

# Bericht

## Musterwasser

Betrachtungszeitraum: 2009

Wien, Juli 2010



## Inhaltsverzeichnis

<b>Deckblatt .....</b>	<b>1</b>
<b>Inhaltsverzeichnis-----</b>	<b>2</b>
<b>1 Zusammenfassung-----</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Kläranlagenschema und –grunddaten.....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 Zusammenfassung wesentlicher Kläranlagenkennzahlen.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Einhaltung der Grenzwerte - Wasserrechtsbescheid-----</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Zusammenfassung der Vorschriften.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Wassermengen und Spitzenwassermenge lt. Bescheid.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 BSB- und CSB- Zulauffrachten.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Ablaufkonzentration.....</b>	<b>10</b>
<b>2.5 Wirkungsgrade.....</b>	<b>12</b>
<b>3 Zulaufwerte-----</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Vergleich von Messwert und Erfahrungswert der Konzentrationen.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Verhältniszahlen und Vergleich mit Erfahrungswert(-bereich).....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 Häufigkeitsverteilung.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4 Vergleich mit dem Einzugsgebiet - Umrechnung in Einwohnerwerte.....</b>	<b>17</b>
<b>3.5 Mehrjahresvergleich der Zulaufwassermengen und -frachten</b>	<b>18</b>
<b>4 Bilanzierung-----</b>	<b>21</b>
<b>5 Energie-----</b>	<b>24</b>
<b>5.1 Energiequellen.....</b>	<b>24</b>
<b>5.2 Elektrischer Energieverbrauch.....</b>	<b>25</b>

<b>6 Betriebsparameter</b> .....	<b>28</b>
6.1 Betriebsparameter der Gesamtanlage.....	28
6.2 Vorklärung.....	29
6.3 Belebung bzw. Belebungsbecken.....	30
6.4 Nachklärbecken.....	33
6.5 Phosphor Entfernung.....	34
6.6 MÜSE und Eindicker.....	35
6.7 Faulung.....	36
6.8 Schlammwässerung.....	38
<b>7 Übernahme / Entsorgung / Verwertung</b> .....	<b>41</b>
7.1 Übernahmen.....	41
7.2 Entsorgung von Gütern der mechanischen Vorreinigung.....	41
7.3 Klärschlamm Entsorgung und Verwertung.....	42

# 1 Zusammenfassung

## 1.1 Kläranlagenschema und -grunddaten

Anlagenname	Musterwasser
Betreiber	RHV-Sauberstadt
Adresse	Klärwerkstrasse 1
Kontaktperson	Max Mustermann
Jahr der Inbetriebnahme der letzten Ausbaustufe	1999
Ausbaugröße	45.000 EW
Reinigungsziel	CNDP
Angeschlossene Einwohner	30.000 E
Wichtigster Indirekteinleiter (Art)	Fremdenverkehr
Wichtigster Indirekteinleiter	6.000 EGW
Zweitwichtigster Indirekteinleiter (Art)	Hefehersteller
Zweitwichtigster Indirekteinleiter	2.000 EGW
Drittwichtigster Indirekteinleiter (Art)	Chemischer Betrieb
Drittwichtigster Indirekteinleiter	1.000 EGW

Tabelle 1: Kläranlagengrunddaten

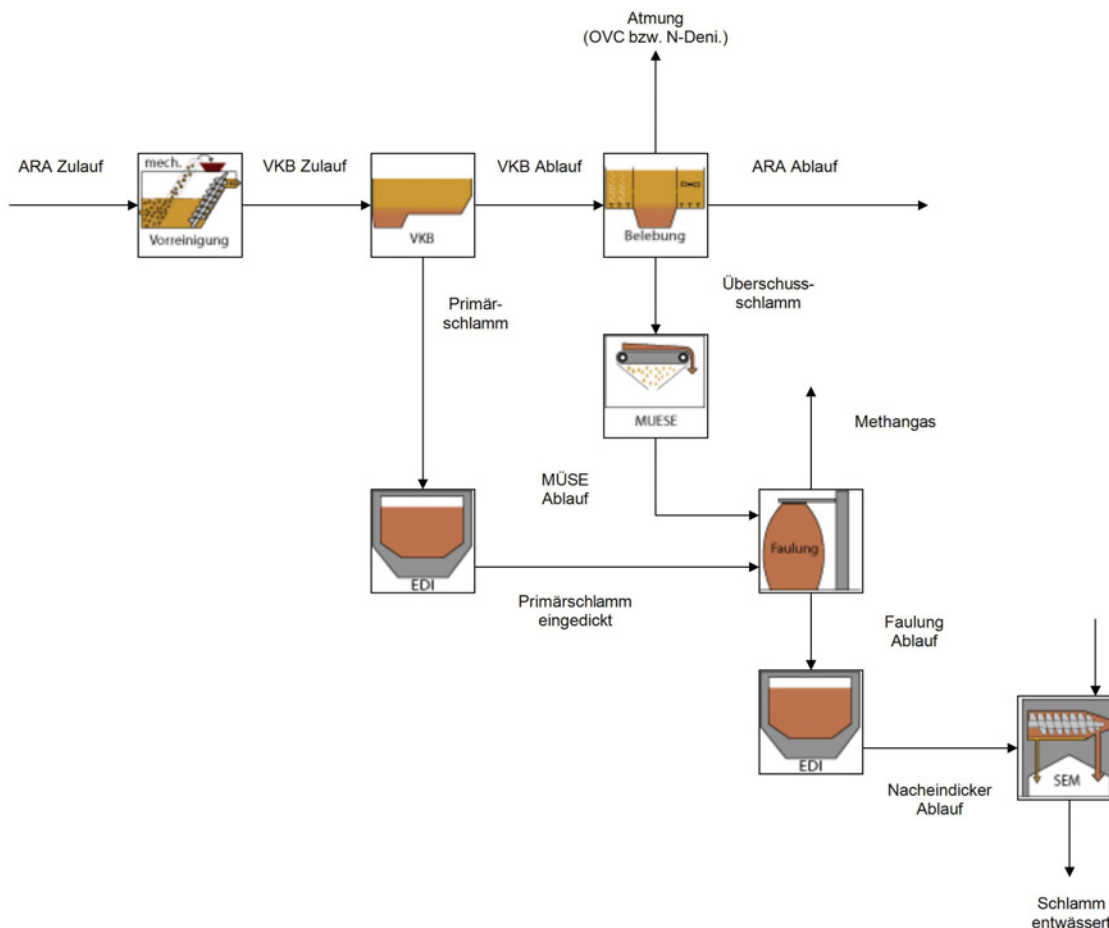


Abbildung 1: Anlagenschema

Die biologische Stufe der Kläranlage besteht aus 1 Vorklärbecken (1.600 m<sup>3</sup>), 2 Umlaufbecken (3.100 m<sup>3</sup>) mit Stabwalzen und 3 runden Nachklärbecken ( $V_{ges} = 3.000 \text{ m}^3$ ;  $A = \text{m}^2$ ). Der Primärschlamm wird mit Hilfe eines statischen Eindickers und der Überschussschlamm mittels MÜSE eingedickt und dem Faulturm zugeführt. Der unter Zugabe von Polymer auf einer Siebbandpresse entwässerte Schlamm wird vorwiegend landwirtschaftlich verwertet.

## 1.2 Zusammenfassung wesentlicher Kläranlagenkennzahlen

Die wesentlichsten Kennzahlen werden in den folgenden drei Tabellen in Zulaufkennzahlen, in Kennzahlen des Kläranlagenablaufes und in Kennzahlen die die Gesamtkläranlage charakterisieren untergliedert. Hervorgehoben dargestellt sind jene Kennzahlen die entweder in Hinblick auf die Wirksamkeit oder die Wirtschaftlichkeit der Kläranlage von besonderem Interesse sind. Die Kennzahlen der Tabelle 2 geben Auskunft über die Plausibilität der Zulauffrachten. Darüber hinaus spielt die organische Auslastung einer Kläranlage eine entscheidende Rolle in Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit. Bei typisch kommunalen Kläranlagen müssen die in Einwohnerwerte umgerechneten Zulauffrachten in etwa den gleichen Wert ergeben beziehungsweise müssen Abweichungen durch charakteristische Indirekteinleiter erklärbar sein.

EW-Ausbau	45.000 E		
Einwohnerwert aus CSB-Zulauffracht - $EW_{120}$	32.953 E		
Einwohnerwert aus BSB-Zulauffracht - $EW_{60}$	32.399 E		
Einwohnerwert aus GesN.-Zulauffracht - $EW_{11}$	33.331 E		
Einwohnerwert aus GesP.-Zulauffracht - $EW_{1,7}$	33.234 E		
Einwohnerwert aus oTS-Faulschlammfracht - $EW_{oTS22}$	45.986 E	<b>Orientierungsbereich</b>	
GesP/CSB	0,015 -	<b>0,007</b>	<b>0,021</b>
GesN/CSB	0,10 -	<b>0,05</b>	<b>0,14</b>
BSB/CSB	0,50 -	<b>0,25</b>	<b>0,75</b>
organische Auslastung	93 %		
mittlere hydraulische Belastung	85 %		

**Tabelle 2:** Kennzahlen Kläranlagenzulauf

Zu den in Tabelle 3 dargestellten Kennzahlen des Kläranlagenablaufes zählt neben den Ablaufkonzentrationen der Leistungskennwert. Die Ablaufkonzentrationen können zur Einschätzung der Plausibilität mit dem in der Tabelle angegebenen Normalbereich verglichen werden. Zusätzlich muss jedoch auf die Einhaltung des Wasserrechtsbescheides (vergleiche Kapitel 2) geachtet werden.

		Orientierungsbereich	
Leistungskennwert	1,3 -	1,0	2,5
CSB Ablaufkonzentration	26 mg/l	20,0	35,0
BSB Ablaufkonzentration	6,0 mg/l	3,5	7,0
NH <sub>4</sub> N Ablaufkonzentration	1,8 mg/l	0,4	1,8
NO <sub>3</sub> N Ablaufkonzentration	2,5 mg/l	1,8	8,6
Nges Ablaufkonzentration	7,2 mg/l	4,5	1,3
PO <sub>4</sub> -P Ablaufkonzentration	0,4 mg/l	0,4	1,0
Pges Ablaufkonzentration	0,5 mg/l	0,6	1,2

**Tabelle 3:** Kennzahlen Kläranlagenablauf

In Tabelle 4 sind jene Kennzahlen dargestellt, die die Gesamtanlage charakterisieren. Vor allem in Hinblick auf wirtschaftliche Überlegungen sind dabei der spez. Energieverbrauch und die je Einwohnerwert anfallende Schlammmenge von besonderem Interesse.

		Orientierungsbereich	
Wirkungsgrad CSB	95 %	94	97
Wirkungsgrad BSB	98 %	97	99
Wirkungsgrad Nges	86 %	75	91
Wirkungsgrad Pges	94 %	80	95
<b>spez. Energieverbrauch</b>	<b>35 kWh/EW<sub>120</sub>/a</b>	<b>20</b>	<b>50</b>
Eigenstromabdeckung	- %	0	100
spez. Faulgasanfall je EW <sub>120</sub>	24 l/EW <sub>120</sub> /d	15	22
<b>spez. TS-Fracht Schlamm entwässert</b>	<b>84 g TS/EW<sub>120</sub>/d</b>	<b>35</b>	<b>60</b>
<b>spez. oTS-Fracht Schlamm entwässert</b>	<b>35 g oTS/EW<sub>120</sub>/d</b>	<b>20</b>	<b>30</b>

**Tabelle 4:** Schlüsselkennzahlen der Gesamtkläranlage

## 2 Einhaltung der Grenzwerte - Wasserrechtsbescheid

### 2.1 Betriebsparameter der Gesamtanlage

		Messhäufigkeit		
Parameter		IST	SOLL	Eingehalten
Mindesthäufigkeiten	BSB5 Zulauf	365	52	Ja
	BSB5 Ablauf	365	52	Ja
	CSB Zulauf	365	104	Ja
	CSB Ablauf	365	104	Ja
	NH4-N Ablauf	365	156	Ja
	Ges. N Zulauf	365	26	Ja
	Ges.N Ablauf	365	26	Ja
	Ges.P Ablauf	365	104	Ja

		Jahresmittelwert	Grenzwert	
Parameter		[mg/l]	[mg/l]	Eingehalten
Vergleich	BSB5 Ablauf	6	20	nicht relevant
Jahresmittelwert	CSB Ablauf	26	75	nicht relevant
Ablaufgrenzwertes	NH4-N Ablauf	1,8	5	nicht relevant
für GesP.gem.§4(2)	Ges. P Ablauf	0,5	1	Ja

		Anzahl der		
Parameter		Überschreitungen	Zulässige	Eingehalten
Überschreitungs- häufigkeiten der Ablaufkonzentration (Anl.B)	BSB5 Ablauf	0	25	Ja
	CSB Ablauf	0	25	Ja
	NH4-N Ablauf	0	25	Ja

		Anzahl der		Grenzwert*2	
Parameter		Überschreitungen >100%	[mg/l]	Eingehalten	
Überschreitungen >100% gem. Anl. A, Z.2.2 bzw.§4(2)	BSB5 Ablauf	0	40	Ja	
	CSB Ablauf	0	150	Ja	
	NH4-N Ablauf	0	10	Ja	
	Ges. P Ablauf	0	2	Ja	

		Messwert	Grenzwert	Eingehalten
Mindestwirkungsgrade gem.Anl.A,Z.2.1 bzw.§4(2)	BSB5 Abbau	98 %	95 %	Ja
	CSB Abbau	95 %	85 %	Ja
	Ges.N	89 %	70 %	Ja

**Tabelle 5:** Einhaltung der Messhäufigkeiten, Grenzwerte und Wirkungsgrade gemäß AEVkA

## 2.2 Wassermengen und Spitzenwassermenge lt. Bescheid

In Abbildung 2 sind die Zu- und/oder Ablaufwassermenge in  $\text{m}^3/\text{d}$  der Bemessungswassermenge bei Trockenwetter gegenüber gestellt. Der Median der Zulaufwassermenge entspricht dem Trockenwetterzufluss und darf nicht höher sein als die Bemessungswassermenge.  
Median der Zulaufwassermenge =  $6.795 \text{ m}^3/\text{d}$

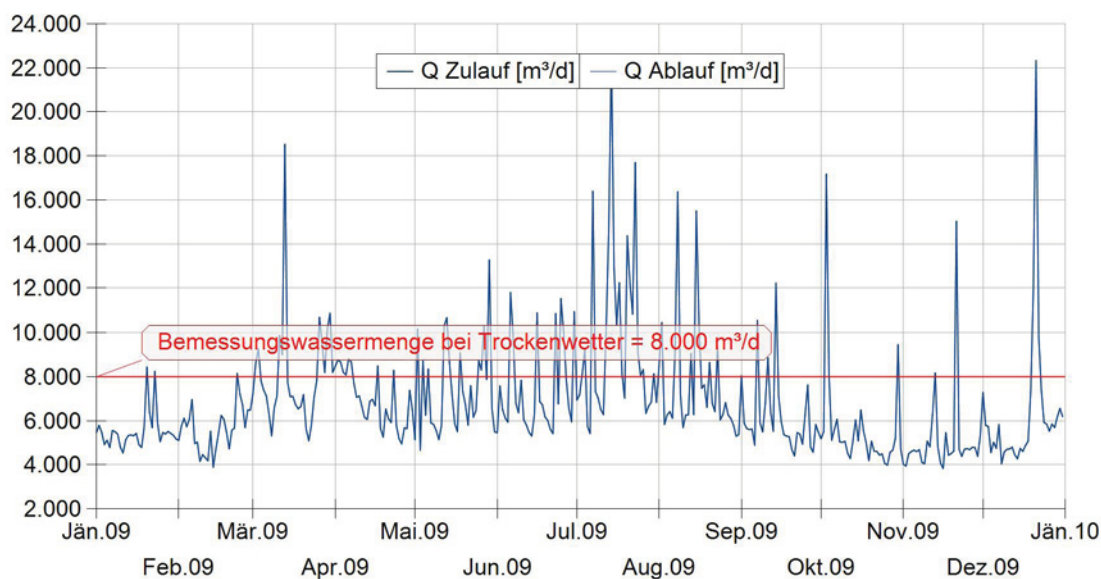


Abbildung 2: Zu- und Ablaufwassermengen

Die maximale und minimal Zulaufwassermenge in  $\text{l/s}$  sind in Abbildung 3 dargestellt wobei vor allem die maximale Zulaufwassermenge in Bezug auf die maximale Bemessungswassermenge von Interesse ist

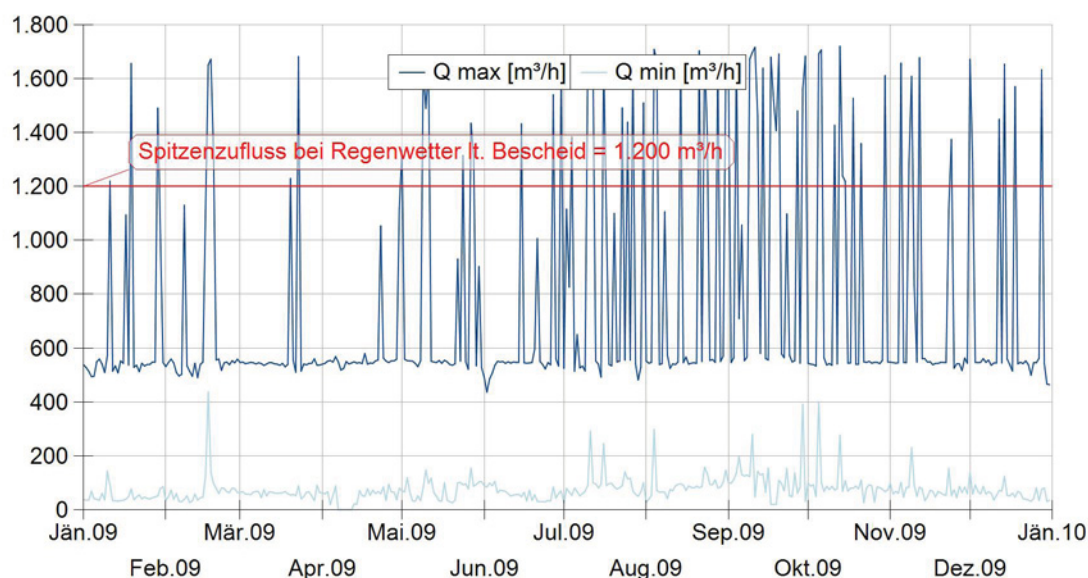


Abbildung 3: Maximale und minimale Zulaufwassermenge



### 2.3 BSB- und CSB- Zulauffrachten

Je nach Wasserrechtsbescheid ist die maximale Zulaufschmutzfracht (entweder als maximales Wochenmittel oder als maximales 14-Tages-Mittelwert) welche auf die Anlage übernommen werden darf vorgeschrieben. In Abbildung 4 ist daher der lt. Wasserrechtsbescheid vorgegebene Wert in Form einer roten Linie dargestellt, welcher vom gleitenden Mittelwert (7- bzw. 14-Tages-Mittelwert) nicht überschritten werden darf.

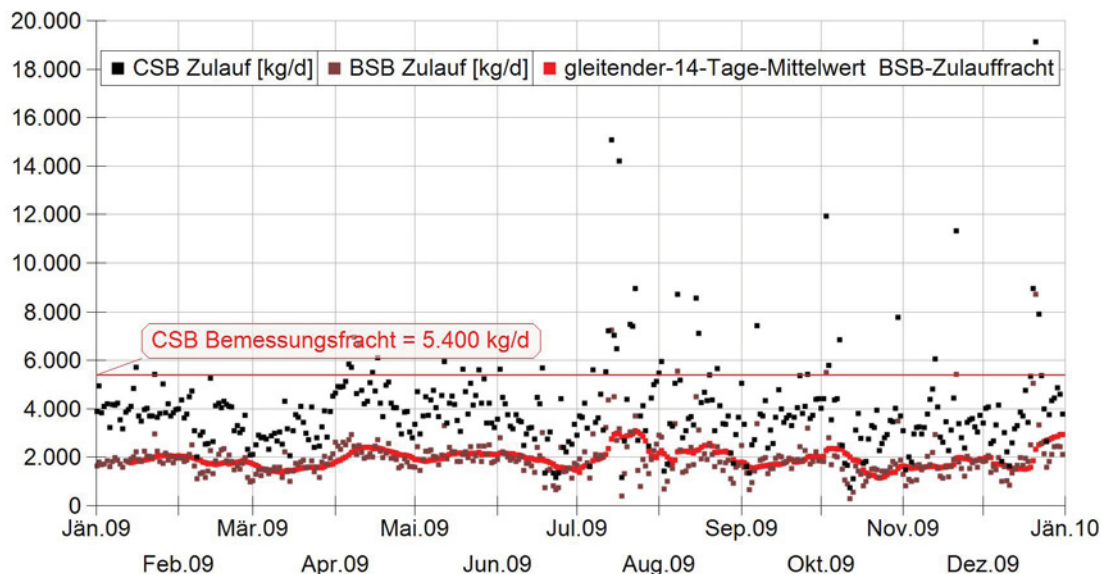
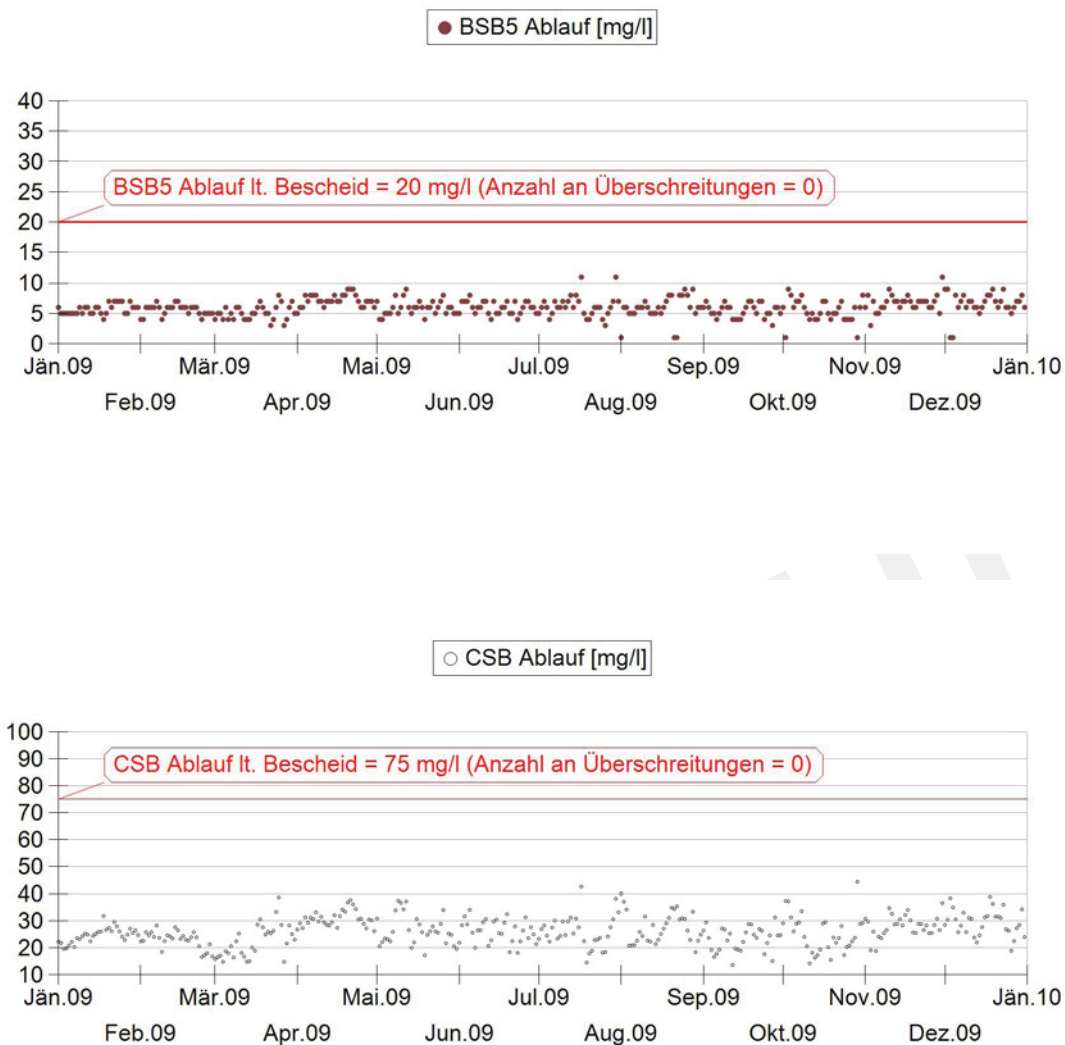


Abbildung 4: BSB5 und CSB Zulauffrachten (inklusive gleitender CSB-Mittelwert)

## 2.4 Ablaufkonzentrationen



**Abbildung 5:** BSB5 und CSB Ablaufkonzentration

Bei der Darstellung der Ablaufkonzentrationen wurde ebenfalls jeweils der vorgeschriebene Grenzwert eingezeichnet. Beim der Ammonium-Ablaufkonzentrationen muss neben dem Grenzwert auch noch berücksichtigt werden bei welcher Temperatur dieser eingehalten werden muss. Deshalb ist in Abbildung 6 zusätzlich auch die Temperaturanglinie des Jahres eingezeichnet.

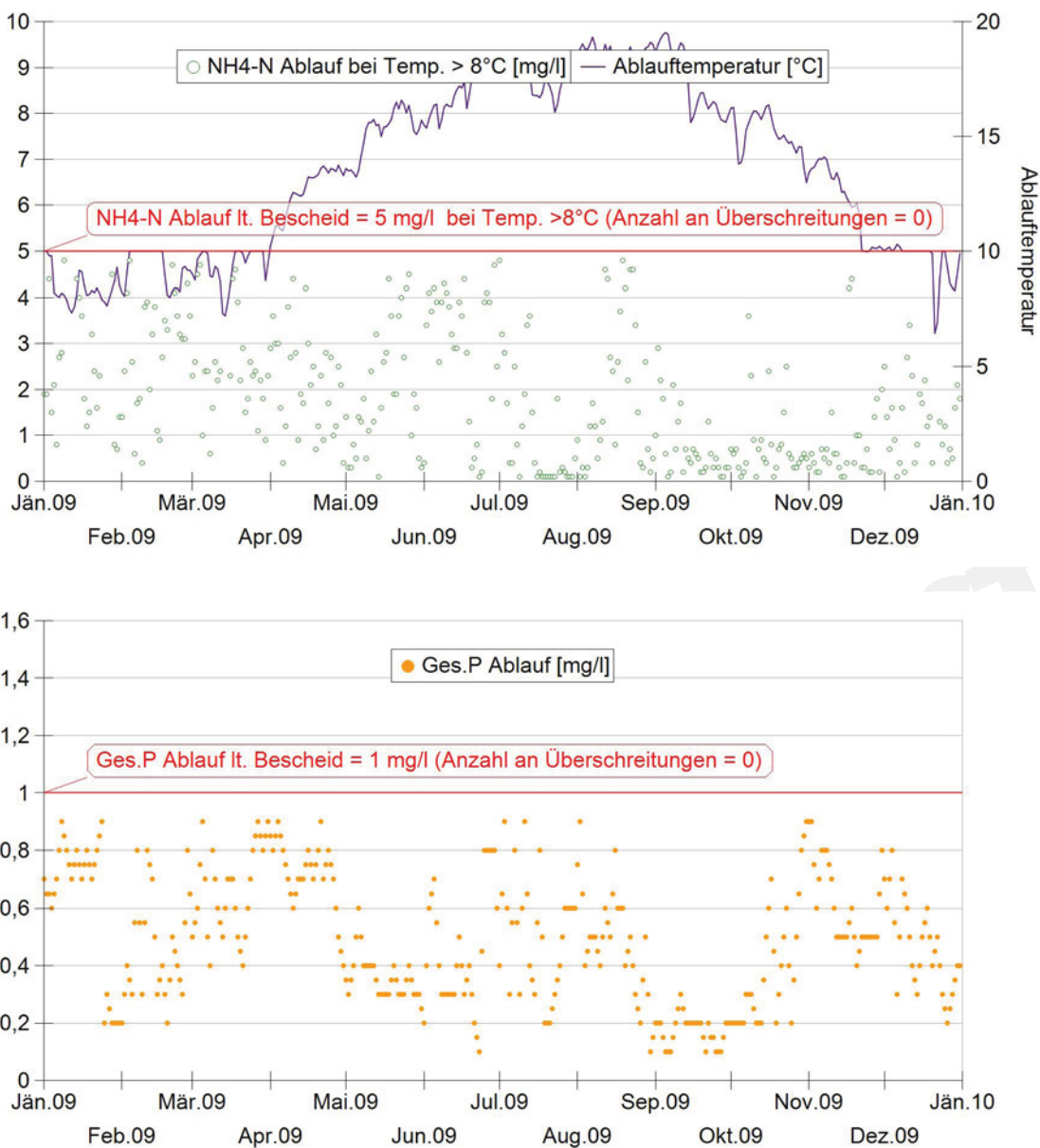


Abbildung 6: Ablaufkonzentration der Nährstoffe (Stickstoff und Phosphor)

## 2.5 Wirkungsgrade

Für die Beurteilung der Einhaltung des Wasserrechtsbescheides sind schließlich noch die Wirkungsgrade von CSB, BSB und Gesamtstickstoff von Interesse. Da der Wirkungsgrad vom Gesamtstickstoff in Abhängigkeit der Temperatur vorgeschrieben ist, wurde im Diagramm zusätzlich die Ablauftemperatur eingezeichnet.

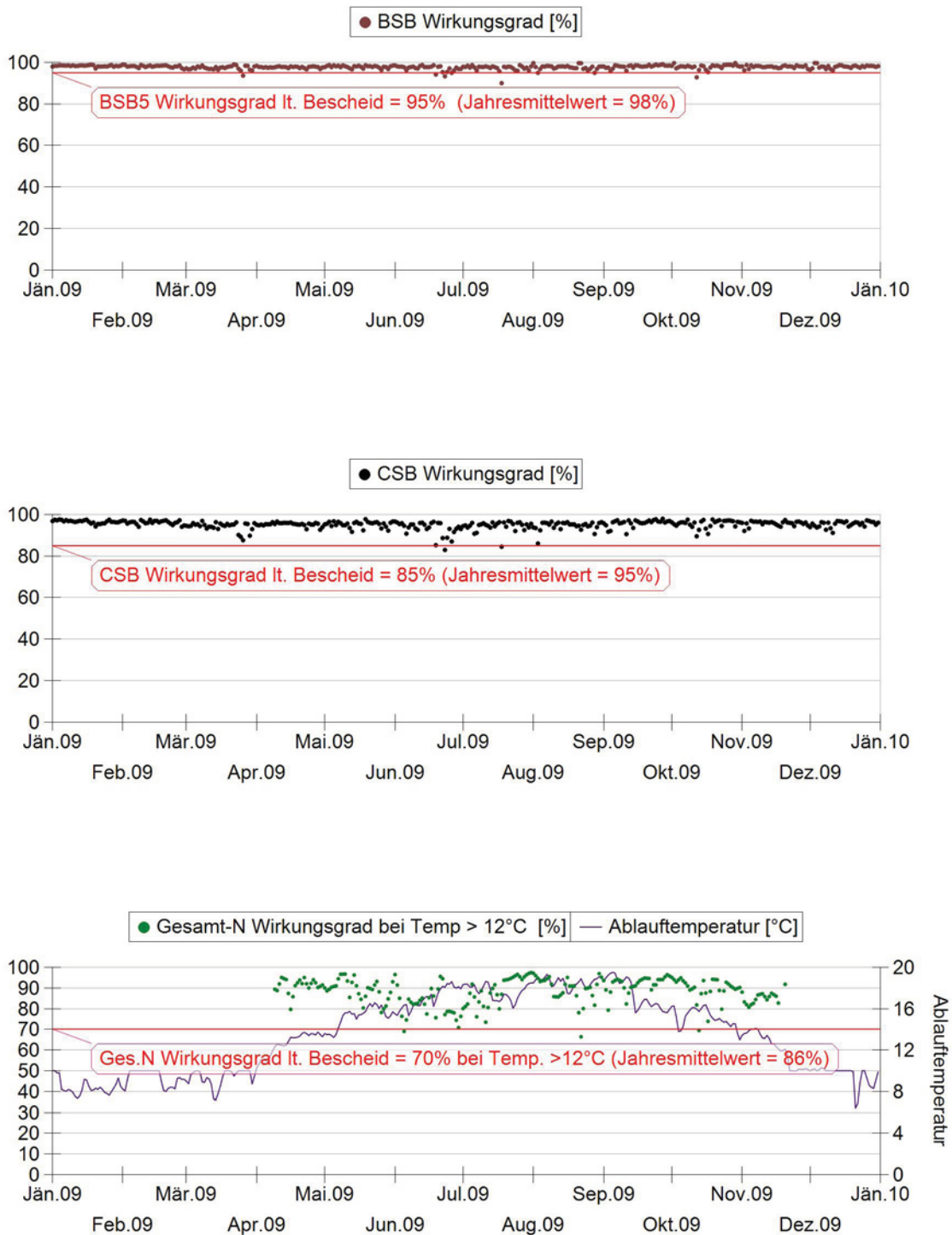


Abbildung 7: Wirkungsgrade von CSB, BSB und Nges

### 3 Zulaufwerte

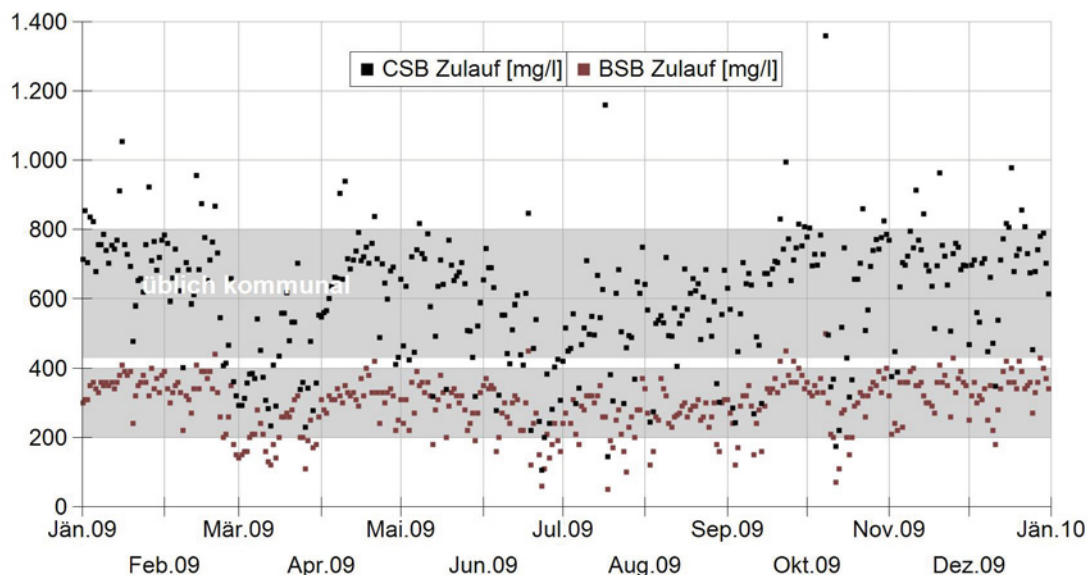
#### 3.1 Vergleich von Messwert und Erfahrungswert der Konzentrationen

Bei typisch kommunalem Kläranlagenzulauf und einer einwohnerspezifischen Zulaufwassermenge zwischen 150 und 280 Liter je Tag errechnen sich folgende zu erwartende Konzentrationsbereiche. Je Einwohnerwert und Tag wurden dabei mit einer Fracht von 120 g CSB, 60 g BSB, 11 g GesN., 6,5 g NH4N und 1,7 g GesP. gerechnet:

	Messwert	Normalbereich	
CSB im Zulauf	601 mg/l	400	700
BSB im Zulauf	295 mg/l	200	350
Ges. N im Zulauf	55,7 mg/l	40	65
NH4-N im Zulauf	23,5 mg/l	20	40
Ges. P im Zulauf	8,5 mg/l	5	10

**Tabelle 6:** Jahresmittelwerte im Zulauf zur Kläranlage verglichen mit Erfahrungswerten

Weicht die tägliche Wassermenge vom angenommenen Wert ab, können die Zulaufkonzentrationen deutlich vom erwarteten Konzentrationsbereich abweichen. Ebenso können Indirekteinleiter zu abweichenden Zulaufkonzentrationen führen.



**Abbildung 8:** CSB und BSB Zulaufkonzentration

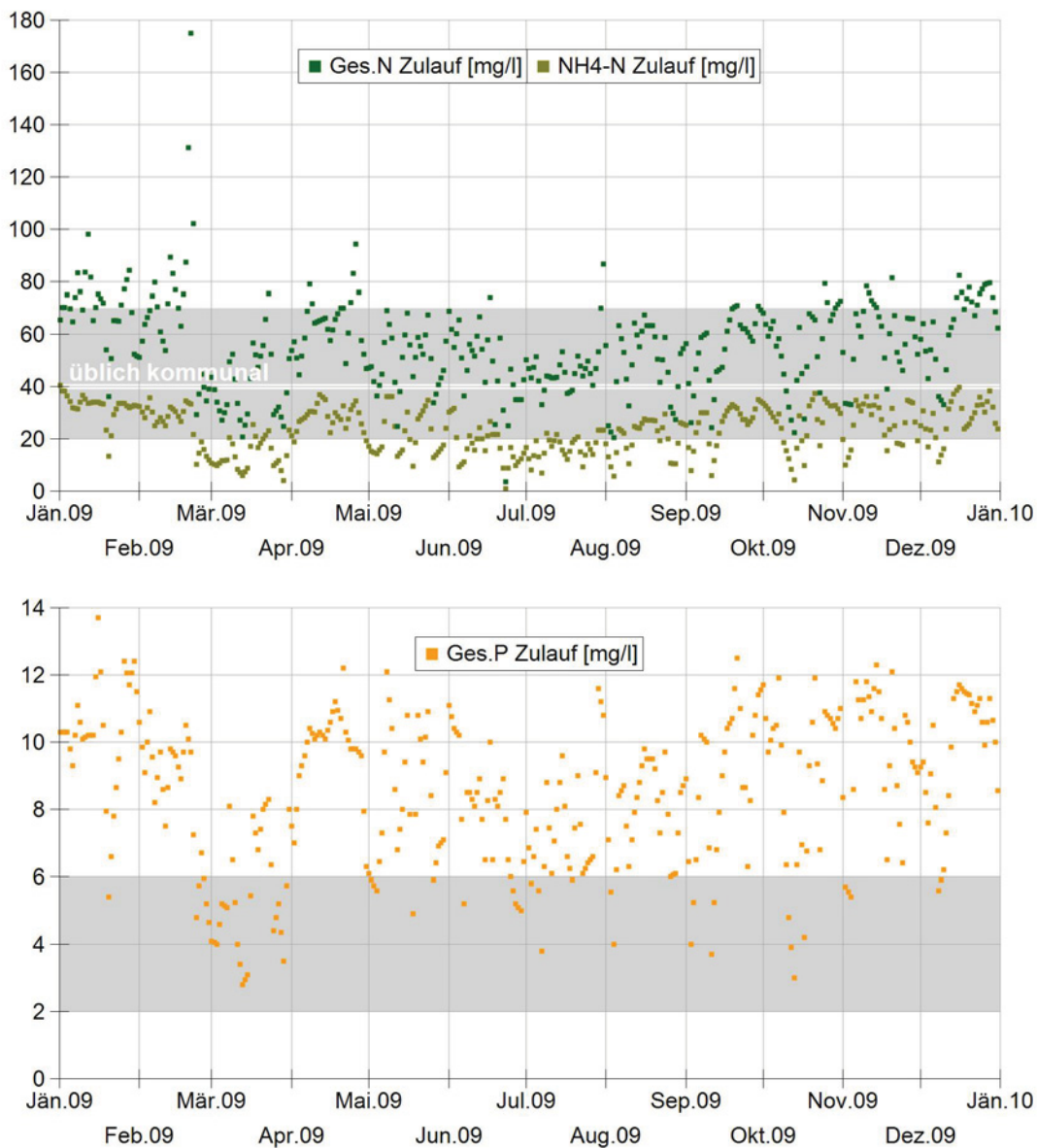


Abbildung 9: GesN, NH4N (wenn gemessen) und GesP Zulaufkonzentration

### 3.2 Verhältniszahlen und Vergleich mit Erfahrungswert-(bereich)

Auch bei „untypischen“ Wassermengen, liegen die Verhältniszahlen der Zulaufkonzentrationen in einem Normalbereich der in Tabelle 2 beschrieben wurde. Die folgende Abbildung zeigt BSB, GesN. bzw. Ammonium und GesP jeweils bezogen auf CSB

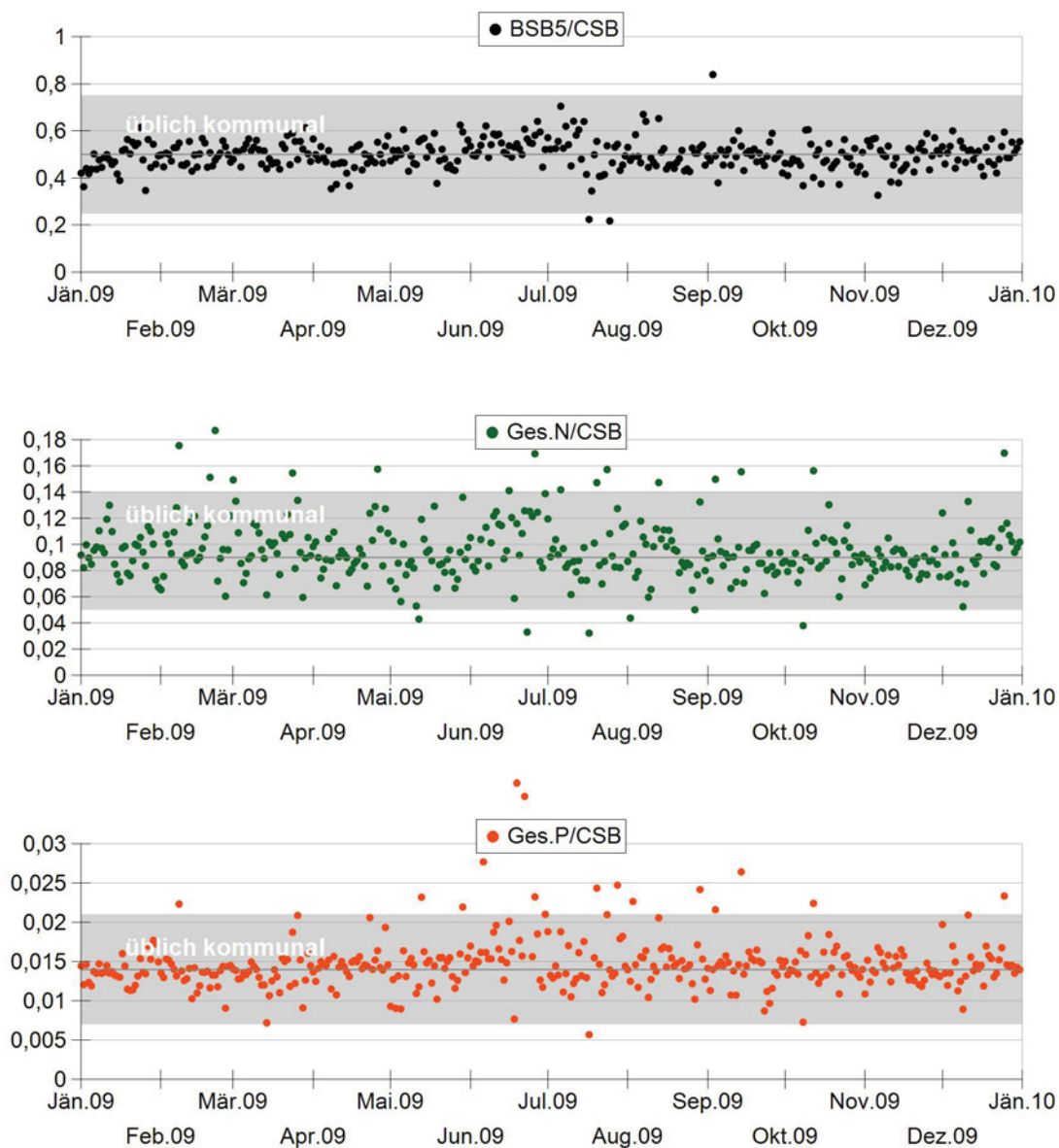


Abbildung 10: Verhältniszahlen der Zulaufkonzentrationen

### 3.3 Häufigkeitsverteilung

Die Darstellung der Häufigkeitsverteilungen dient neben einer Plausibilitätskontrolle der Beurteilung von Belastungsschwankungen und Stoßbelastungen einer Kläranlage.

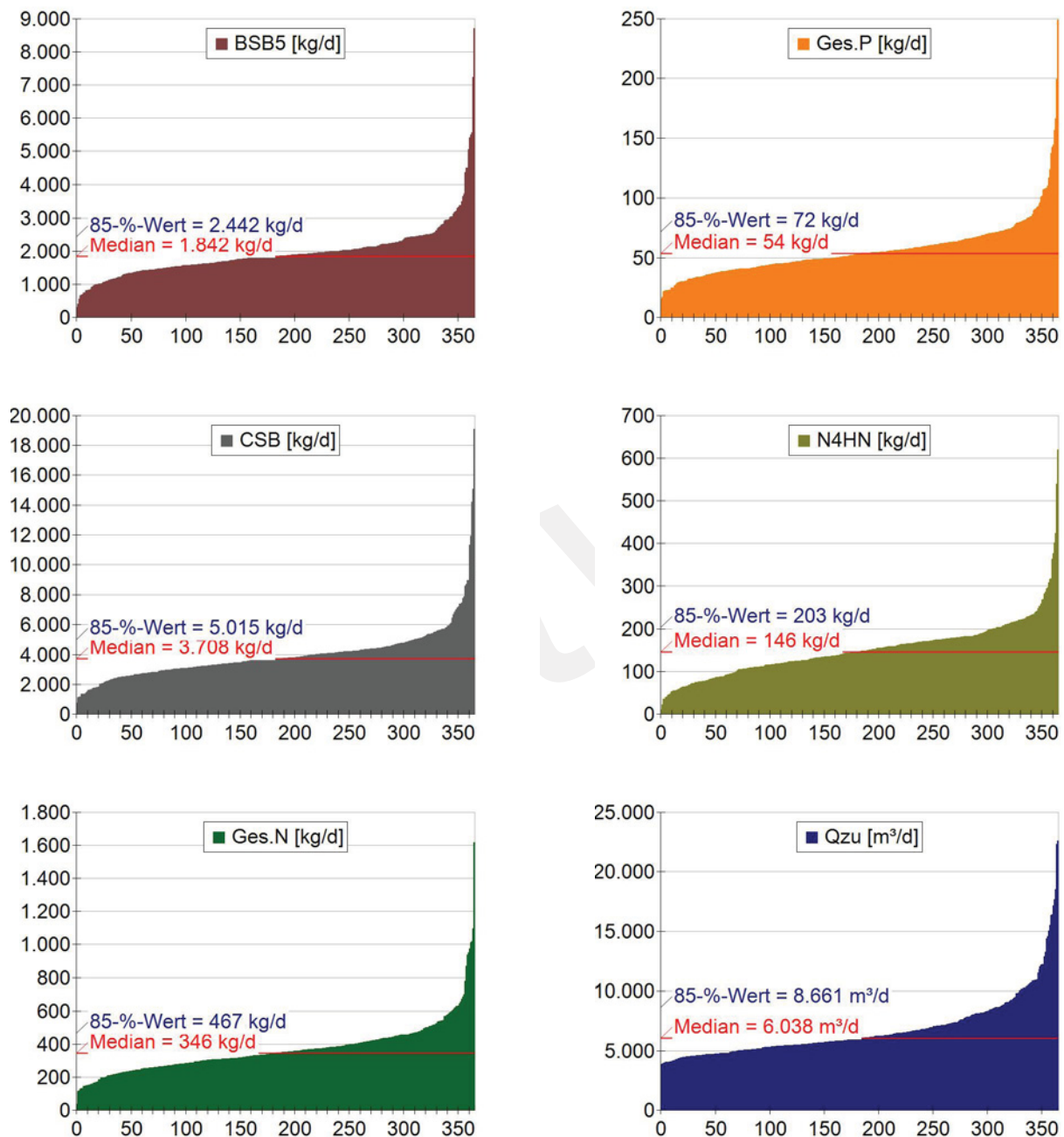


Abbildung 11: Häufigkeitsverteilung, Median und 85% Wert der Wassermengen und Zulauffrachten



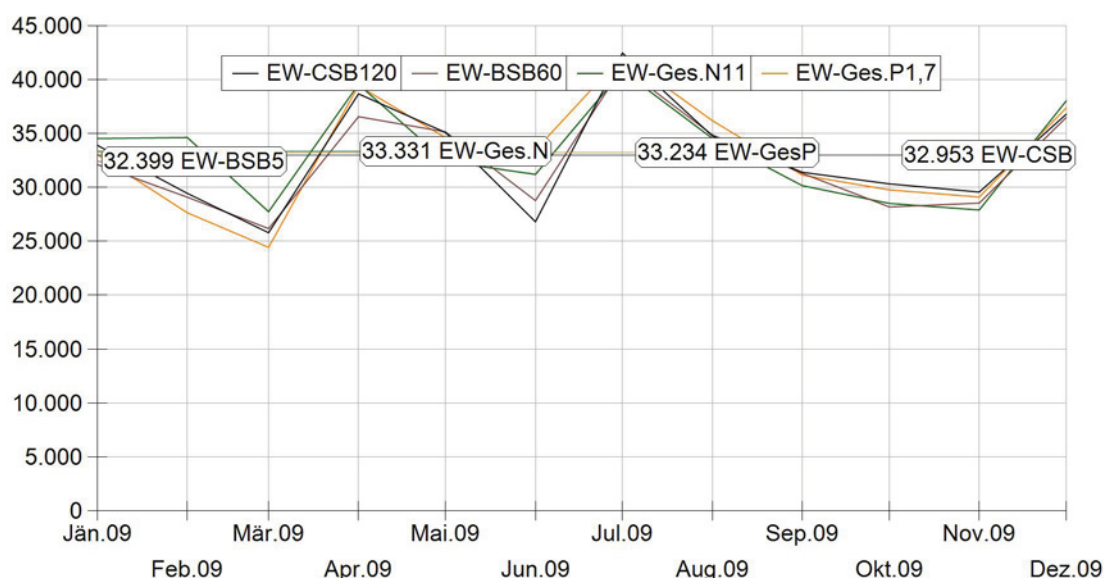
### 3.4 Vergleich mit dem Einzugsgebiet - Umrechnung in Einwohnerwerte

Die im Kläranlagenzulauf gemessenen Fachten an CSB, BSB, Stickstoff und Phosphor müssen mit den an die Kläranlage angeschlossenen Einwohnern und Indirekteinleiter in unmittelbarem Zusammenhang stehen.

<b>Ausbaugröße</b>	<b>45.000 EW-Ausbau</b>
Angeschlossene Einwohner	30.000 E
Wichtigster Indirekteinleiter (Art)	Fremdenverkehr
Wichtigster Indirekteinleiter	6.000 EGW
Zweitwichtigster Indirekteinleiter (Art)	Hefehersteller
Zweitwichtigster Indirekteinleiter	2.000 EGW
Drittwichtigster Indirekteinleiter (Art)	Chemischer Betrieb
Drittwichtigster Indirekteinleiter	1.000 EGW
<b>Einwohnerwert aus CSB-Zulauftracht - EW<sub>120</sub></b>	<b>32.953 E</b>
Einwohnerwert aus BSB-Zulauftracht - EW <sub>60</sub>	32.399 E
Einwohnerwert aus GesN.-Zulauftracht - EW <sub>11</sub>	33.331 E
Einwohnerwert aus GesP.-Zulauftracht - EW <sub>1,7</sub>	33.234 E
Einwohnerwert aus oTS-Faulschlammfracht - EW <sub>oTS22</sub>	45.986 E

**Tabelle 7:** Angeschlossene Einwohner und Indirekteinleiter verglichen mit errechneten Einwohnerwerten

Weichen die aus den Zulauftrachten (Monatsmittelwerte) errechneten Einwohnerwerte voneinander ab, so muss dies aufgrund von Indirekteinleiter erklärbar sein. In Gegenden mit Weinbau können beispielsweise die aus dem CSB errechneten Einwohnerwerte in den Monaten September bis November über allen anderen Einwohnerwerten liegen.



**Abbildung 12:** Zulauftrachten umgerechnet in Einwohnerwerte (Monatsmittelwerte)

### 3.4 Mehrjahresvergleich der Zulaufwassermengen und -frachten

Den folgenden Diagrammen können die durchschnittlichen Wassermengen, der Spitzenzufluss, die CSB- und BSB-Zulauffrachten sowie die Nährstoffzulauffrachten im langjährigen Vergleich entnommen werden.

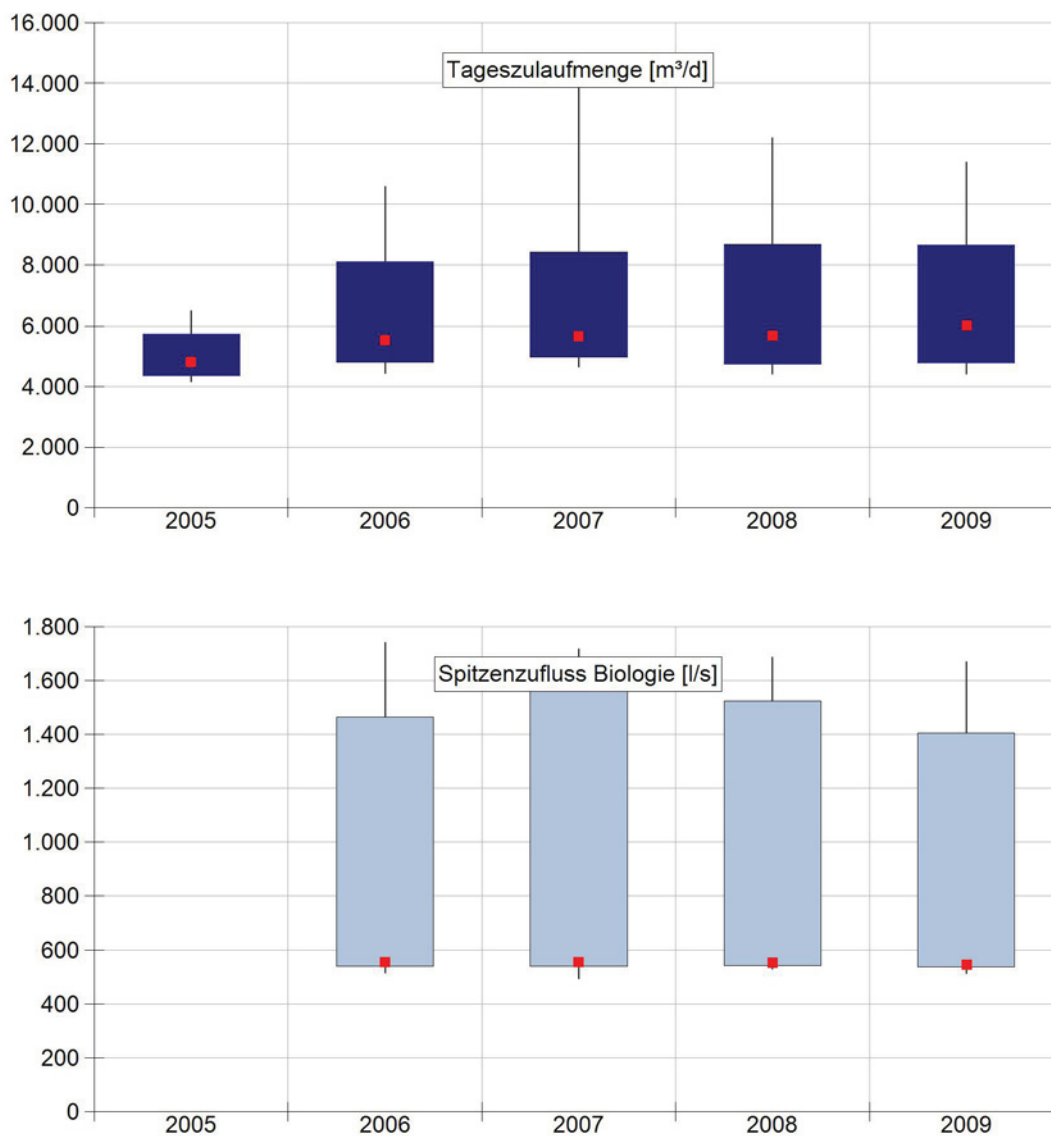


Abbildung 13: Zulaufwassermengen im Mehrjahresvergleich

Als Darstellungsform wurden Boxcharts gewählt, bei denen der 15- und 85%-Wert aller gemessenen Werte in Form eines dicken Balkens dargestellt sind. Der 5- und 95%-Wert sind jeweils durch einen dünnen Strich gekennzeichnet und der Median aller Werte des Jahres in Form eines roten Punktes.

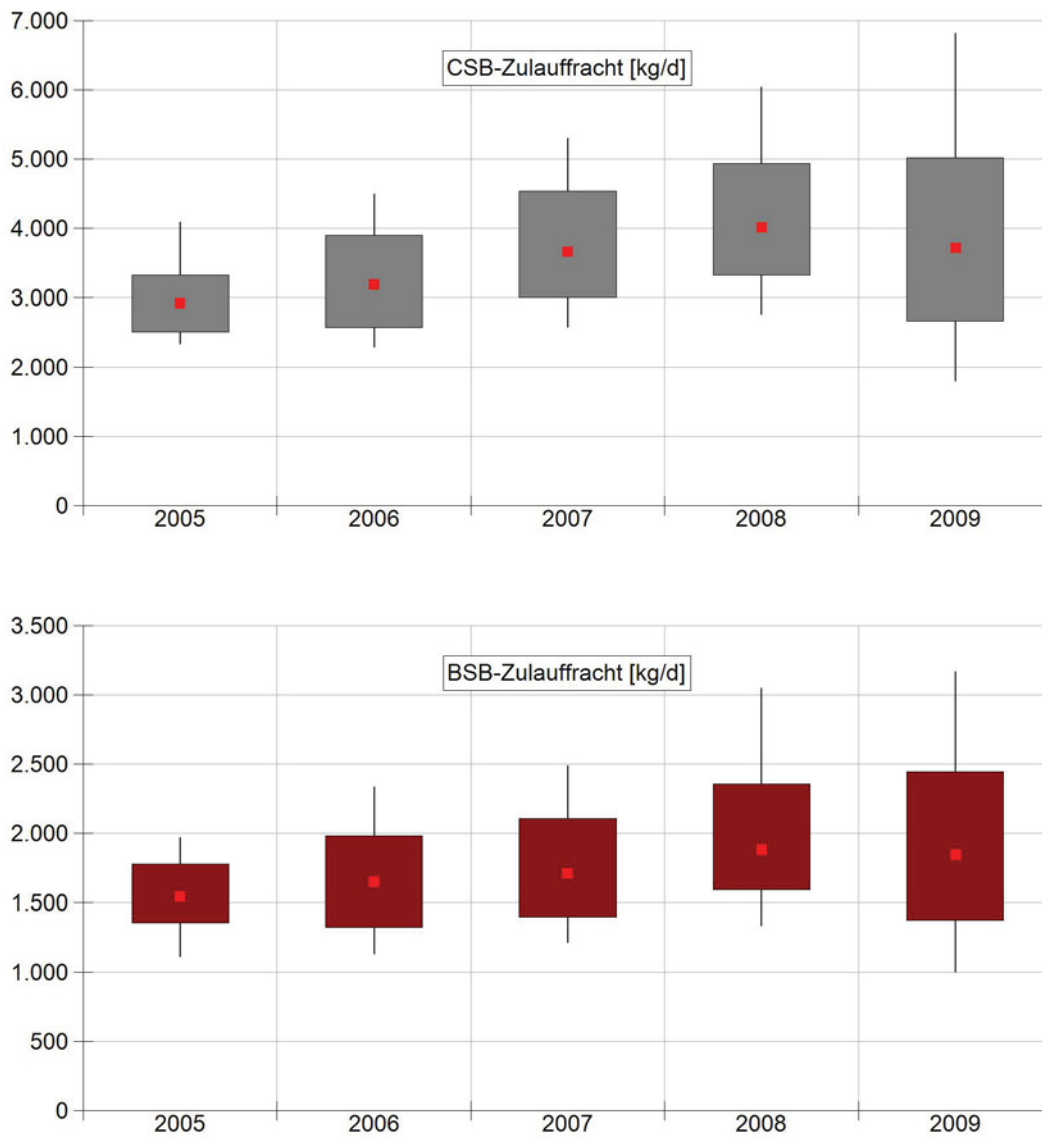


Abbildung 14: CSB und BSB5 Zulaufmengen im Mehrjahresvergleich

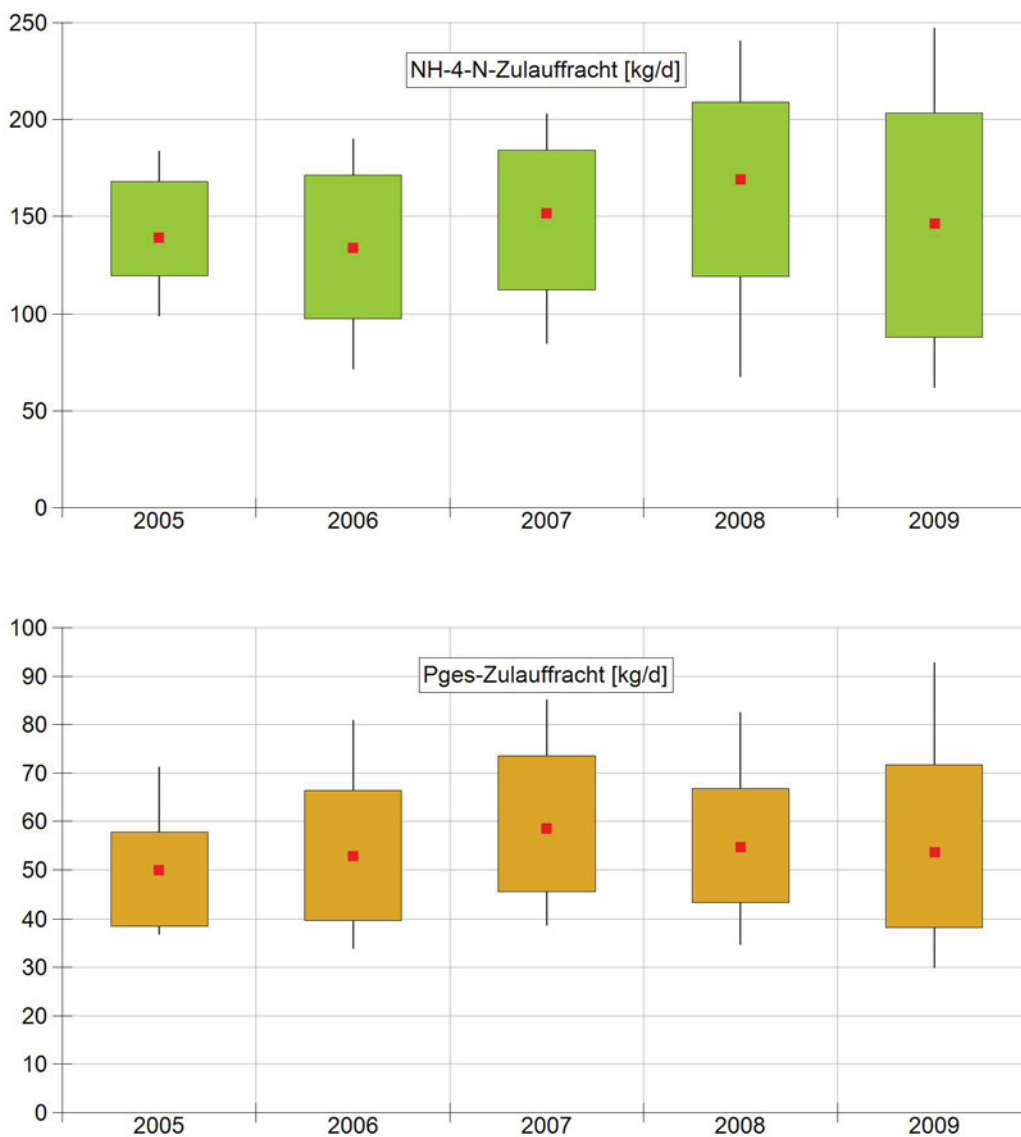


Abbildung 15: Nährstoff Zulaufmengen im Mehrjahresvergleich

### 4 Bilanzierung

Neben dem Vergleich von Mess- und Erfahrungswerten spielt die Stoffflussanalyse von CSB, Trockensubstanz, Stickstoff und Phosphor (=Bilanzierung) eine wesentliche Rolle bei der Überprüfung der Plausibilität von Kläranlagenbetriebsdaten.

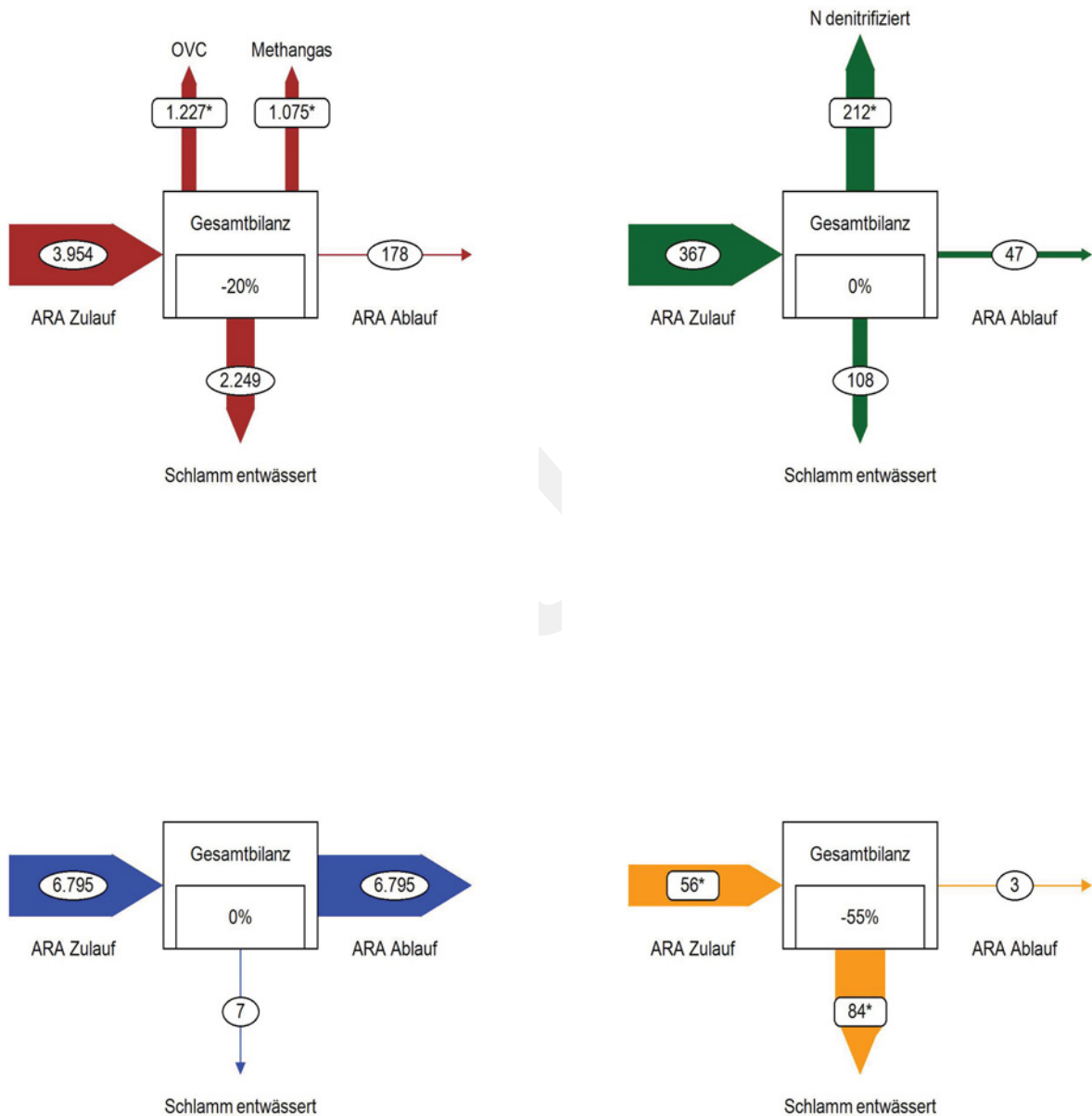


Abbildung 16: Mengen-, CSB-, Stickstoff- und Phosphorbilanz der Gesamtkläranlage

Bei den Bilanzen um die Gesamtkläranlage (vergleiche Abbildung 16) werden die Zu- und Abflafrachten aus den im Labor ermittelten Daten der Eigenüberwachung berechnet. Die Stoffströme die mit dem Schlamm aus dem System entfernt werden (Pfeile nach unten) können aus den Klärschlamm-mengen, der TS- und oTS-Konzentrationen des zu entsorgenden Schlammes sowie den beim Klärschlammgutachten bestimmten Nährstoffkonzentrationen des Schlammes berechnet werden. Die Stickstofffracht die die Kläranlage gasförmig verlässt wird messtechnisch nicht erfasst und daher aus der Differenz des Kläranlagenzulauf minus Kläranlagenablauf und Stickstoff im Schlamm berechnet wird ( $GesNLuft = GesNZu - GesNAb - GesNSchlamm$ ). Die CSB-Fracht welche gasförmig (Pfeil nach oben) die Kläranlage verlässt kann aus der denitrifizierten Stickstofffracht und der eingesetzten Belüftungsenergie abgeschätzt werden. Die folgende Abbildung 17 zeigt die Detailbilanz der Wassermengen für die einzelnen Kläranlagenmodule.

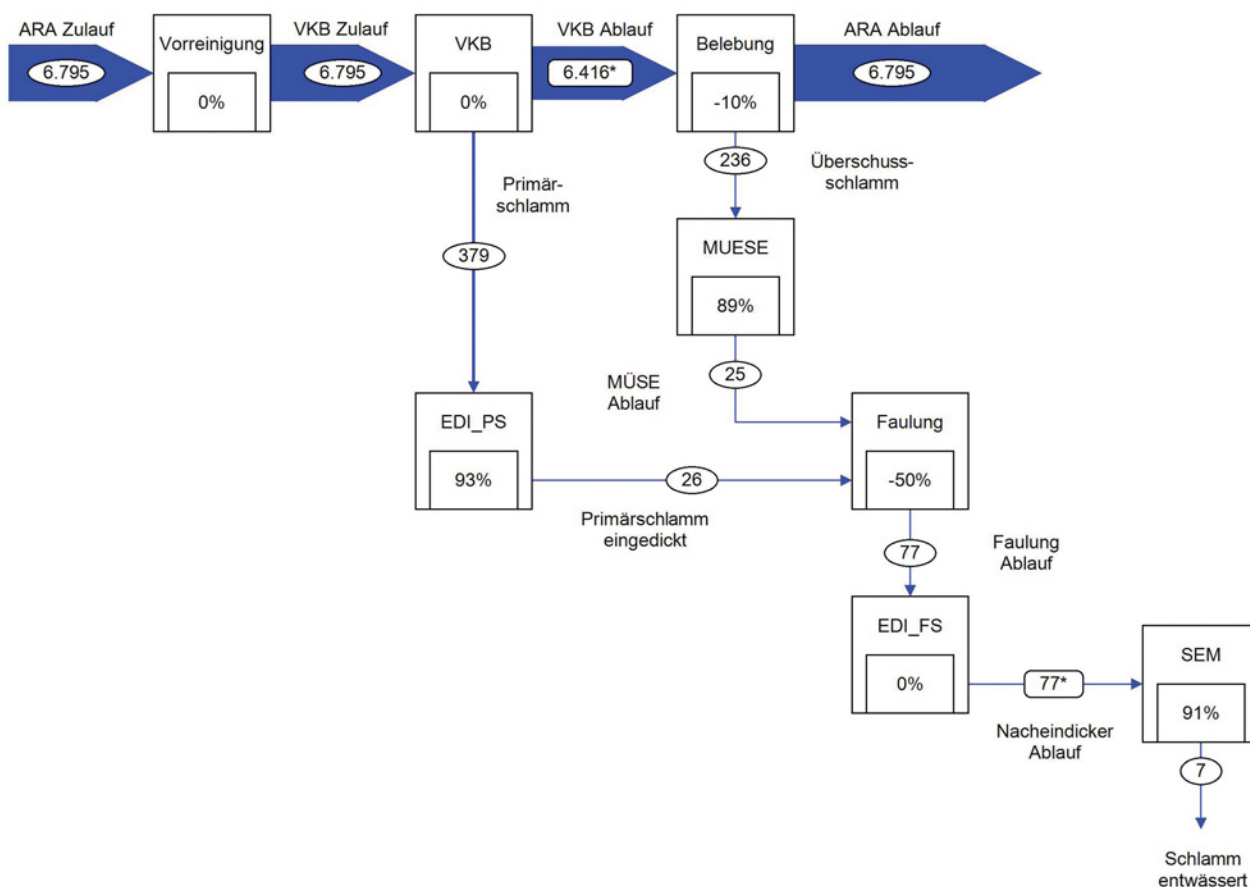


Abbildung 17: Q-Detailbilanz

Vor allem beim Bilanzparameter CSB gibt eine Detailbilanz (vergleiche Abbildung 18) um die einzelnen Kläranlagenmodule Auskunft über mögliche Messungenauigkeiten bzw. analytische Probleme. Insbesondere sollte für den kontrollierten Betrieb einer mesophilen Schlammfäulung eine Bilanz um die Fäulung berechnet werden können.

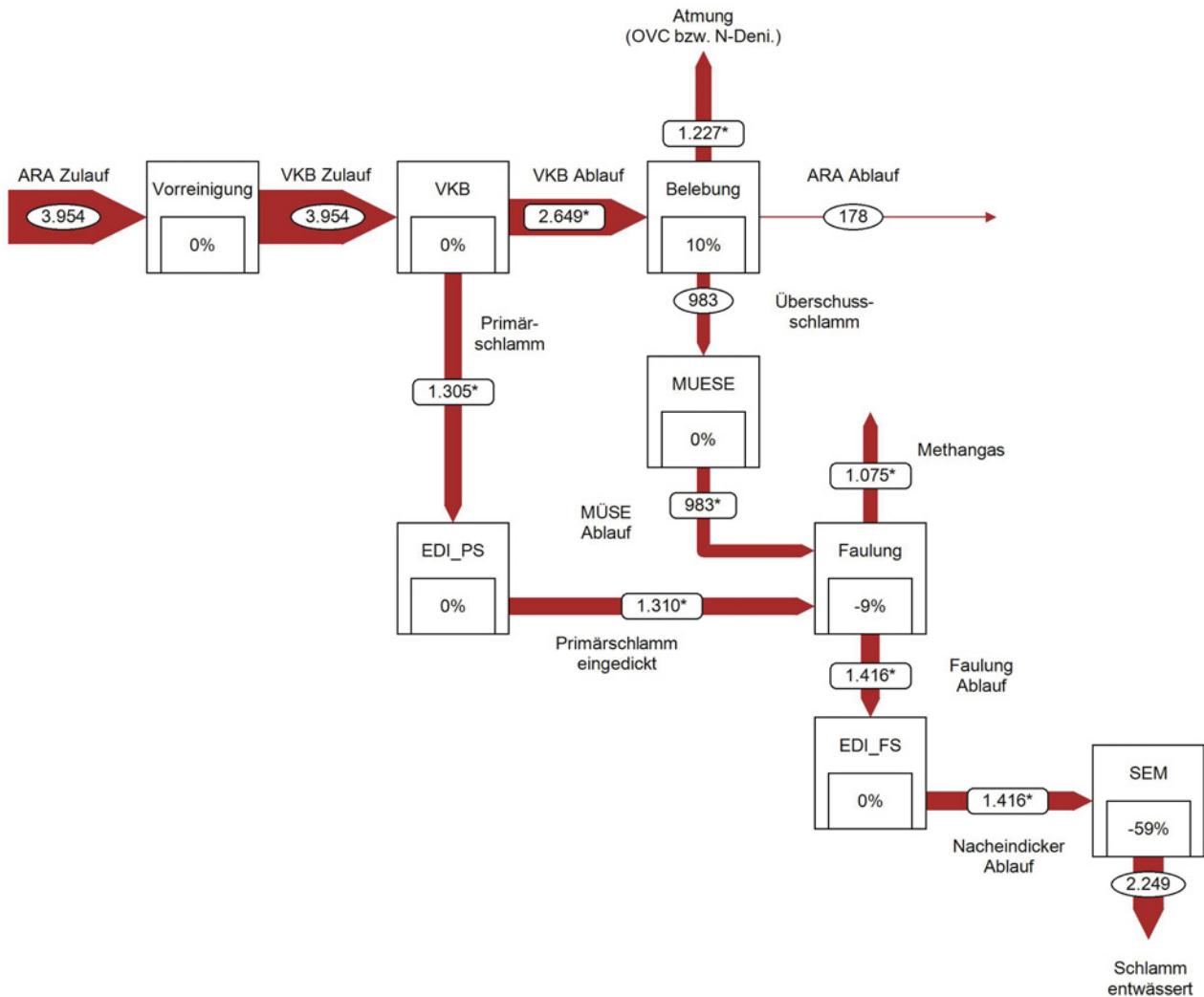


Abbildung 18: CSB-Detailbilanz

## 5 Energie

Für die Charakterisierung des Energiehaushaltes einer Kläranlage ist es hilfreich die Energiequellen einerseits und die einzelnen Energieverbraucher(gruppe) andererseits aufzugliedern. Die auf Kläranlagen zum Einsatz kommenden Energiequellen dienen sowohl zur Abdeckung des elektrischen Energieverbrauches als auch um den Wärmebedarf der Kläranlage (Gebäudeheizung, Faulturnheizung,...) sicherstellen zu können. Der el. Energieverbrauch der Kläranlage errechnet sich aus dem el. Energiezukauf zuzüglich der erzeugten el Energie abzüglich der ins Netz gelieferten el. Energie.

### 5.1 Energiequellen

In der folgenden Tabelle ist der Jahresbedarf der eingesetzten Energiequellen zusammengefasst. Für die Berechnung des Energieinhaltes kann für Methangas=Erdgas von 10 kWh je Nm<sup>3</sup> ausgegangen werden. Beim Faulgas wurde der CO<sub>2</sub>-Gehalt und 5 % Feuchtigkeit von der gemessenen Faulgasmenge abgezogen um auf den Methangasanteil zu kommen. Bei Flüssiggas wird mit 12,8 kWh je Nm<sup>3</sup> gerechnet und bei Heizöl mit 10 kWh je Liter. Alternative Energieträger wie Photovoltaik oder Windrad sind separat anzuführen. Die dem BHKW zugeführte Energie (letzte Zeile) dient zur Berechnung des elektrischen Wirkungsgrades des BHKW (vergleiche Kapitel 5.2).

Energiequellen/-verbrauch	Menge	Energieinhalt
<b>Faulgas Gesamt</b>	<b>247.782 m<sup>3</sup>/a</b>	<b>3.759 kWh/a</b>
Faulgas BHKW	245.634 m <sup>3</sup> /a	3.726 kWh/a
Faulgas Gebläse direkt	0 m <sup>3</sup> /a	- kWh/a
Faulgas Heizung	81.496 m <sup>3</sup> /a	1.236 kWh/a
Faulgas Fackel	0 m <sup>3</sup> /a	- kWh/a
<b>Ergas Gesamt</b>	<b>0 m<sup>3</sup>/a</b>	<b>- kWh/a</b>
Ergas BHKW	0 m <sup>3</sup> /a	- kWh/a
Ergas Gasmotor	0 m <sup>3</sup> /a	- kWh/a
Ergas Heizung	0 m <sup>3</sup> /a	- kWh/a
<b>Flüssiggas Gesamt</b>	<b>0 m<sup>3</sup>/a</b>	<b>- kWh/a</b>
Flüssiggas Heizung	0 m <sup>3</sup> /a	- kWh/a
<b>Heizöl Gesamt</b>	<b>13 l/a</b>	<b>132 kWh/a</b>
Summe BHKW	247.782 m <sup>3</sup> /a	3.726 kWh/a

**Tabelle 8:** Zusammenstellung der Energiequellen



## 5.2 Elektrischer Energieverbrauch

In Tabelle 9 wurden die je Monat eingekaufte, die erzeugte und die ans EVU gelieferte Menge an elektrischer Energie zusammengefasst. Der Energieverbrauch der Kläranlage kann dann wie folgt berechnet werden:

	Energiezukauf	Energieerzeugung	Energielieferung	Energieverbrauch
Jänner	45.916	41.451	00	83.644 kWh/Monat
Februar	42.460	36.271	00	76.859 kWh/Monat
März	44.346	46.161	00	80.177 kWh/Monat
April	47.233	38.370	00	75.259 kWh/Monat
Mai	48.952	39.431	00	88.213 kWh/Monat
Juni	47.792	37.138	00	81.464 kWh/Monat
Juli	51.808	40.044	00	85.082 kWh/Monat
August	54.004	30.473	00	81.854 kWh/Monat
September	47.799	29.895	00	75.831 kWh/Monat
Oktober	44.431	39.347	00	84.135 kWh/Monat
November	40.149	36.129	00	83.066 kWh/Monat
Dezember	45.785	35.825	00	80.588 kWh/Monat
<b>Summe</b>	<b>560.675</b>	<b>450.534</b>	<b>00</b>	<b>976.170 kWh/Monat</b>

**Tabelle 9:** Summe an gekaufter, gelieferter und verbrauchter elektrischer Energie

Mit Hilfe des Gesamtenergieverbrauches in Tabelle 9 wurde der einwohnerwertspezifische Energieverbrauch der Gesamtanlage wie folgt berechnet:

spez. Energieverbrauch = Energieverbrauch/Einwohnerwert	
spez. Energieverbrauch $EW_{60}$ :	35 kWh/ $EW_{60}/a$
spez. Energieverbrauch $EW_{120}$ :	35 kWh/ $EW_{120}/a$

**Tabelle 10:** Berechnung des spez. elektrischen Energieverbrauchs

Neben dem spez. Gesamtenergieverbrauch wurde in Tabelle 11 der spezifische Energieverbrauch der wesentlichsten Verbrauchergruppen zusammengefasst und mit einem Normalbereich verglichen.

			Orientierungsbereich	
<b>Kläranlage Gesamt</b>	<b>34,7</b>	<b>kWh/EW<sub>120/a</sub></b>	<b>20</b>	<b>50</b>
<b>1) Zulaufpumpwerk und mechanische Vorreinigung</b>	<b>4,4</b>	<b>kWh/EW<sub>120/a</sub></b>	<b>2,5</b>	<b>5,5</b>
1.1 Zulaufpumpwerk	3,0	kWh/EW <sub>120/a</sub>	1,5	3,5
1.2 Rechen/Sandfang	1,5	kWh/EW <sub>120/a</sub>	0,5	2
<b>2) Mechanisch-biologische Abwasserreinigung</b>	<b>12,6</b>	<b>kWh/EW<sub>120/a</sub></b>	<b>14,5</b>	<b>33</b>
2.1 Belüftung	11,8	kWh/EW <sub>120/a</sub>	11,5	22
2.2 Rührwerk	2,7	kWh/EW <sub>120/a</sub>	1,5	4,5
2.3 RS-Pumpen	5,9	kWh/EW <sub>120/a</sub>	1	4,5
2.4 Sonstige(VKB, NKB,...)	k.D.	kWh/EW <sub>120/a</sub>	0,5	2
<b>3) Schlammbehandlung</b>	<b>10,1</b>	<b>kWh/EW<sub>120/a</sub></b>	<b>2</b>	<b>7</b>
3.1 MÜSE	2,4	kWh/EW <sub>120/a</sub>	0,5	1
3.2 Faulung	4,4	kWh/EW <sub>120/a</sub>	1	2,5
3.3 Schlammwässerung	3,3	kWh/EW <sub>120/a</sub>	0,5	3,5
<b>4) Infrastruktur</b>	<b>k.D.</b>	<b>kWh/EW<sub>120/a</sub></b>	<b>1</b>	<b>4,5</b>

**Tabelle 11:** Spezifischer Energieverbrauch der Verbrauchergruppen (k.D. = keine Daten verfügbar)

Die in Tabelle 12 zusammengefassten sonstigen Energiekennzahlen geben zusätzlich Auskunft über die wesentlichsten Einflussfaktoren auf die elektrische Energiebilanz.

		Orientierungsbereich	
Eigenstromabdeckung	%	<b>0</b>	<b>100</b>
spez. Rührenergie	k.D. W/m <sup>3</sup>	<b>1</b>	<b>2,5</b>
Belastungsspez. Energieverbrauch der Belebung	0,8 kWh/kg CSB Biologie Zu	<b>0,3</b>	<b>0,6</b>
Elektrischer Wirkungsgrad BHKW	- %	<b>24</b>	<b>38</b>

**Tabelle 12:** Sonstige elektrische Energiekennzahlen

Abbildung 18 und Abbildung 19 geben darüber hinaus einen Überblick über die Schwankung des Energieverbrauches der Gesamtanlage sowie der Biologie im Berichtszeitraum.

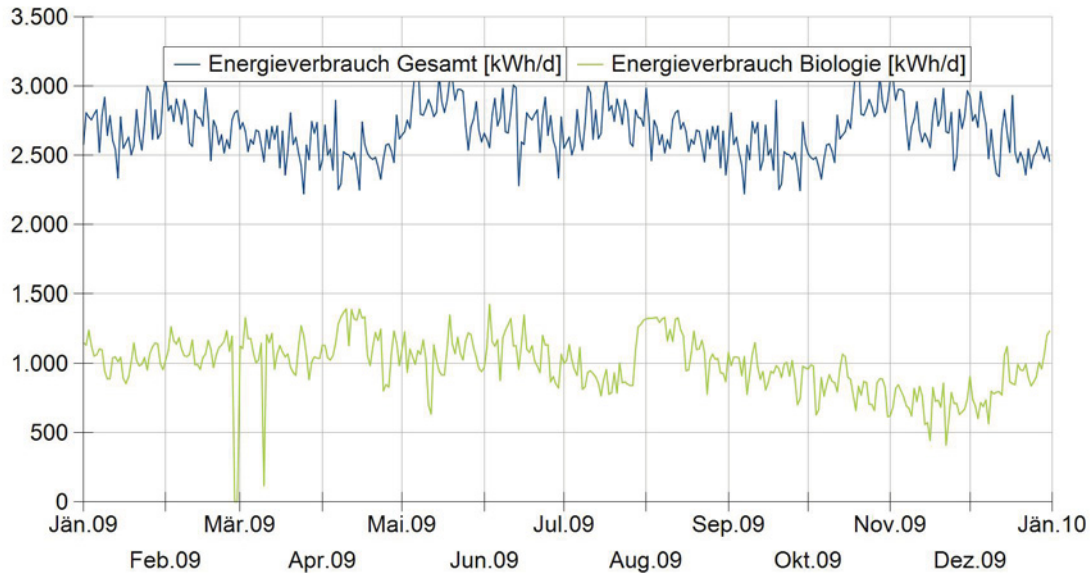


Abbildung 19: Energieverbrauch der Gesamtanlage und der Biologie

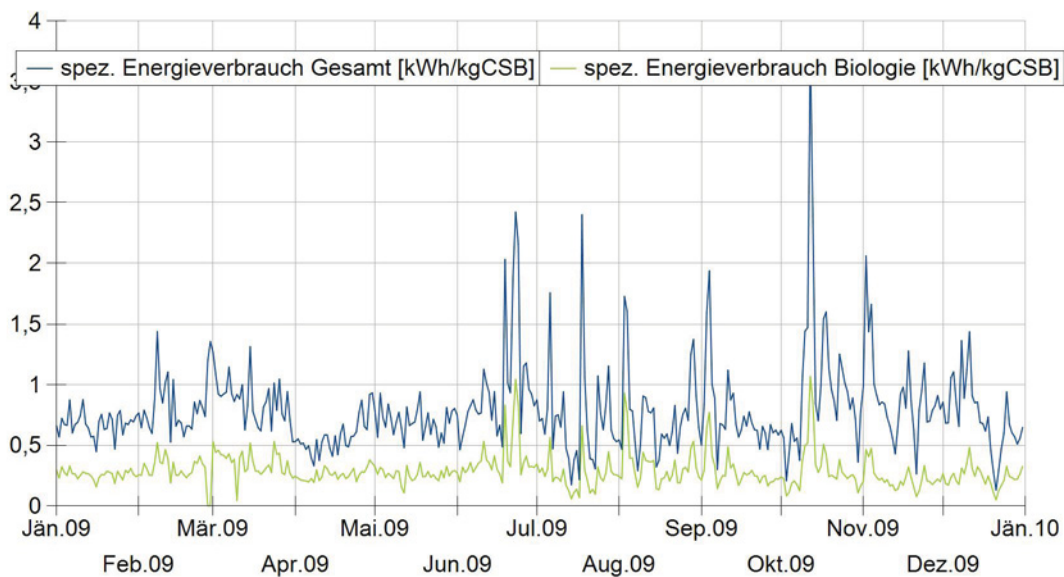


Abbildung 20: Spez. Energieverbrauch der Gesamtanlage und der Biologie

## 6 Betriebsparameter

### 6.1 Betriebsparameter der Gesamtanlage

Neben den in den Kapiteln 1 bis 3 angeführten Parametern werden die Jahresganglinien der Temperatur und des pH-Wertes im Zu- und Ablauf der Kläranlage dargestellt.

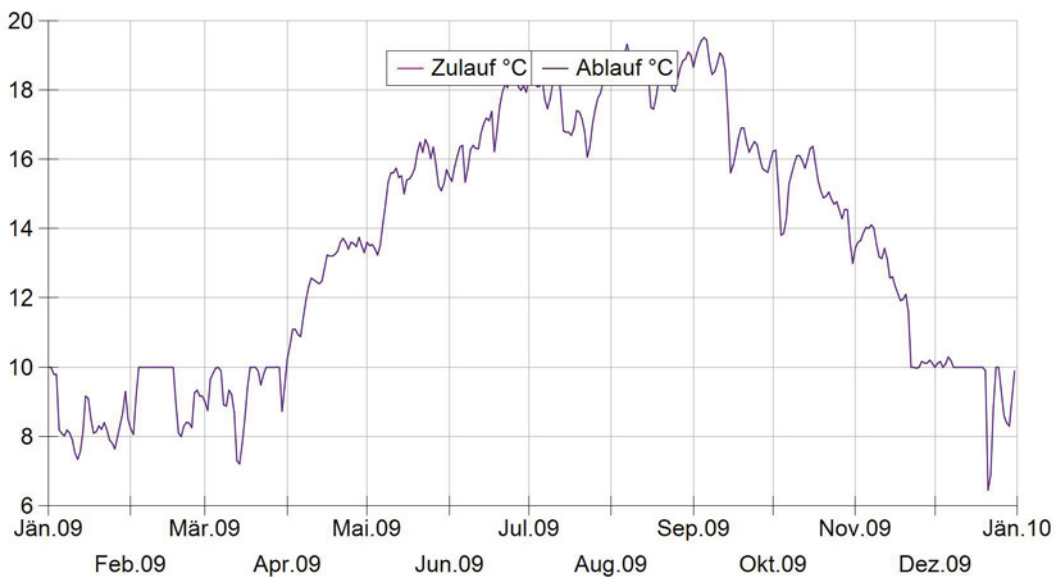


Abbildung 21: Zu- und Ablauftemperaturen der Kläranlage

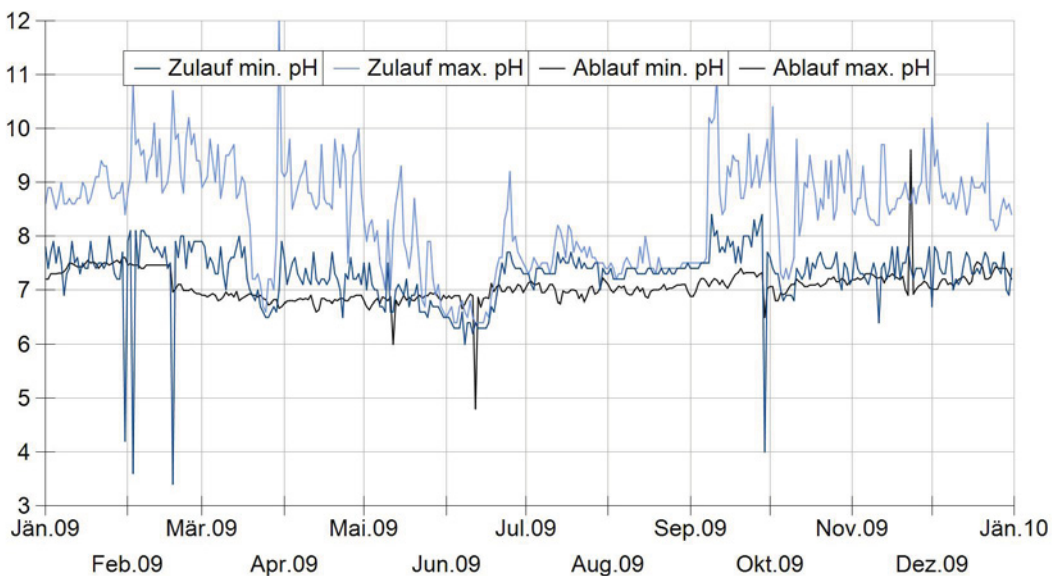


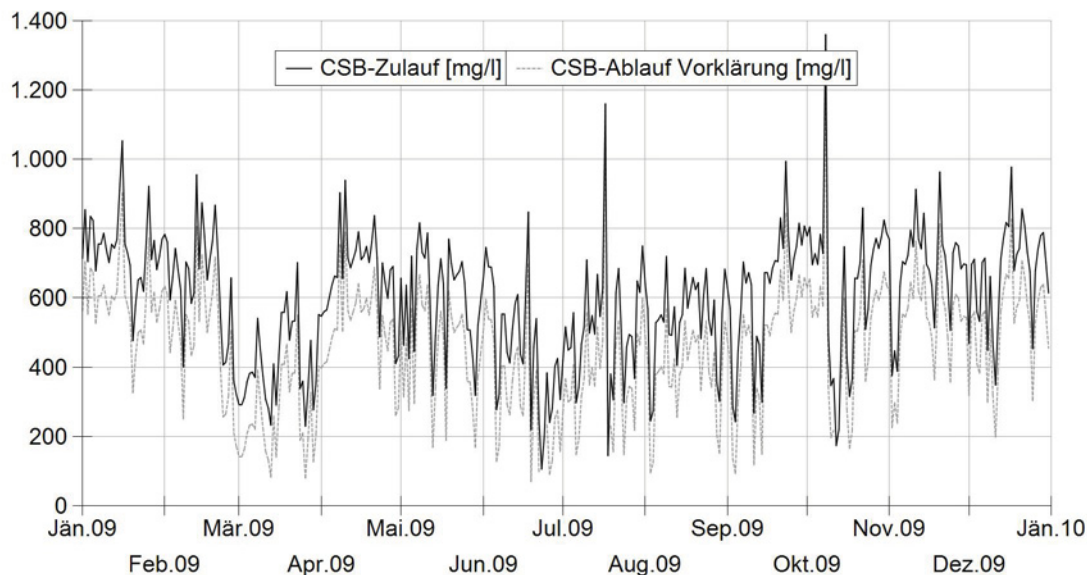
Abbildung 22: pH-Wert von Zu- und Ablauf der Kläranlage

## 6.2 Vorklärung

Die für die Vorklärung maßgebenden gemessenen und berechneten Kennwerte wurde in Tabelle 13 zusammengefasst. Abbildung 22 Zeigt die Konzentrationen von BSB und CSB im Zu- und Ablauf der Vorklärung.

Aktueller Nutzinhalt	1.600 m <sup>3</sup>	
Maximaler Durchfluss	758 m <sup>3</sup> /h	
Minimaler Durchfluss	75 m <sup>3</sup> /h	<b>Orientierungsbereich</b>
Ablauf VKB-CSB	457 mg/l	
Ablauf VKB-BSB	227 mg/l	
Ablauf VKB-GesN	50 mg/l	
Ablauf VKB-NH4N	21 mg/l	
Ablauf VKB-GesP	8 mg/l	
Maximale Durchflusszeit	- h	
Minimale Durchflusszeit	2,5 h	
Wirkungsgrad BSB	26 %	
Wirkungsgrad CSB	27 %	
Wirkungsgrad GesN	10 %	
Wirkungsgrad GesP	9 %	

**Tabelle 13:** Jahresmittelwerte der Vorklärung



**Abbildung 23:** Vorklärbecken CSB Zu- und Ablaufkonzentrationen

### 6.3 Belebung bzw. Belebungsbecken

Belebungsbeckenart: Umlaufbecken

Anzahl: 2

Volumen betrieben (errichtet): 3.100 m<sup>3</sup> (3.100 m<sup>3</sup>)

Art der Belüftung: Stabwalzen

Art der Umwälzeinrichtung: horizontale Umwälzung

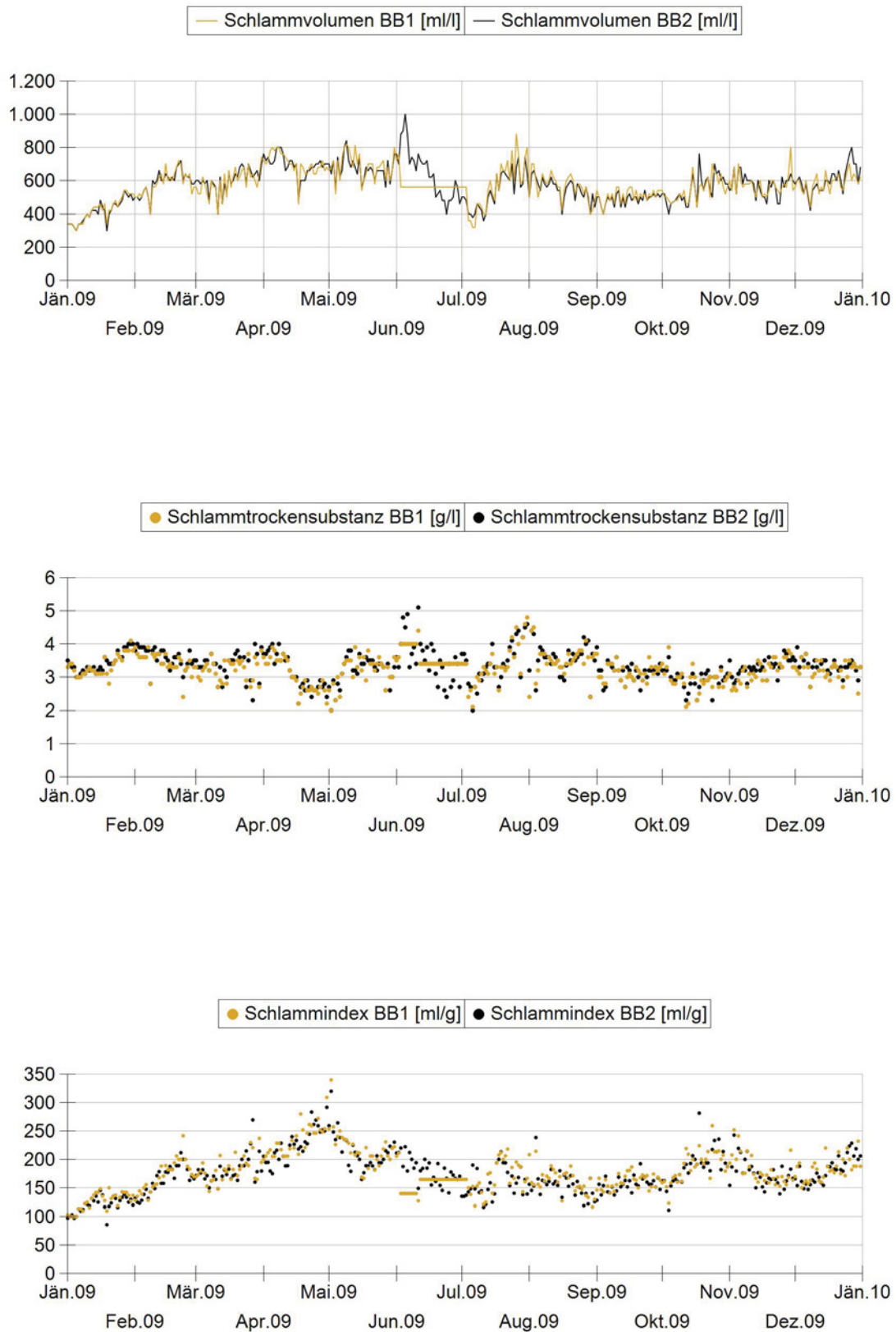
Primäre Steuerung der Belüftung: NH<sub>4</sub>-N Online und O<sub>2</sub>-Konzentration

Nitrifikation bzw. Denitrifikation: simultane DN

CSB - Zulaufnachfrucht	601 kg/d		
BSB - Zulaufnachfrucht	295 kg/d		
Menge Überschussschlamm	236 m <sup>3</sup> /d	<b>Orientierungsbereich</b>	
TS Überschussschlamm	5,06 g/l (=kg/m <sup>3</sup> )	3	12
TS Belebungsbecken	3,29 g/l (=kg/m <sup>3</sup> )	3	6
BSB Raumbelastung	0,48 kg BSB/(m <sup>3</sup> *d)	a	0,15 0,25
		b	0,25 0,35
BSB Schlammbelastung	0,15 kg BSB/(kgTS <sub>BB</sub> *d)	a	<0,05
		b	0,05 0,1
Schlammalter t-TS	0,53 d	a	>25
		b	12 20
Schlammvolumen	575 ml/l	200	600
Schlammindex	176 ml/l		60 120
			>150 = Blähschlamm
Rezirkulationsverhältnis	- -		
Denitrifikationsanteil	51,61 %		

**Tabelle 14: Jahresmittelwerte der Belebung bzw. des Belebungsbeckens**  
(a=gleichzeitige Schlammstabilisierung; b=Nitrifikation und Denitrifikation)

Die für die Belebung maßgebenden gemessenen und berechneten Jahresmittelwerte wurden in Tabelle 14 zusammengefasst und einem Normalbereich gegenüber gestellt.



**Abbildung 24:** Schlammvolumen, Schlamm Trockensubstanz und die daraus resultierenden Schlammindizes der Belebungsbecken

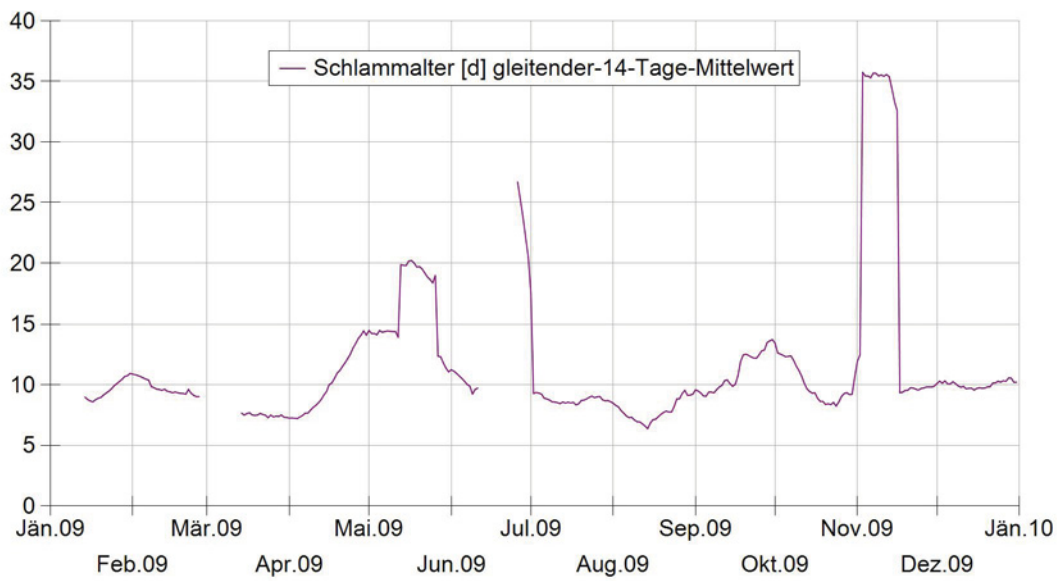


Abbildung 25: Schlammalter des Belebtschlammes

Entwurf



### 6.4 Nachklärbecken

Nachklärbeckenart: Rund

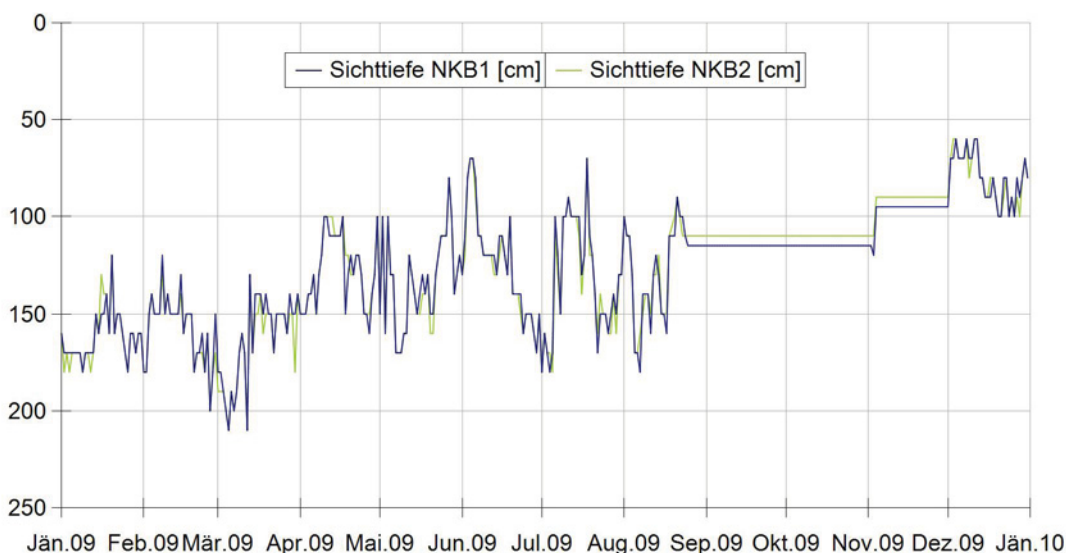
Anzahl: 3

Volumen betrieben (errichtet): 3.000 m<sup>3</sup> (3.000m<sup>3</sup>)

Fläche betrieben (errichtet): 857 m<sup>2</sup> (m<sup>2</sup>)

Maximaler Durchfluss	758 m <sup>3</sup> /h		
Minimaler Durchfluss	75 m <sup>3</sup> /h		
Rücklaufschlammmenge	4.439 m <sup>3</sup> /h		
Minimale Durchflusszeit	4,7 h		
Rücklaufschlammverhältnis	0,7	<b>0,5</b>	<b>1,5</b>

**Tabelle 15:** Jahresmittelwerte der Belegung bzw. des Nachklärbeckens



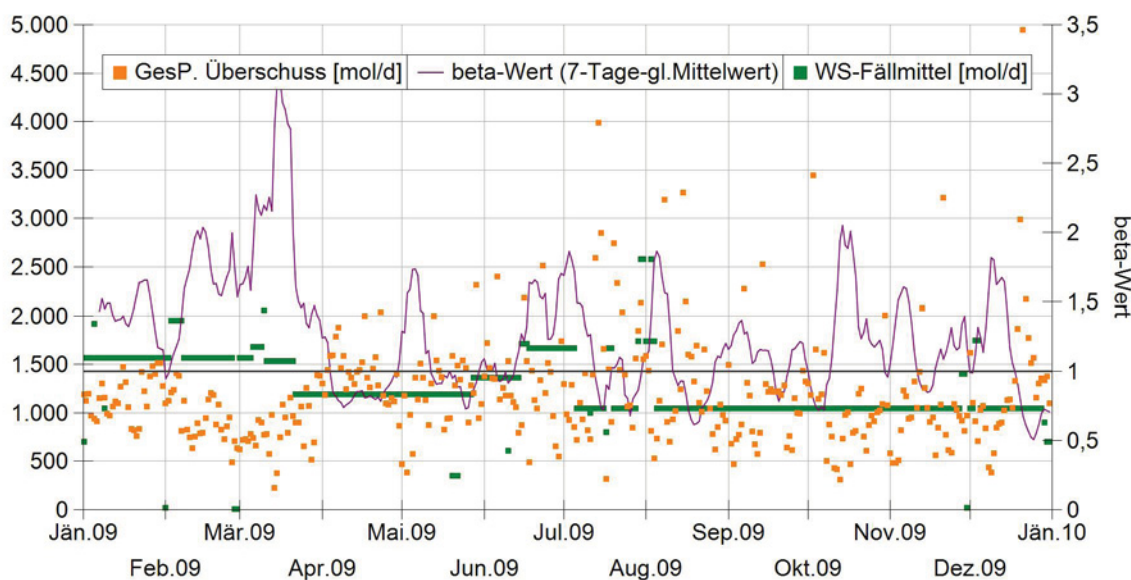
**Abbildung 26:** Sichttiefe der untersuchten Nachklärbecken

## 6.5 Phosphor Entfernung

Die Phosphorentfernung erfolgt mittels Fe<sub>3</sub>Chlorid. Die für die Phosphorentfernung maßgebenden gemessenen und berechneten Jahresmittelwerte wurden in Tabelle 16 zusammengefasst und Abbildung 26 zeigt eine Gegenüberstellung von Phosphorüberschuss zur dosierten Fällmittelmenge als Jahresganglinie.

Art Fällmittel 1	Fe <sub>3</sub> Chlorid	
Menge Fällmittel 1 eingekauft	110 l/d	
Menge Fällmittel 1 dosiert	88 l/d	
Wirksubstanz Fällmittel 1	3,5 mol/l	
Art Fällmittel 2	Na-Aluminat	
Menge Fällmittel 2 eingekauft	55 l/d	
Menge Fällmittel 2 dosiert	469 l/d	
Wirksubstanz Fällmittel 2	2,0 mol/l	
Wirksubstanzfracht	1.245 mol/d	
Phosphorüberschuss (GesP-Zulauf-CSB-Zulauf*0,005)	5,5 kg/d	
KP-Wert	25 mol/kg	Orientierungsbereich
beta-Wert	1 mol/mol	a) 0,5 1,5

**Tabelle 16:** Jahreswerte der Phosphorentfernung  
(a= bei Ges.P-Ablauf <1 mg/l; bei Ges.P-Ablauf <0,5 mg/l liegt der beta-Wert bei 2,0 bis 2,5)



**Abbildung 27:** Phosphorüberschuss, Fällmittelwirksubstanz und daraus resultierender beta-Wert

## 6.6 MÜSE und Eindicker

Übersicht der vorhandenen Eindicker:

	Primär- schlamm	Überschuss- schlamm	Roh- schlamm	Faul- schlamm	Aerob- schlamm	Fäkal- schlamm	Misch- schlamm
Anzahl	1			1			
Volumen [m <sup>3</sup> ]	400			450			

Art der maschinellen Überschussschlammeindickung: Bandeindicker

Kapazität der MÜSE: 25 m<sup>3</sup>/h

Art des Konditionierungsmittels der MÜSE: flüssig

Tabelle 17 fasst die gemessenen und berechneten Jahresmittelwerte von Primär-, Überschuss- und Rohschlamm zusammen.

Primärschlamm Menge	26 m <sup>3</sup> /d		
Primärschlamm - TS	51 g/l		
Primärschlamm - oTS	69 %		
Überschussschlamm Menge	236 m <sup>3</sup> /d		
Überschussschlamm - TS	5 g/l		
Überschussschlamm - oTS	62 %		
MÜSE - Polymer Menge Einkauf	11 kg/d		
MÜSE - Polymer Menge dosiert	7 kg/d		
MÜSE - Polymer Wirksubstanz	50,0 %		
Rohschlamm Menge	50 m <sup>3</sup> /d		
Rohschlamm - TS-Fracht	2.518 kg/d		
Rohschlamm - oTS-Fracht	1.589 kg/d		
		<b>Orientierungsbereich</b>	
spez. Konditionierungsmittelmenge MÜSE	3,26 g <sub>WS</sub> /kg <sub>TS</sub>	?	?
spez. TS-Fracht Rohschlamm	88 g/(EW <sub>120</sub> *d)	?	?
spez. oTS-Fracht Rohschlamm	57 g/(EW <sub>120</sub> *d)	?	?

**Tabelle 17:** Jahresmittelwerte der eingedickten Primär-, Überschuss(ÜSS)- und Rohschlämme

## 6.7 Faulung

Anzahl der Faulbehälter: 2

Betriebsart: seriell

Gesamtes Volumen der Faulbehälter: 1.400 m<sup>3</sup>

Art der Umwälzung: Umpumpung

Faulgas Menge	679 m <sup>3</sup> /d	<b>Orientierungsbereich</b>	
Faulgas CO <sub>2</sub> Gehalt	40 %	30	40
Faulgas für Heizung	223 m <sup>3</sup> /d		
Erdgas für Heizung	0 m <sup>3</sup> /d		
Erdöl für Heizung	0 l/d		
Umwälzung Pumpe	- h/d		
Umwälzung Mischer	8,6 h/d		
Umwälzung Gaseinpresser	- h/d		
Temperatur Faulbehälter	37 °C	33	39
pH-Wert Faulschlamm	7,3 -	7,0	7,5
Menge Faulschlamm	77 m <sup>3</sup> /d		
TS Faulschlamm	31 g/l		
oTS Faulschlamm	42 %	45	55
Faulzeit	28 d	33	35
spez. Faulgasanfall	24 l/EW <sub>120</sub> *d)	13	20
Feststoffbelastung	2 kg/(m <sup>3</sup> *d)	<1,5	
org. Feststoffbelastung	1 kg/(m <sup>3</sup> *d)	<1,0	?
spez. TS-Fracht Faulschlamm	84 g/EW <sub>120</sub> *d)	35	50
spez. oTS-Fracht Faulschlamm	35 g/EW <sub>120</sub> *d)	20	30

**Tabelle 18:** Jahresmittelwerte der Faulung

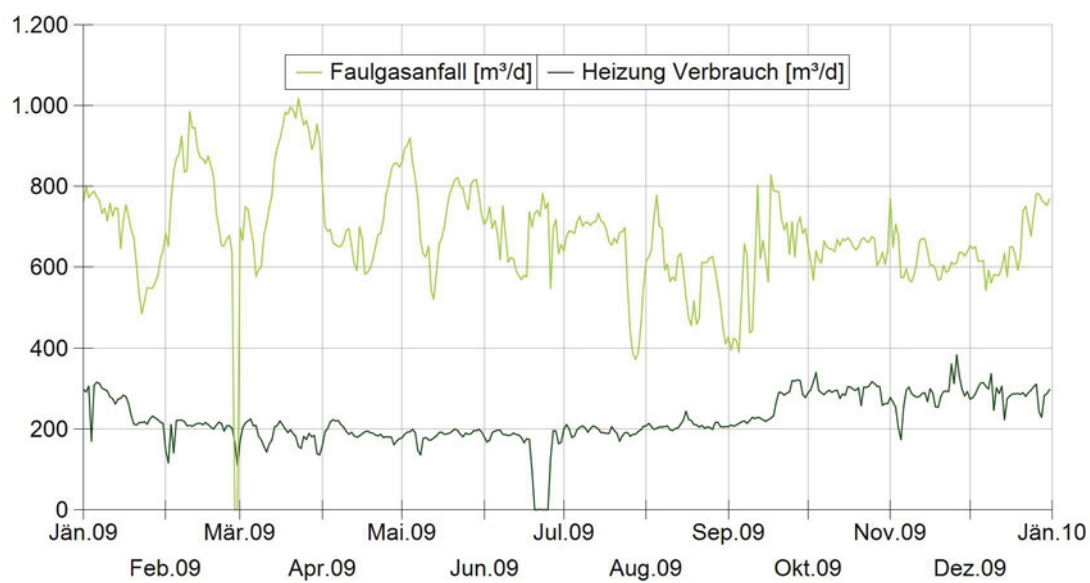


Abbildung 28: Faulgasanfall und Faulgasverbrauch

Entwurf

## 6.8 Schlammentwässerung

Art der Entwässerung: Siebbandpresse

Kapazität der Entwässerungsanlage: 50

Oberfläche Schlamm-trockenbeete: m<sup>2</sup>

Volumen der Schlammbeete bzw. Schlammteiche: m<sup>3</sup>

Aufgabeschlamm Menge	77 m <sup>3</sup> /d		
TS Aufgabeschlamm	31 g/l		
Entwässerte Schlammmenge	7 m <sup>3</sup> /d		
TS entwässerter Schlamm	26 %		
oTS entwässerter Schlamm	61 %		
Polymer Menge Einkauf	11 kg/d		
Polymer Menge dosiert	10 kg/d		
Polymer Wirksubstanz	50 %		
Fe Konditionierungsmittel Menge Einkauf	0 kg/d		
Fe Konditionierungsmittel Menge dosiert	0 kg/d		
Fe Konditionierungsmittel Wirksubstanz	- %		
Kalk Menge Einkauf	0 kg/d		
Kalk Menge dosiert	0 kg/d		
TS-Fracht Aufgabeschlamm	2.416 kg/d		
TS-Fracht entwässerter Schlamm	2.678 kg/d		<b>Orientierungsbereich</b>
spez. Polymer Menge	0,0 g/kg <sub>TS-Aufgabe</sub>	?	?
spez. Fe-Konditionierungsmittel Menge	- g/kg <sub>TS-Aufgabe</sub>	?	?
spez. Kalk Menge	- g/kg <sub>TS-Aufgabe</sub>	?	?
spez. TS-Fracht entwässerter Schlamm	97 g/(EW <sub>120</sub> *d)	35	50
spez. oTS-Fracht entwässerter Schlamm	54 g/(EW <sub>120</sub> *d)	20	30

**Tabelle 19:** Jahresmittelwerte der Schlammentwässerung

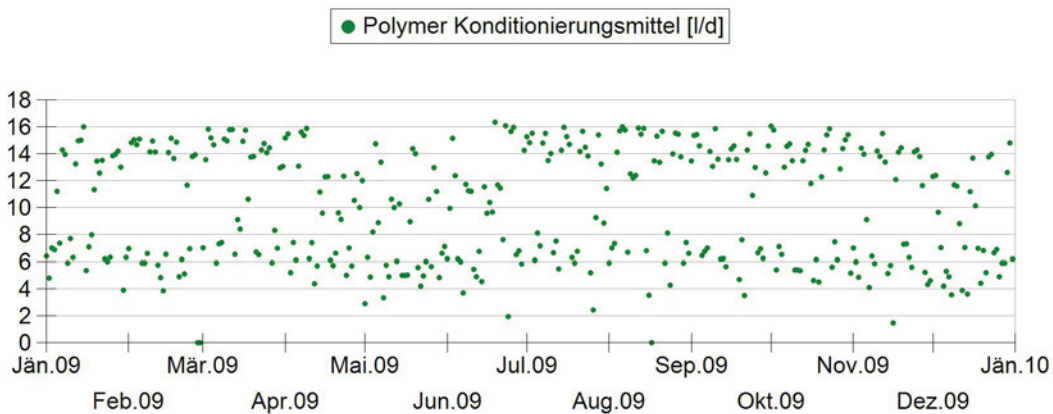
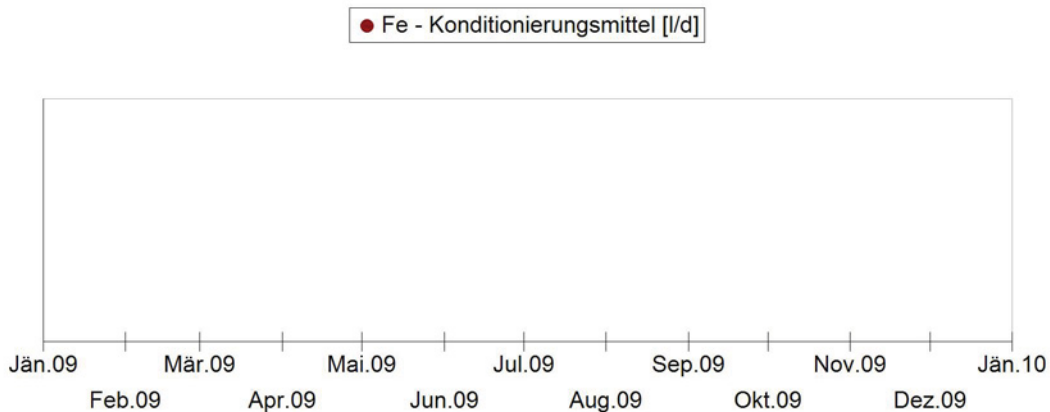


Abbildung 29: Dosierte Konditionierungsmittelmengen

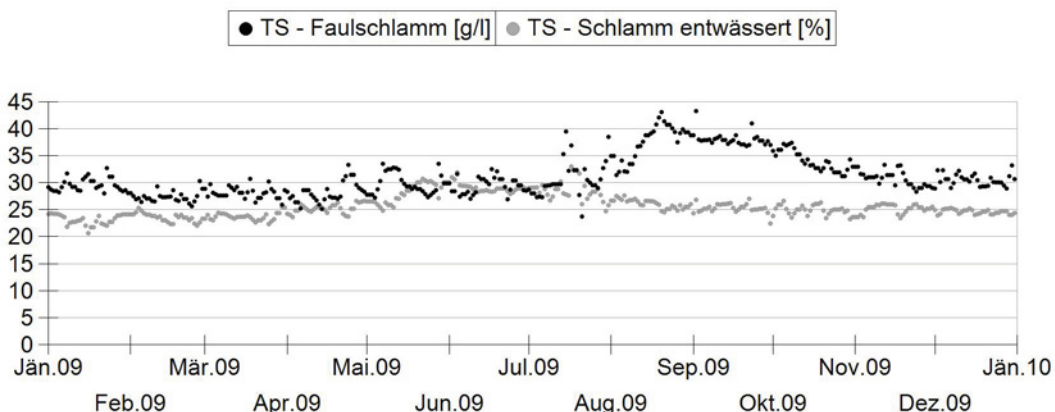


Abbildung 30: Trockensubstanz vor und nach der Entwässerung

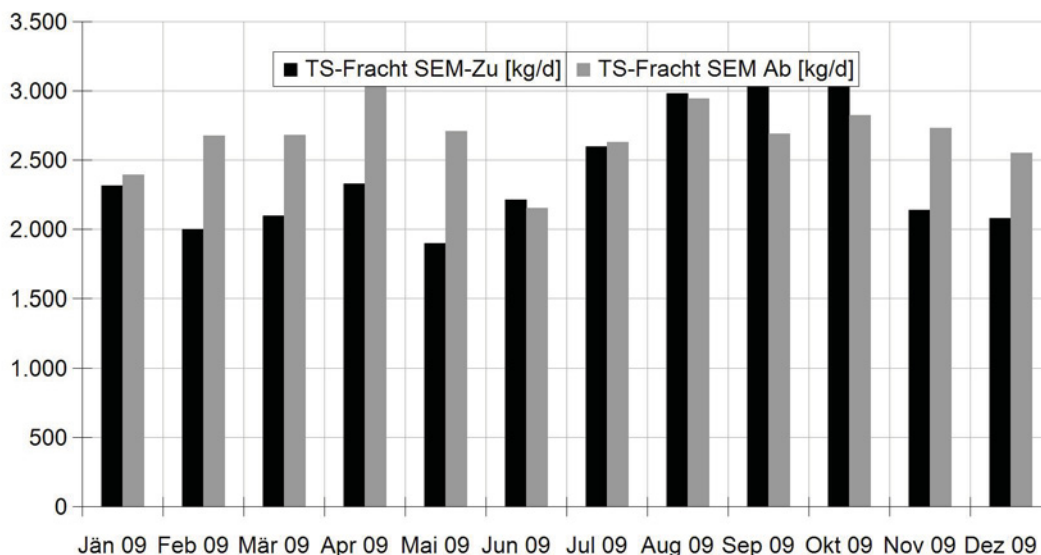


Abbildung 31: Trockensubstanz vor und nach der Entwässerung



## 7 Übernahme / Entsorgung / Verwertung

### 7.1 Übernahme

Folgende Güter wurden im Untersuchungszeitraum auf die Kläranlage übernommen:

Senkgrubeninhalte/Fäkalien	0,0 m <sup>3</sup> /d
Fett	0,0 m <sup>3</sup> /d
Fremdschlämme	0,0 m <sup>3</sup> /d
Kanalräumgut	0,0 m <sup>3</sup> /d
Deponiesickerwasser	0,0 m <sup>3</sup> /d
Confermentat Fett	0 m <sup>3</sup> /d
Confermentat Bioabfälle	0 m <sup>3</sup> /d
Confermentat	0 m <sup>3</sup> /d

**Tabelle 20:** Tagesmittelwerte übernommener Güter

### 7.2 Entsorgung von Gütern der mechanischen Vorreinigung

Folgende Güter der mechanischen Vorreinigung fielen im Untersuchungszeitraum an:

Rechengutanfall	0,11 t/d	
Sandfanggut	0,14 t/d	
Räumgut Fettfang	0,00 m <sup>3</sup> /d	<b>Orientierungsbereich</b>
spez. Rechengutanfall	1,44 kg/(EW <sub>120</sub> *a)	? ?
spez. Sandfanggut	2,04 kg/(EW <sub>120</sub> *a)	? ?
Abwasserspez. Sandfanggut	7,53 kg/1.000m <sup>3</sup> Abwasser	? ?
spez. Fetthanfall	0,00 m <sup>3</sup> /(1.000 EW <sub>120</sub> *a)	? ?

**Tabelle 21:** Tagesmittelwerte von Gütern der mechanischen Vorreinigung

### 7.3 Klärschlamm Entsorgung und Verwertung

Folgende Mengen an Nassschlamm mit einer Trockensubstanz von – g/l wurden auf der Kläranlage gelagert bzw. entsorgt:

Lagerung Silo	0,0 m <sup>3</sup> /d
Lagerung Trockenbeete	0,0 m <sup>3</sup> /d
Abfuhr	0,0 m <sup>3</sup> /d
TS-Fracht Abfuhr	0,0 m <sup>3</sup> /d

**Tabelle 22:** Tagesmittelwerte von gelagerten bzw. abgeführten Nassschlamm

Folgende Mengen an entwässertem Schlamm mit einer durchschnittlichen Trockensubstanz von 26 % wurden im Untersuchungszeitraum entsorgt:

Landwirtschaft	0,0 m <sup>3</sup> /d
Kompostierung	6,7 m <sup>3</sup> /d
Landschaftsbau	0,0 m <sup>3</sup> /d
Deponie	0,0 m <sup>3</sup> /d
Trocknung	0,0 m <sup>3</sup> /d
Verbrennung	0,0 m <sup>3</sup> /d
Entsorger	0,0 m <sup>3</sup> /d
Sonstiges	0,0 m <sup>3</sup> /d
Summe TS-Fracht entsorgt	6,7 m <sup>3</sup> /d

**Tabelle 23:** Art und Tagesmittelwerte der entsorgten Schlammengen