P [kg/d]	TNb [kg/d]	AFS [kg/d]	BSB ₅ [kg/d]	CSB [kg/d]	PO ₄ -P [kg/d]	TNb [kg/d]
Anzahl	14	14	14	12	14	14	14	14	12	14
Min	1138	1115	2850	24	323	1146	888	2212	28	311
Max	4061	2854	6801	58	698	2657	2368	4994	41	516
Mittel	2253	1884	4984	37	467	1657	1388	3407	34	400
Median	2304	1798	5050	36	461	1601	1386	3484	32	404
85%Perz.	2768	2267	6044	44	551	1913	1713	3840	38	477
Stabw	731	460	1222	9	103	404	382	675	4	70

Zwischen dem Sandfang und der Hochlastbelegung wird das Prozesswasser der Faulschlammmentwässerung eingeleitet. Die folgende Tabelle 3-11 gibt Infos über die Belastung der Prozesswässer aus der Schlammbehandlung. Dabei sticht besonders das Zentrat der

Faulschlammentwässerung heraus, welches für die biologische Stufe mit dem Parameter TNb relevant ist. Die TNb-Fracht im Zentrat macht im Mittel etwa ein Fünftel der zur Hochlastbelebungs gelangenden Stickstofffracht aus. Die P_{ges} -Fracht aus den Prozesswässern liegt mit ca. einem Fünftel ebenfalls recht hoch. Der CSB im Prozesswasser ist mit etwa 10% Frachtanteil von eher untergeordneter Bedeutung für die Betrachtung.

Tabelle 3-11: Schmutzfrachten der Prozesswässer der KA Wegberg (Mittelwerte 2014)

	Q [m³/d]	CSB [kg/d]	Pges [kg/d]	TNb [kg/d]	Einspeisung
Trübwasser VED	275	118	6,5	17,9	in Zul. Deni
Zentrat FS-Entwässerung	90	93	2,2	109,9	in Zul. HL BB
Klarwasser Bändeindicker	194	116	0,2	3,6	in Zul. Nitri
Summe	559	326	8,8	131,5	

Da bereits im Ablauf Sandfang trotz Elimination um 14% eine vergleichsweise hohe Stickstofffracht vorhanden ist, ergibt sich durch Einleitung des Zentrates der Faulschlammentwässerung eine weitere sehr deutliche Erhöhung der TNb-Fracht um i.M. fast 110 kg/d, die zur Hochlastbelebungs gelangt.

In der Hochlastbelebungs erfolgt trotz minimaler Verweilzeit (<30 min) und geringer Biomassekonzentration (<1,5 g/l) eine wirksame Elimination aller Abwasserparameter. Besonders stark werden hier die organischen Inhaltsstoffe eliminiert (ca. 50% BSB₅-Abbau). Es wird auch nennenswert Stickstoff abgetrennt, mehr als durch die biologische Inkorporation möglich ist. Eine Erklärung hierfür ist, dass in der Hochlaststufe vermehrt organisch gebundener Stickstoff abgetrennt wird. Im Vergleich zu den Auslegungsdaten der KA liegt die BSB₅-Fracht im Ablauf der Zwischenklärung im 85%-Perzentil um rund 1/3 niedriger, die Stickstofffracht jedoch rund 1/3 höher (s. Tabelle 3-12). Betrachtet man die Mittelwerte, liegt die BSB₅-Fracht aktuell nur bei ca. 50% der Auslegungswerte.

Tabelle 3-12: Gemessene Ablauffrachten der Zwischenklärung der Hochlastbelebungs (2014)

Zulauf HL-BB (A-Stufe) incl Prozesswasser					Ablauf Zwischenklärung				
	BSB5 [kg/d]	CSB [kg/d]	PO4-P [kg/d]	TNb [kg/d]	AFS [kg/d]	BSB5 [kg/d]	CSB [kg/d]	PO4-P [kg/d]	TNb [kg/d]
Anzahl					12	12	12	8	12
Min					316	215	775	19	298
Max					1473	1351	3400	43	592
Mittel	1388	3500	36	510	605	693	1797	25	406
Median					563	678	1773	22	391
85%Perz.	1713	3933	40	587	668	956	2377	27	448
Stabw					300	336	725	8	73
Elimination HL-BB im Mittel						50%	49%	31%	20%
Auslegungswerte für SL BB **						1.403	2.806	47	331

**Auslegungswerte von 1996 (DAR)

In Tabelle 3-13 wurden die Frachten für die Schwachlastbelebungs unter Einbeziehung des Trübwassers aus dem Voreindicker zusammengestellt. Damit erhöht sich die Fracht zur

Schwachlastbelegung noch etwas. Beim TNb liegt das 85%-Perzentil rund 1/3 über dem Bemessungswert, der max. Wert der Messperiode ist fast doppelt so hoch wie der Bemessungswert von 1996.

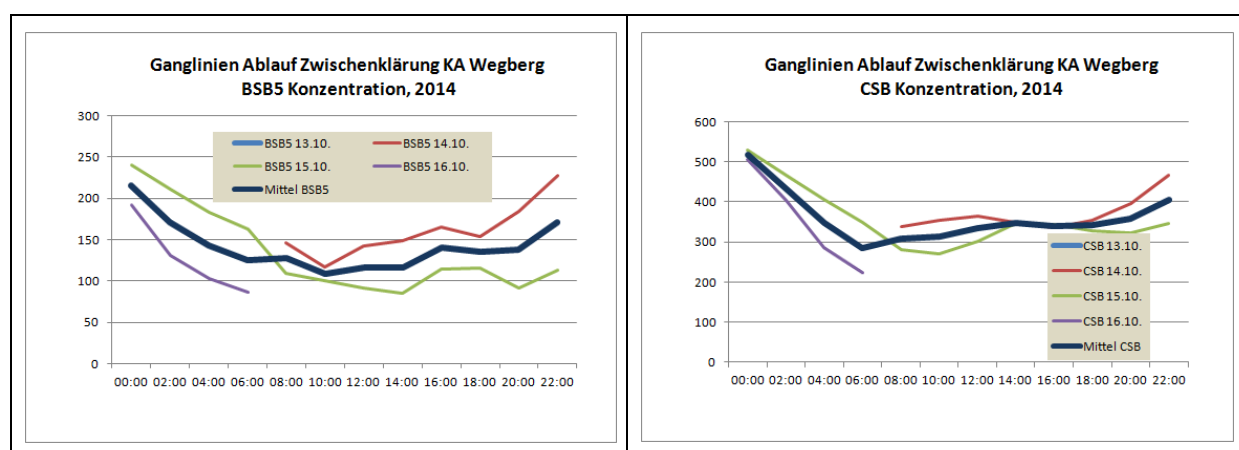
Tabelle 3-13: Zulauffrachten Schwachlastbelegung = Ablauf Zwischenklärung + Trübwasser Voreindicker

	Qt [m³/d]	BSB ₅ [kg/d]	CSB [kg/d]	PO4-P [kg/d]	TNb [kg/d]	BSB ₅ /N	CSB/N
Max. 2014	15.180	1.351	3.518	49	610	2,2	5,8
85%Perz. 2014	8.339	956	2.495	33	466	2,1	5,3
Bemess.- werte**	9.389	1.403	2.806	47	331	4,2	8,5
Elim. HL BB		50%	49%	32%	18%		

Für die Schwachlastbelegung bedeutet die 50%ige BSB₅-Elimination jedoch auch, dass das BSB₅ : N-Verhältnis nur noch wenig über 2 liegt (Tabelle 3-13) und somit die notwendige Denitrifikation nur mit externer Kohlenstoffquelle sicher erfolgen kann. Bemessen wurde die KA Wegberg mit einem BSB₅ : N-Verhältnis von rund 4 : 1., d.h. zwischenzeitlich ergab sich hier nahezu eine Halbierung des BSB₅ : N-Verhältnisses.

In der Praxis werden täglich ca. 400 bis 450 l einer hoch konzentrierten Quelle (z.Zt. Glycerin) dosiert, um ausreichend BSB₅/CSB für die Denitrifikation zur Verfügung zu haben. Damit erfolgt der Eintrag von bis zu 540 kg CSB/d (CSB 1,2 kg/m³), wobei hier die BSB₅-Fracht der C-Quelle aufgrund der sehr guten Abbaubarkeit recht nahe bei der CSB-Fracht liegt. Die Bemessung der Schwachlastbelegung muss daher mit den in der Messkampagne 2014 festgestellten Frachten vom Ablauf der Vorreinigung bzw. den ermittelte Eliminationsgraden in Sandfang und Hochlastbelegung erfolgen.

Neben der Auswertung der Konzentrationen und Frachten wurden Ganglinien vom Ablauf der Hochlastbelegung aufgenommen und ausgewertet (Bild 3-3). Diese zeigten ein ungewöhnliches aber recht ähnliches Bild.



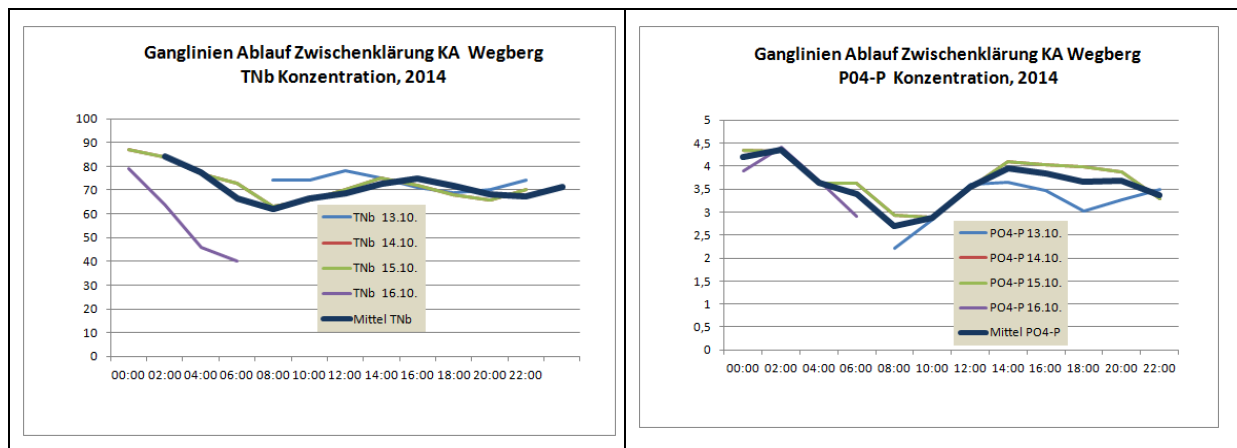


Bild 3-3: Zusammenfassung der Ganglinienauswertung im Ablauf Zwischenklärung KA Wegberg

In den sehr späten Abend- und frühen Nachtstunden werden die höchsten Konzentrationen bei fast allen Parametern gemessen. Hier wurden TNb-Werte von deutlich über 80 mg/l registriert. Niedrige Konzentrationen wurden hingegen am Morgen bzw. am frühen Vormittag gemessen. Diese stiegen im Laufe des Tages tendenziell bzw. recht kontinuierlich an. Die Ursachen hierfür sind ggf. in der sich ändernden Verdünnung des industriellen Abwassers durch das häusliche Abwasser zu sehen. Ggf. sind hier auch Einflüsse der Prozesswassereinleitungen (Zentrat FS-Entwässerung) zu sehen, das jedoch verteilt in viele kleine Pumpintervalle zur Biologie gelangt.

3.4 Erkenntnisse aus der Begehung

Es erfolgte eine Begehung der KA Wegberg mit Vertretern des Betriebs der Anlage zur Klärung von Fragen, die sich nach Sichtung der Datenlage ergeben haben. Dazu gehören auch bereits realisierte Maßnahmen (ständige oder vorübergehende) zur Verbesserung des Betriebs der Kläranlage sowie die Einschätzung der Situation durch das Betriebspersonal vor Ort.

Auf der KA Wegberg werden und wurden zahlreiche Maßnahmen ergriffen, um der außergewöhnlichen Situation, insbesondere der zeitweiligen massiven Überlastung bzgl. TNb gerecht zu werden. So wurde die Belüftung an zeitweise sehr hohe TNb-Spitzen (Nachrüstungen in der Gebläsestation) angepasst, so dass mit Sauerstoffkonzentrationen bis zu 4 mg/l gearbeitet werden kann. Weiterhin wird in den Zulauf zum Sandfang das sog. Lipex-Produkt als Emulsionsspalter dosiert, um im Sand-/Fettfang den Rückhalt auch der im Zulauf zur KA emulgiert vorliegenden Fette zu ermöglichen. Zum Ausgleich des sehr schlechten BSB₅:N-Verhältnisses wird Glycerin in die Denitrifikation der Schwachlaststufe dosiert. Zur Stabilisierung des Schlammindezes wird Kreide zugegeben. Die Prozesswasserströme wurden entflochten, so dass CSB-reiches Prozesswasser (Ablauf Voreindicker) der Deni-Stufe zufließt. Die Schlammeindickung und Entwässerung wurde an den hohen Schlammanfall an-

gepasst. Zudem muss eine aufwendige Abluftfassung und -Behandlung betrieben werden, die sich aus der Geruchsintensität des Abwassers und dem aktiven Ausgasen (Hochlaststufe) ergeben.

In der Summe werden somit sehr große Aufwendungen getätigt, um die Ablaufwerte der KA Wegberg trotz Überlastung einzuhalten, die maßgeblich eine Folge der Industrieabwassereinleitungen (Fa. Heinen) sind. Ein ganz erheblicher Faktor des Betriebsaufwandes ist die Dosierung der externen C-Quelle.

Von den zahlreichen Folgeerscheinungen, die aus der Industrieabwassereinleitung resultieren, werden insbesondere die TNb-Stoßbelastungen als sehr kritisch angesehen. Diese sind messtechnisch schwierig zu erfassen, da sie nur schwach mit den $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentrationen im Zulauf zur KA korrelieren. Die TNb-Stoßbelastungen erfordern annähernd sprunghaft deutlich höhere Nitrifikationsleistungen im Vergleich zu den mittleren Werten.

Die folgenden Bilder geben einen Eindruck von den wesentlichen Anlagenteilen.



Bild 3-4: Ansichten KA Wegberg, links oben Hochlastbelebung, rechts oben Zwischenklärung, links unten Nitrifikationsstufe, rechts unten Blick von der Deni-Stufe über die Eindicker zum Faulbehälter

4 Verfahrenstechnische Nachrechnung der Kläranlage Wegberg

Der Abwasserreinigungsprozess der KA Wegberg wurde auf Grundlage der bereitgestellten aktuellen Datenbasis mit Hilfe des Programmes „Design2treat“ nach dem HSG-Ansatz nachgerechnet. Dabei wurde der Fokus auf die Parameter Gesamtstickstoff und CSB gelegt.

Zudem wurde eine alternative Betriebsvariante berechnet, um deren Auswirkungen auf die N-Elimination einschätzen zu können.

4.1 Nachrechnung der Anlage für den aktuellen IST-Zustand 2014

Zunächst wurde die KA Wegberg anhand der Messwerte aus der Messkampagne Oktober 2014 für eine Temperatur von 12°C und einen hohen Sicherheitsfaktor von 3 und einen Schwankungsfaktor von 2 nachgerechnet. Die Temperatur von 12°C entspricht dem für viele KA gelten Wert für die Einhaltung der Stickstoffablaufwerte. Die sonstigen Randbedingungen zeigen die Tabellen 4-1, 4-2 und 4-3. Zudem wird die Dosierung der ca. 450 l/d Glycerin mit einer CSB-Fracht von 540 kg/d in die Berechnungen einbezogen.

Tabelle 4-1: Ausgangswerte der Nachrechnung (Bemessung nach Design2treat), 85%-Perzentilwerte, externe C-Quelle = C_{CSB_Z}

Frachten BB_zu		
Qd	8.350	[m³/d]
Qt:	596	[m³/h]
Qm:	1.193	[m³/h]
BSB ₅ :	957	[kg/d]
TS ₀	670	[kg/d]
NH ₄ -N	328	[kg/d]
N _{org.}	139	[kg/d]
KN	467	[kg/d]
NO ₃ -N	0	[kg/d]
P _{ges.}	33	[kg/d]
C _{CSB_Z}	540	[kg/d]

Tabelle 4-2: Überwachungswerte

Überwachungswerte:			
Überwachungswert N _{anorg.}	18,0	[mg/l]	
Überwachungswert NH ₄ -N	3,0	[mg/l]	
Überwachungswert P _{ges.}	0,8	[mg/l]	

Tabelle 4-3: Benutzerspezifische Vorgaben im Programm**Bemessungswerte:**

Bemessungswert N org. im Mittel	2,0 [mg/l]
Bemessungswert NH ₄ -N in der Spitze	3,0 [mg/l]
Bemessungswert NH ₄ -N im Mittel	0,6 [mg/l]
Bemessungswert NO ₃ -N im Mittel	11,4 [mg/l]

Die Berechnungsergebnisse fasst Tabelle 4-4 zusammen. Unter den o.g. Randbedingungen (85%-Perzentil, Messwerte 2014) kann die Anlage für 12°C rechnerisch nachgewiesen werden.

Auffällig ist, dass das benötigte Deni-Volumen über dem des Nitri-Volumens liegt, was aus dem niedrigen BSB₅ : N-Verhältnis trotz C-Quelle resultiert.

Tabelle 4-4: Berechnungsergebnisse aus Design2treat nach HSG-Ansatz**Ergebnisse:**

BB Volumen ohne BioP = V ges.	6.206 [m ³]
Volumen Nitrifikation	2.926 [m ³]
Volumen Denitrifikation	3.280 [m ³]
V Deni / V ges.	0,53 [-]
VBB-Volumen pro Einwohner	164,3 [l/E]
Nitri-Volumen pro Einwohner	77,4 [l/E]
Deni-Volumen pro Einwohner	86,8 [l/E]
Bemessungstemperatur	12,0 [°C]
aerobes Schlammalter	9,52 [d]
Schlammalter ges.	20,18 [d]
Ablauf-Konz. TS Belebungs.	3,0 [kg/m ³]
mittlere TS-Konz. im Belebungs.	3,0 [kg/m ³]
mittlere biol. TS-Konzentration	n.a. [kg/m ³]
Vorgegebenes max. Rückführverh.	4,00 [-]
Berechnetes Rückführverhältnis	3,41 [-]

Die angegebene Belebtschlammkonzentration stimmt auch mit dem derzeit gefahrenen Werten überein. Damit kann auch die bestehende Nachklärung unter den derzeitigen Bedingungen nachgewiesen werden.

Die Anlage in Wegberg verfügt noch über eine biologisch aktivierte Filtrationsstufe, die nach Aussage des Betriebspersonals noch die Kapazität hat, ca. 2 mg/l NH₄-N im Nachgang zur Belegung zu eliminieren.

Im Ergebnis der Berechnung zeigte sich, dass die Denitrifikation hier ein volumenkritischer Prozess ist. Gründe dafür sind, dass das $\text{BSB}_5 : \text{N}$ -Verhältnis im Zulauf zur Belebung i.M. nur noch 2,1 : 1 beträgt. Zudem zeigte sich, dass die Menge von 400 bis 450 l an externer Kohlenstoffquelle wirklich benötigt wird, da bei geringerer Dosierung das benötigte Deni-Volumen extrem groß würde bzw. bei Dosiermengen deutlich unter 450 l/d signifikant zu wenig BSB_5 im Prozess wäre, um die N_{anorg} -Ablaufkonzentration einhalten zu können.

4.2 Nachrechnung der Anlage für den aktuellen IST-Zustand 2014, $T=10,9^\circ\text{C}$, $\text{SF} = 3$, Schwankungsfaktor 2,2

Die anderen Annahmen gleichen denen des Rechenganges unter 4.1. Es wurde ein Sicherheitsfaktor SF von 3 angesetzt, mit dem die nitrifikationshemmenden Eigenschaften des Gerbereiabwassers abgebildet werden und ein Schwankungsfaktor von 2,2, der die hohen Schwankungen und Spitzen der Stickstofffracht berücksichtigt.

Die Berechnung zeigt, dass bei $10,9^\circ\text{C}$ die Anlage rechnerisch für die aktuellen Belastungsverhältnisse (85%Perzentil, Messperiode 2014) **nicht** mehr nachgewiesen werden kann.

Tabelle 4-5: Berechnungsergebnisse

Ergebnisse:

BB Volumen ohne BioP = V ges.	7.580	[m ³]
Volumen Nitrifikation	3.596	[m ³]
Volumen Denitrifikation	3.984	[m ³]
V Deni / V ges.	0,53	[-]
VBB-Volumen pro Einwohner	200	[l/E]
Nitri-Volumen pro Einwohner	95,2	[l/E]
Deni-Volumen pro Einwohner	105,4	[l/E]
Bemessungstemperatur	10,9	[°C]
aerobes Schlammalter	12,07	[d]
Schlammalter ges.	25,4	[d]
Ablauf-Konz. TS Belebungsbecken	3,0	[kg/m ³]
mittlere TS-Konz. im Belebungsbecken	3,0	[kg/m ³]
mittlere biol. TS-Konzentration	2,6	[kg/m ³]
Vorgegebenes max. Rückführverh.	4,00	[-]
Berechnetes Rückführverhältnis	3,44	[-]

Das erforderliche Beckenvolumen läge um ca. 600 m³ über dem vorhandenen. Das bedeutet, dass die Belebungsstufe insbesondere in der kalten Jahreszeit nicht mehr in der Lage ist, die hohen Stickstofffrachten bis zur Einhaltung der Überwachungswerte abzubauen.

Allerdings ist auch hierbei die Denitrifikation ein volumenkritischer Prozess trotz Dosierung sehr hoher Mengen an externer C-Quelle.

Bei der Bewertung der Ergebnisse ist auch zu beachten, dass mit dem Bemessungsprogramm primär eine statische Betrachtung möglich ist. Sehr dynamische Vorgänge, wie die sehr hohen Frachtspitzen bei beginnendem Mischwasserzufluss können mit der hier verwendeten statischen Berechnung nicht 100%ig abgebildet werden. Dennoch ist ableitbar, dass die Schwachlastbelegung der KA Wegberg insbesondere unter dem Einfluss der nitrifikationshemmenden Stoffe im Zulauf und der Stundenspitzen z.B. bei beginnendem Mischwasserzufluss überlastet ist. Dies gilt umso mehr, wenn noch weitere Stressfaktoren auftreten wie z.B. ein Anstieg des ISV.

4.3 Nachrechnung der Anlage für den aktuellen IST-Zustand 2014, jedoch für sehr hohe TNb-Fracht, $T=12^{\circ}\text{C}$, $SF=3$, Schwankungsfaktor 2,2

In einer weiteren Berechnung wurde nachgebildet, welche Beckenkubatur notwendig wäre, um die KA Wegberg auch für länger andauernde Spitzenbelastungen rechnerisch nachweisen zu können. Die Betrachtung dieses Lastfalles ist durchaus gerechtfertigt, da in der Vergangenheit häufig auch an mehreren Tagen hintereinander sehr hohe Frachten auftraten, die weit über den Bemessungswerten lagen. Selbst in der nur 14-tägigen Messperiode im Oktober 2014 wurden an einem Messtag TNb-Frachten ermittelt, die um 70% (!) über der Bemessungsfracht lagen (Tabellen 3-3 und 3-4).

Tabelle 4-6: Ausgangswerte für Bemessung KA Wegberg auf Spitzenbelastung

Qd	9.425	[m ³ /d]
Qt	673	[m ³ /h]
Qm	1.346	[m ³ /h]
BSB5	1.923	[kg/d]
TS0	408	[kg/d]
NH4-N	362	[kg/d]
N org.	292	[kg/d]
KN	653	[kg/d]
NO3-N	0	[kg/d]
P ges.	61	[kg/d]
C_CSB_Z	480	[kg/d]

Die Berechnung zeigte, dass für die dauerhaft sichere Abarbeitung solch hoher Frachten ein Beckenvolumen von ca. 9.365 m³ notwendig wäre (Tabelle 4-7). Dabei wurde mit einem hohen Sicherheitsfaktor von 3 und einem Schwankungsfaktor von 2,2 gerechnet. Das berechnete Becken Volumen liegt um rund 2.400 m³ über dem vorhandenen Beckenvolumen.

Tabelle 4-7: Berechnungsergebnisse Bemessung auf Spitzenbelastung TNb (Messperiode 2014)

Anlagentyp vorgeschaltete Denitrifikation		
BB Volumen ohne BioP = V ges.	9.365	[m ³]
Volumen Nitrifikation	4.816	[m ³]
Volumen Denitrifikation	4.549	[m ³]
V Deni / V ges.	0,486	[-]
VBB-Volumen pro Einwohner	150	[l/E]
Nitri-Volumen pro Einwohner	77,2	[l/E]
Deni-Volumen pro Einwohner	72,9	[l/E]
Bemessungstemperatur	10,9	[°C]
aerobes Schlammalter	12	[d]
Schlammalter ges.	23,5	[d]
Ablauf-Konz. TS Belebungsbecken	2,97	[kg/m ³]
mittlere TS-Konz. im Belebungsbecken	2,97	[kg/m ³]
Vorgegebenes max. Rückführverh.	3,50	[-]
Berechnetes Rückführverhältnis	4,19	[-]

Erschwerend für den Prozess kommt hinzu, dass zur Einhaltung der N_{anorg} Überwachungswerte ein sehr hohes Rezirkulationsverhältnis von >4 eingestellt werden muss. Dies hätte zur Folge, dass die Kontaktzeit des Abwassers in der Nitrifikationsstufe beim ersten Durchgang mit weniger als 1 h sehr kurz wäre.

4.4 Nachrechnung der Anlage für den aktuellen Zustand 2014 unter Einbeziehung der Vorbehandlung der Prozesswässer

Die mittlere Rückbelastung der Summe aller Prozesswässer (PW) aus der Schlammbehandlung bezüglich Stickstoff beträgt ca. 131 kg/d entsprechend ca. 28% bezogen auf das 85%-Perzentil der Fracht im Ablauf Sandfang. Der KA fließen somit ca. 609 kg TNb (Zulauf aus Kanalnetz + PW) in verschiedenen Behandlungsstufen zu. Den Hauptanteil der TNb-Fracht im Prozesswasser stellt das Zentrat der Faulschlammmentwässerung (s. Tabelle 3-11) dar. Eine separate Behandlung der Prozesswässer würde die Chance bieten, die KA um ca. 1/5 der real zu behandelnden TNb-Fracht zu entlasten. Zudem wäre aus Sicht der Minderung der Betriebskosten und der Schlammmentsorgung anzustreben, die Dosierung der externen C-Quelle zu minimieren, von der unter Annahme einer Tagesmenge von 400 kg/d fast 88 t/a verbraucht würden, die zudem den Rohschlammanfall ebenfalls in der Größenordnung von 30 bis 40 t TS/a erhöhen.

Für die Prozesswasserbehandlung gibt es verschiedenen Optionen:

- a) Strippung des Zentrates der Faulschlammentwässerung
- b) Deammonifikation der höher belasteten Prozesswässer (Zentrat FS, Überlauf ÜS Eindicker Hochlastbelebung)
- c) Konventionelle separate Nitrifikation und Teildenitrifikation der Prozesswässer

Die Optionen a) und b) erfordern spezielle Reaktoren bzw. Option b) einen recht langwierigen Einfahrprozess, der nicht auf allen KA gelingt. Daher wird im jetzigen Stadium zunächst die Option c) weiter verfolgt und in die Berechnung einbezogen. Die Option c) erlaubt mit Einsatz von trägerfixierter Biomasse den Betrieb ohne zusätzliche Sedimentationsstufe und sollte nach den Erfahrungen aus anderen Anlagen in der weiteren Umgebung von Wegberg stabil laufen können.

In der separaten Deni-/Nitrifikationsstufe (Option c) wird der TNb im Prozesswasser (Zusammenfassung aller PW) weitgehend nitrifiziert und ein Teil des Stickstoffes denitrifiziert. Ein Teil des in Nitrat umgewandelten TNb aus dem Prozesswasser kann dafür benutzt werden, als Sauerstofflieferant (im Nitrat gebundener Sauerstoff) für die Hochlastbelebung zu dienen. Ein fast ausschließlich anoxischer Betrieb der Hochlastbelebung begrenzt den BSB₅-Abbaugrad dort und verbessert damit das BSB₅ : N-Verhältnis im Zulauf zur Deni-Zone der Schwachlastbelebung. Es ist aller Wahrscheinlichkeit nach davon auszugehen, dass auch bei überwiegend anoxischem Betrieb der Hochlastbelebung die Schwachlastbelebung in ähnlichem Maße vor dem Einfluss von Hemmstoffen bewahrt wird. Die folgende Tabelle 4-8 zeigt Annahmen für Eliminationsleistungen der Prozesswasserbehandlung und die Frachten im Ablauf einer anoxisch betriebenen Hochlastbelebung.

Tabelle 4-8: Annahmen für die Prozesswasserbehandlung und Frachten in die Schwachlastbelebung

Parameter	Elimin. /Faktor	m [kg/d]	Bemerkungen
TNB PW gesamt		131	
CSB PW gesamt		326	
nitf. N in PW-Behandlung	95%	125	
denitrif. N in PW-Behandlung		17	aus CSB:BSB5 PW ca. 2,5 : 1, BSB5 für N ca. 3 : 1
N-Inkorporation PW-Behandlung	4%	5	
N-Restfracht HL-BB		110	
NO ₃ in HL BB		108	TNb PW - Inkorporation - Deni - Rest NH ₄
Verbrauch CSB Deni PW-Behandlung	2,5	125	NO ₃ denitrifiziert PW-Behandlung / Faktor 2,5
CSB-Rest PW-Behandlung		202	
eliminierb. BSB5 durch Deni HL BB	3	325	NO ₃ Abl. PW-Behand./Faktor 3
eliminierb. CSB durch Deni in HL BB	2,2	728	aus CSB:BSB5 Ablauf SF
eliminierb. TNb Inkomp Deni HL BB	4%	13	
eliminierbar N partikulär in HL BB*	12%	57	*bisher 19% des part. N Ablauf SF in Vorreinigung elim., hier Annahme 12%
Restfracht CSB Abl. anox. HL BB		3641	
Restfracht TNb Abl. anox. HL BB		429	Bilanz

Kernaussage der Tabelle 4-8 ist, dass durch die separate Vorbehandlung der Prozesswässer die Stickstofffracht im Zulauf zur Schwachlastbelebung gegenüber dem Ablauf des Sandfanges trotz Einleitung der (vorbehandelten) Prozesswässer nicht mehr ansteigt, womit die

biologische Stufe der KA Wegberg sogar etwas weniger als ihre originäre TNb-Zulauffracht (aus dem Kanalnetz) verarbeiten müsste. Zudem ist eine deutliche Verbesserung des BSB₅ : N-Verhältnisses von derzeit 2,1 : 1 auf nunmehr 3,5 : 1 zu erwarten.

Die unter diesen Voraussetzungen möglichen Annahmen und Ergebnisse aus der Berechnungen zeigt die Tabelle 4-9 (Überwachungswerte unverändert):

Tabelle 4-9: Annahmen und Ergebnisse der Berechnungen KA Wegberg unter Einbeziehung einer Prozesswasservorbehandlung

Frachten BB Zulauf		
Q _d	8.350	[m ³ /d]
Q _t	596	[m ³ /h]
Q _m	1.193	[m ³ /h]
BSB ₅	1.519	[kg/d]
TS ₀	479	[kg/d]
NH ₄ -N	300	[kg/d]
N _{org.}	129	[kg/d]
KN	429	[kg/d]
NO ₃ -N	0	[kg/d]
P _{ges.}	44	[kg/d]
Bemessungswerte		
Bemessungswert N _{org.} im Mittel	2,0	[mg/l]
Bemessungswert NH ₄ -N in der Spitze	3,0	[mg/l]
Bemessungswert NH ₄ -N im Mittel	1,0	[mg/l]
Bemessungswert NO ₃ -N im Mittel	14,0	[mg/l]
BB Volumen = V ges.	6.595	[m ³]
Volumen Nitrifikation	4.180	[m ³]
Volumen Denitrifikation	2.415	[m ³]
V Deni / V ges.	0,266	[-]
V _{BB} -Volumen pro Einwohner	181	[l/E]
Nitri-Volumen pro Einwohner	100	[l/E]
Deni-Volumen pro Einwohner	73,3	[l/E]
Bemessungstemperatur	10,9	[°C]
aerobes Schlammalter	12,78	[d]
Schlammalter ges.	22,14	[d]
Ablauf-Konz. TS Belebungsbecken	3,05	[kg/m ³]
mittlere TS-Konz. im Belebungsbecken	3,05	[kg/m ³]
Vorgegebenes max. Rückführverhältnis	3,50	[-]
Berechnetes Rückführverhältnis	2,70	[-]

Unter den o.g. Randbedingungen kann die Anlage für diesen Bemessungsfall (separate Vorreinigung der Prozesswässer, SF = 3 und Reduzierung der Glycerindosierung auf 100 l/d) nachgewiesen werden. Das Deni-Volumen entspricht etwa dem vorhandenen, das berechne-

te Nitri-Volumen liegt etwas unter dem vorhandenen Volumen. Die Berechnung wurde zunächst für die 85% Perzentile durchgeführt.

TNb-Frachtspitzen wie im Oktober 2014 ermittelt, die um 70% über den Bemessungswerten liegen, können durch diese Maßnahme allerdings nicht mehr abgedeckt werden, ebenso die Einleitung von Hemmstoffen in hohen Konzentration.

Die PW-Behandlung hätte das Potential, die Dosierung der C-Quelle um rund $\frac{3}{4}$ von bisher fast 90 t/a auf ca. 20 bis 25 t/a zu reduzieren. Der zusätzlich zu entsorgenden Schlamm reduziert würde zudem in ähnlichem prozentualem Maß reduziert.

5 Ableitung von Maßnahmen, Bewertung der Auswirkungen auf den Ist-Zustand der KA und Zusammenfassung

Für die Stabilisierung der Ablaufwerte und des Betriebs der KA Wegberg sind Maßnahmen an verschiedenen Stellen sinnvoll und notwendig. Es sind Maßnahmen auf der KA selbst möglich und umsetzbar, jedoch sind Maßnahmen bei der Fa. Heinen zwingend notwendig.

So wären dort Maßnahmen zur Minderung des Salzeintrages hilfreich, um Spitzen der Chloridkonzentration zu kappen bzw. starke Schwankungen beim Salzgehalt/der Leitfähigkeit zu vermeiden. Dies würde auch die Stabilität der Nitrifikation günstig beeinflussen, da so Stresssituationen infolge starker Änderungen der Leitfähigkeit vermieden werden.

Auch muss untersucht werden, welche die Nitrifikation hemmenden Stoffe bei der Fa. Heinen im Einsatz sind (ggf. das Leder konservierende Stoffe) und wie deren Eintrag durch produktionsinterne Maßnahmen vermieden bzw. gemindert werden kann.

Eine ganz wesentliche Entlastung bzgl. TNb-Spitzen kann herbeigeführt werden, wenn bei der Fa. Heinen eine Vergleichmäßigung der TNb-Fracht durch Rückhalt einer Teilmenge und Vergleichmäßigung der Teilströme ermöglicht würde. Dies wäre zunächst mit einem belüfteten Pufferbehälter von nur 100 bis 200 m³ machbar. Die mit der Zwischenspeicherung u.U. einhergehenden Nebenwirkungen (Geruch, H₂S-Bildung) müssten sicher noch geprüft werden, erscheinen aber mittels Belüftung des Behälters beherrschbar zu sein. Hier ist zu prüfen, ob es ggf. Sinn macht, ausgewählte Teilströme bei der Fa. Heinen zu puffern, die besonders hohe TNb-Konzentrationen aufweisen. Auch sollte geprüft werden, ob bei der Fa. Heinen ein Teil der Stickstofffracht auf physikalisch-chemischen Wege eliminiert werden kann z.B. durch MAP-Fällung.

Auf der KA Wegberg selbst würde eine separate Prozesswasserbehandlung die TNb-Zulauffracht zur Schwachlastbiologie um ca. 1/5 reduzieren können. Gleichzeitig würde das BSB₅ : N-Verhältnis in Kombination mit einem weitgehend anoxischen Betrieb der Hochlaststufe deutlich verbessert, womit der Bedarf an externem Kohlenstoff ganz wesentlich vermindert würde. Zudem könnte dadurch die Überschussschlammproduktion in der Hochlaststufe sinken. Im vorangegangenen Kapitel 4.3 wurde eine Variante gerechnet, bei der davon ausgegangen wird, dass die TNb-Fracht aus den Prozesswässern weitgehende oxidiert und in der HL-Belebung denitrifiziert wird. Für die Nitrifikation wurde von einem bereits in der Praxis erprobten und robusten Biofilmverfahren ausgegangen.

Im Bild 5-1 wird die Einordnung der separaten Prozesswasserbehandlung in das Verfahrenskonzept der KA Wegberg deutlich.

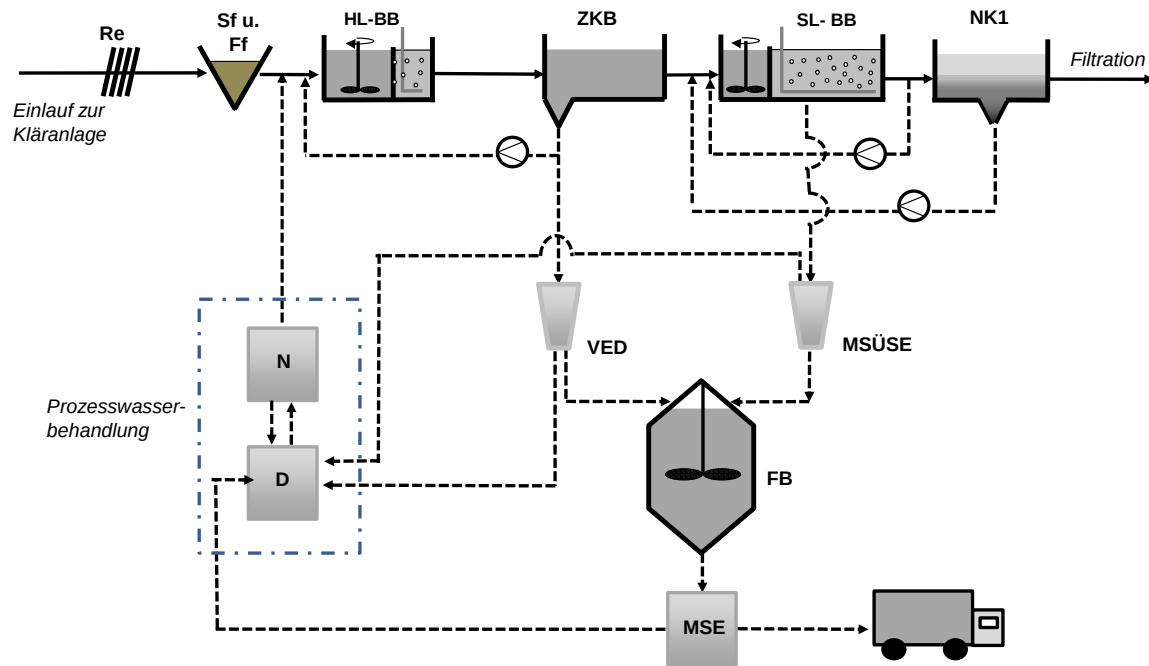


Bild 5-1: Integration einer denkbaren Prozesswasserbehandlung in das Gesamtkonzept KA Wegberg

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die KA Wegberg derzeit für mittlere Belastungszustände bis 85%Perzentil und die Abwesenheit von Hemmstoffen rechnerisch nachgewiesen werden kann. Sobald jedoch Hemmstoffe im Abwasser in wirksamer Konzentration vorliegen oder die industrielle Fracht deutlich über den Werten der Messkampagne 2014 liegt oder die Abwassertemperatur unter 11°C sinkt, ist das vorhandene Behandlungsvolumen der KA Wegberg deutlich zu gering. Da es in Zukunft nicht auszuschließen ist, dass ähnlich hohe Belastungen wie in den max. Werten 2014 und in den Jahren zuvor auftreten, müssen Maßnahmen zur wirksamen Frachtbegrenzung ergriffen werden.

In Bezug auf mögliche Maßnahmen kann festgehalten werden, dass für die Vergleichmäßigung der TNb-Fracht bei der Fa. Heinen nur geringe Volumina und Aufwendungen notwendig sind, während bei Maßnahmen zur Frachtvergleichmäßigung auf der KA Wegberg sehr große Volumina bereit gestellt werden müssten. Diese lägen um ca. eine Zehnerpotenz über denen, welche bei der Fa. Heinen notwendig wären. Dies wäre auch bautechnisch auf dem KA-Gelände nicht/schwerlich realisierbar. Anzustreben wäre daher, vordringlich Maßnahmen zur Frachtbegrenzung auf Seiten des maßgeblichen industriellen Abwassereinleiters zu veranlassen.

Grundsätzlich macht es Sinn, auf der KA Wegberg das Thema Prozesswasserbehandlung in Angriff zu nehmen, um interne Rückbelastungen zu minimieren, Betriebsmittel (C-Quelle!!) und Schlammentsorgungskosten zu sparen.

Das Thema verursachergerechte Kostenumlage für alle bereits auf der KA ergriffenen und ggf. noch angedachten Maßnahmen muss in den weiteren Überlegungen Beachtung finden.

6 Literatur/Quellen

n.n. Analysenergebnisse Fa. IWA GmbH, Aachen, Oktober 2014

n.n. Betriebsaufzeichnungen, Wassermengen, Konzentrationen, Frachten KA Wegberg 2010 bis 2013 sowie 2014

DAR/Stadt Wegberg (1996): Dienst- und Betriebsanweisung der KA Wegberg, 1996

DAR (2007): Studie Optimierung der Betriebseinstellungen, Kläranlage Wegberg, 2007

DAR (2013): Studie Optimierung der Betriebseinstellungen, Kläranlage Wegberg, 2013

FiW (2012): Unterstützung der Stadt Wegberg bei der begründeten Herleitung von Anforderungen an Indirekteinleiter und der Vorbereitung einer gerichtlichen Überprüfung gesetzter Grenzwerte, 2012