

Bericht Abwasserreinigung

Musteranlage E+

Betrachtungszeitraum: 01.01.2020 bis 31.12.2020

Erstellt am: 19.03.2021



INHALTSVERZEICHNIS

1	Zusammenfassung	3
1.1	Kläranlagenschema und -grunddaten	3
1.2	Zusammenfassung wesentlicher Anlagenkennzahlen	4
2	Einhaltung der Vorgaben des Wasserrechtsbescheides	6
2.1	Ablaufwerte und Wirkungsgrade der Eigenüberwachung	6
2.2	Wassermengen und Spitzenwassermenge lt. Bescheid	7
2.3	BSB- und CSB-Zulauffrachten	8
2.4	Ablaufkonzentrationen	9
2.5	Wirkungsgrade	11
3	Zulaufwerte	12
3.1	Konzentrationen und Vergleich mit Erfahrungswerten	12
3.2	Verhältniszahlen und Vergleich mit Erfahrungswerten	14
3.3	Häufigkeitsverteilungen der Zulaufwassermenge und -frachten	15
3.4	Angeschlossene Einwohner und Indirekteinleiter	16
3.5	Mehrjahresvergleich der Zulaufwassermengen und -frachten	17
4	Bilanzierung	20
4.1	Gesamtbilanz	20
4.2	Detailbilanz	22
5	Energie	24
5.1	Energiequellen	24
5.2	Elektrischer Energieverbrauch	25
6	Betriebsparameter	28
6.1	Betriebsparameter der Gesamtanlage	28
6.2	Vorklärung und Nachklärung	31
6.3	Belebung	29
6.4	Phosphorentfernung	32
6.5	MÜSE und Eindicker	33
6.6	Faulung	34
6.7	Schlamm entwässerung	35
7	Übernahme, Entsorgung und Verwertung	37

1 Zusammenfassung

1.1 Kläranlagenschema und -grunddaten

Anlagenname	Musteranlage E+
Betreiber	AWV Musterwasser
Adresse	Wiesen 5, 4711 Saubersstadt
Kontaktperson	Dr. Sauber
Jahr der Inbetriebnahme der letzten Ausbaustufe	1992
Ausbaugröße	45.000 EW
Reinigungsziel	CNDP
Angeschlossene Einwohner	22.000 E
Wichtigster Indirekteinleiter (Art)	Fremdenverkehr
Wichtigster Indirekteinleiter (EGW)	10.000 EGW
Zweitwichtigster Indirekteinleiter (Art)	Wäscherei
Zweitwichtigster Indirekteinleiter (EGW)	1.000 EGW
Drittwichtigster Indirekteinleiter (Art)	(Unbekannt)
Drittwichtigster Indirekteinleiter (EGW)	205 EGW

Tabelle 1: Kläranlagengrunddaten

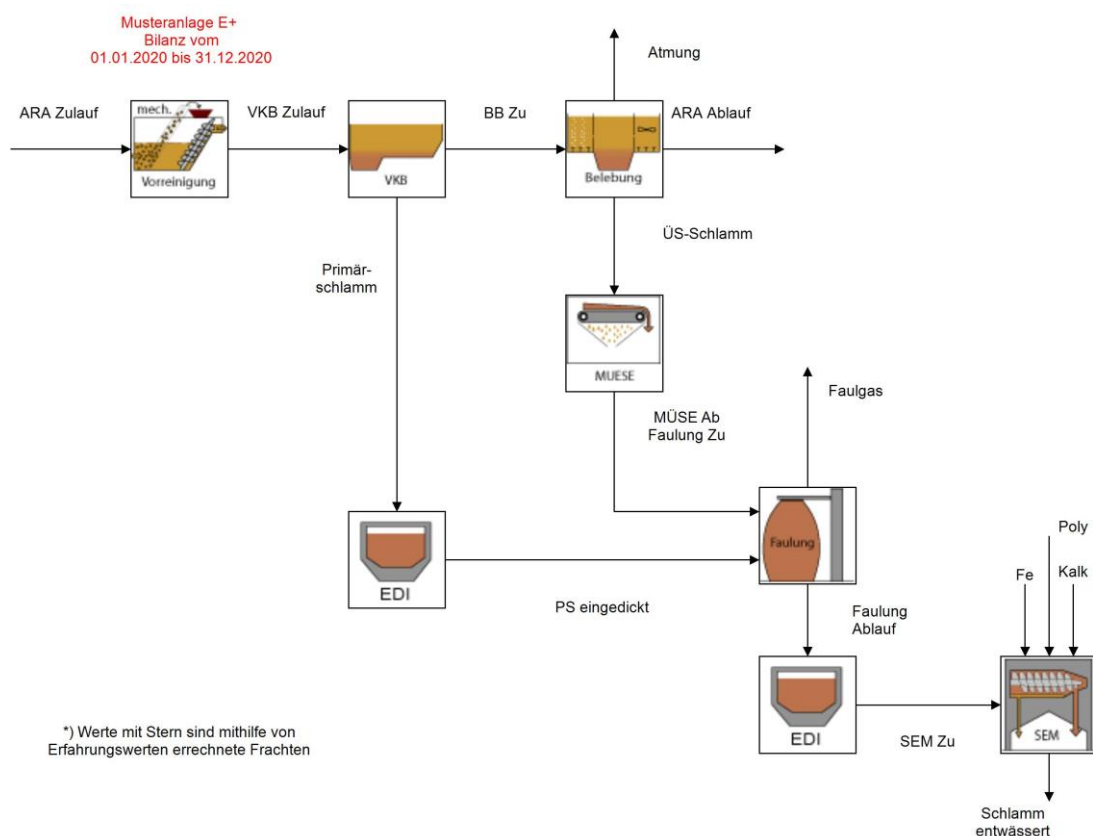


Abbildung 1: Anlagenschema

1.2 Zusammenfassung wesentlicher Anlagenkennzahlen

Die wesentlichsten Kennzahlen werden in den folgenden drei Tabellen in Zulaufkennzahlen, in Kennzahlen des Kläranlagenablaufes und in Kennzahlen, die die Gesamtkläranlage charakterisieren, untergliedert. Die Kennzahlen der Tabelle 2 geben Auskunft über die Plausibilität der Zulaufmengen. 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 Zulaufmengen in etwa den gleichen Wert ergeben beziehungsweise müssen Abweichungen durch charakteristische Indirekteinleiter erklärbar sein.

EW-Ausbau	45.000 E		
Zulaufwassermenge	2.296.882 m³/a		
CSB Zulaufmengen	4.134 kg/d		
Einwohnerwert aus CSB-Zulaufmengen-EW ₁₂₀	34.447 E		
Einwohnerwert aus BSB-Zulaufmengen-EW ₆₀	34.204 E		
Einwohnerwert aus Ges.N-Zulaufmengen-EW ₁₁	27.293 E		
Einwohnerwert aus Ges.P-Zulaufmengen-EW _{1,7}	34.261 E		
		Orientierungsbereich *	
Ges.P/CSB	0,014 -	0,007	0,021
Ges.N/CSB	0,07 -	0,050	0,140
BSB/CSB	0,51 -	0,250	0,750
organische Auslastung	107 %		
mittlere hydraulische Belastung	72 %		

Tabelle 2: Kennzahlen Kläranlagenzulauf

*Die im Bericht angegebenen Orientierungsbereiche setzen sich aus Erfahrungswerten des Institutes für Wassergüte der TU-Wien und aus Auswertungen des ÖWAV Kläranlagen-Benchmarkings zusammen.

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 Orientierungsbereich verglichen werden. Zusätzlich muss jedoch auf die Einhaltung des Wasserrechtsbescheides (vergleiche Kapitel 2) geachtet werden.

		Orientierungsbereich	
		1,0	2,5
Leistungskennwert	1,9		
CSB Ablaufkonzentration	30 mg/l	20,0	40,0
TOC Ablaufkonzentration	- mg/l	7,0	15,0
BSB Ablaufkonzentration	5,7 mg/l	3,0	10,0
NH ₄ -N Ablaufkonzentration	2,6 mg/l	0,5	3,0
NO ₃ -N Ablaufkonzentration	6,3 mg/l	2,0	8,0
Ges.N Ablaufkonzentration	10,8 mg/l	3,0	10,0
PO ₄ -P Ablaufkonzentration	5,4 mg/l	0,1	0,7
Ges.P Ablaufkonzentration	0,7 mg/l	0,2	1,0

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 spezifische Energieverbrauch und die je Einwohnerwert anfallende Schlammmenge von besonderem Interesse.

		Orientierungsbereich	
		94	97
Wirkungsgrad CSB	95 %		
Wirkungsgrad BSB	98 %	97	99
Wirkungsgrad Ges.N	78 %	75	91
Wirkungsgrad Ges.P	92 %	80	95
spez. Energieverbrauch	28,8 kWh/EW _{120/a}	20	50
spez. Faulgasanfall je EW ₁₂₀	20 l/EW _{120(Faulung)/d}	15	22
spez. TS-Fracht Faulschlamm	41 g TS/EW _{120(Faulung)/d}	35	60
spez. oTS-Fracht Faulschlamm	21 g oTS/EW _{120(Faulung)/d}	20	30
Schlamm entwässert	1.963 t/a		
TS-Schlamm entwässert	21 %		

Tabelle 4: Schlüsselkennzahlen der Gesamtkläranlage

2 Einhaltung der Vorgaben des Wasserrechtsbescheides

2.1 Ablaufwerte und Wirkungsgrade der Eigenüberwachung

Parameter		IST	SOLL	Eingehalten
Mindestmesshäufigkeiten gemäß AEVKA	BSB ₅ Zulauf	366	52	Ja
	BSB ₅ Ablauf	366	52	Ja
	CSB Zulauf	366	104	Ja
	CSB Ablauf	366	104	Ja
	NH ₄ -N Ablauf	366	156	Ja
	Ges.N Zulauf	366	26	Ja
	Ges.N Ablauf	366	26	Ja
	Ges.P Ablauf	366	104	Ja
Parameter		Jahresmittelwert [mg/l]	Grenzwert [mg/l]	Eingehalten
Vergleich der Jahresmittelwerte mit den Ablaufgrenzwerten laut Bescheid	BSB ₅ Ablauf	6	20	nicht relevant
	CSB Ablauf	30	75	nicht relevant
	NH ₄ -N Ablauf	2,6	5,0	
	Ges.P Ablauf	0,7	1,0	Ja
Parameter		Anzahl der Überschreitungen	Zulässige	Eingehalten
Überschreitungs- häufigkeiten der Ablaufkonzentration (Anl.B der AEVKA)	BSB ₅ Ablauf	0	25	Ja
	CSB Ablauf	0	25	Ja
	NH ₄ -N Ablauf	11	25	Ja
Parameter		Anzahl der Überschreitungen >100 %	Grenzwert *2 [mg/l]	Eingehalten
Überschreitungen >100 % gem. Anl. A, Z.2.2 bzw. §4(2) der AEVKA	BSB ₅ Ablauf	0	40	Ja
	CSB Ablauf	0	150	Ja
	NH ₄ -N Ablauf	0	10	Ja
	Ges.P Ablauf	0	2	Ja
Parameter		Messwert	Grenzwert	Eingehalten
Mindestwirkungsgrade gemäß Bescheid	BSB ₅ Abbau	98 %	95 %	Ja
	CSB Abbau	95 %	85 %	Ja
	Ges.N Abbau	83 %	70 %	Ja

Tabelle 5: Einhaltung der Messhäufigkeiten, Grenzwerte und Wirkungsgrade

AEVKA = 1. Abwasseremissionsverordnung für kommunales Abwasser

2.2 Wassermengen und Spitzenwassermenge lt. Bescheid

In Abbildung 2 sind die Zu- und/oder Ablaufwassermenge in m^3/d der Bemessungwassermenge bei Trockenwetter gegenübergestellt. Der Median der Zulaufwassermenge entspricht dem Trockenwetterzufluss und darf nicht höher sein als die Bemessungswassermenge.

Median der Zulaufwassermenge = $5.554 \text{ m}^3/\text{d}$

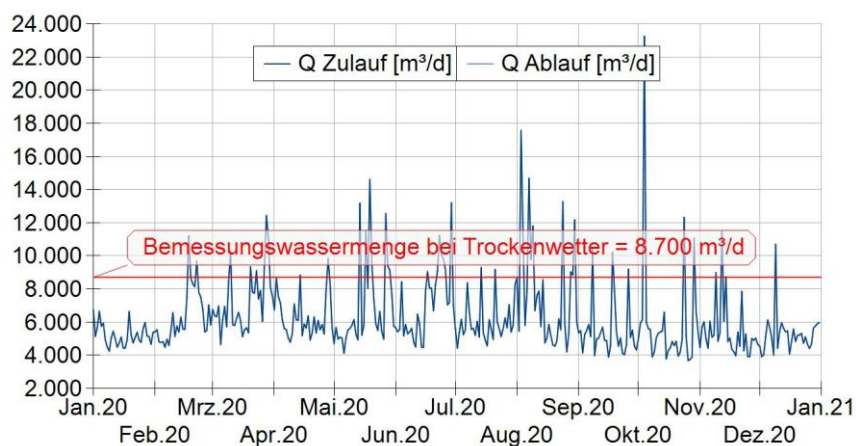


Abbildung 2: Zu- und Ablaufwassermengen

Die maximale und minimale Zulaufwassermenge sind in Abbildung 3 dargestellt, wobei vor allem die maximale Zulaufwassermenge in Bezug auf die maximale Bemessungswassermenge von Interesse ist.

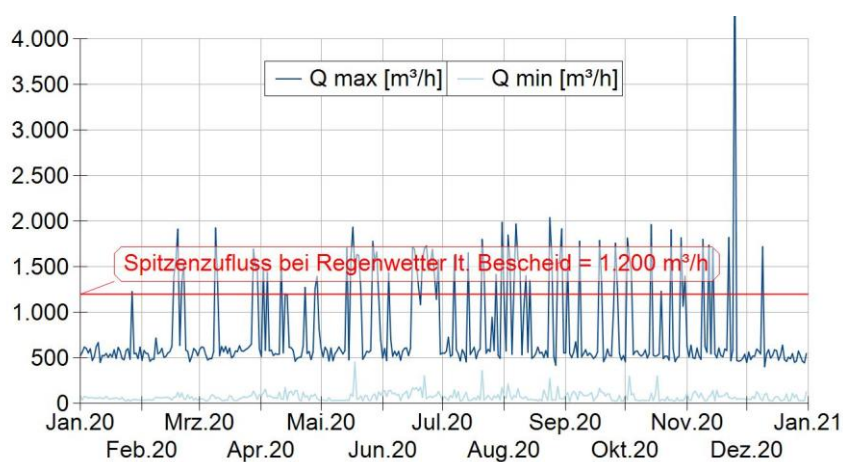


Abbildung 3: Maximale und minimale Zulaufwassermenge

2.3 BSB- und CSB-Zulaufsrachten

Gemäß Wasserrechtsbescheid ist die maximale Zulaufschmutzfracht (entweder als maximales Wochenmittel oder als maximaler 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.

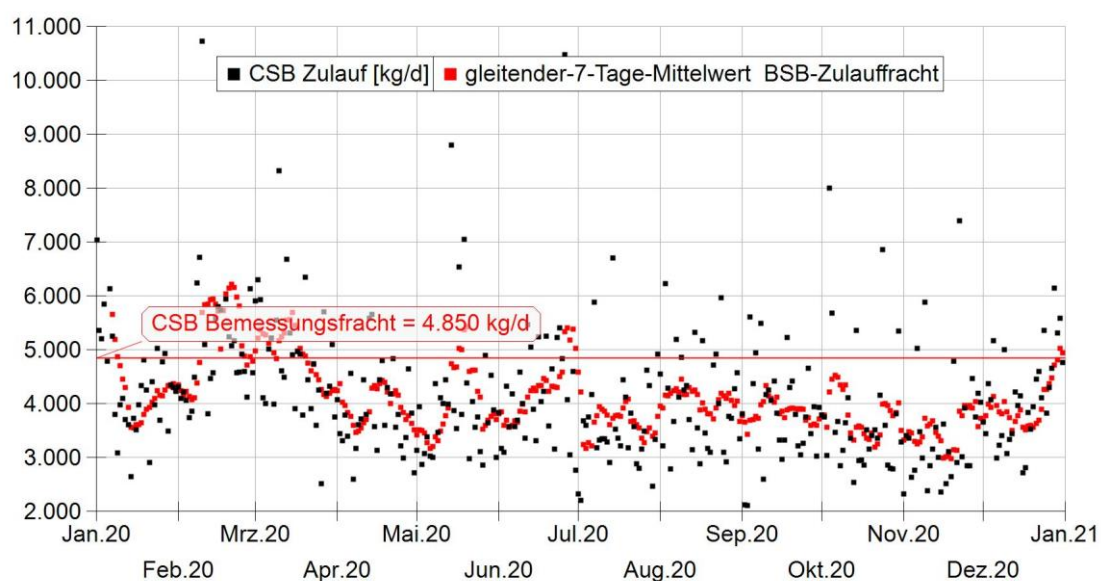


Abbildung 4: BSB₅- und CSB-Zulaufsrachten (inklusive gleitendem Mittelwert)

2.4 Ablaufkonzentrationen

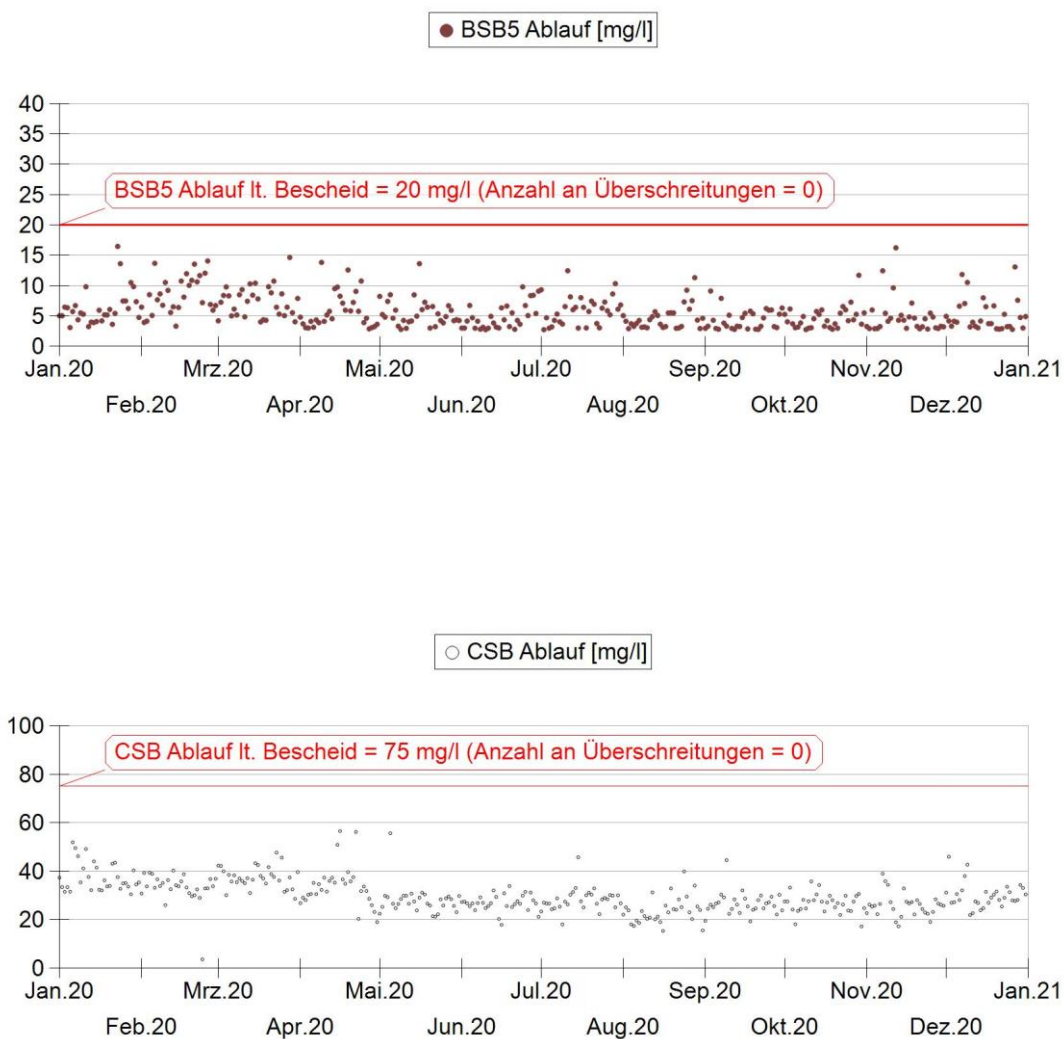


Abbildung 5: BSB₅- und CSB-Ablaufkonzentration

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

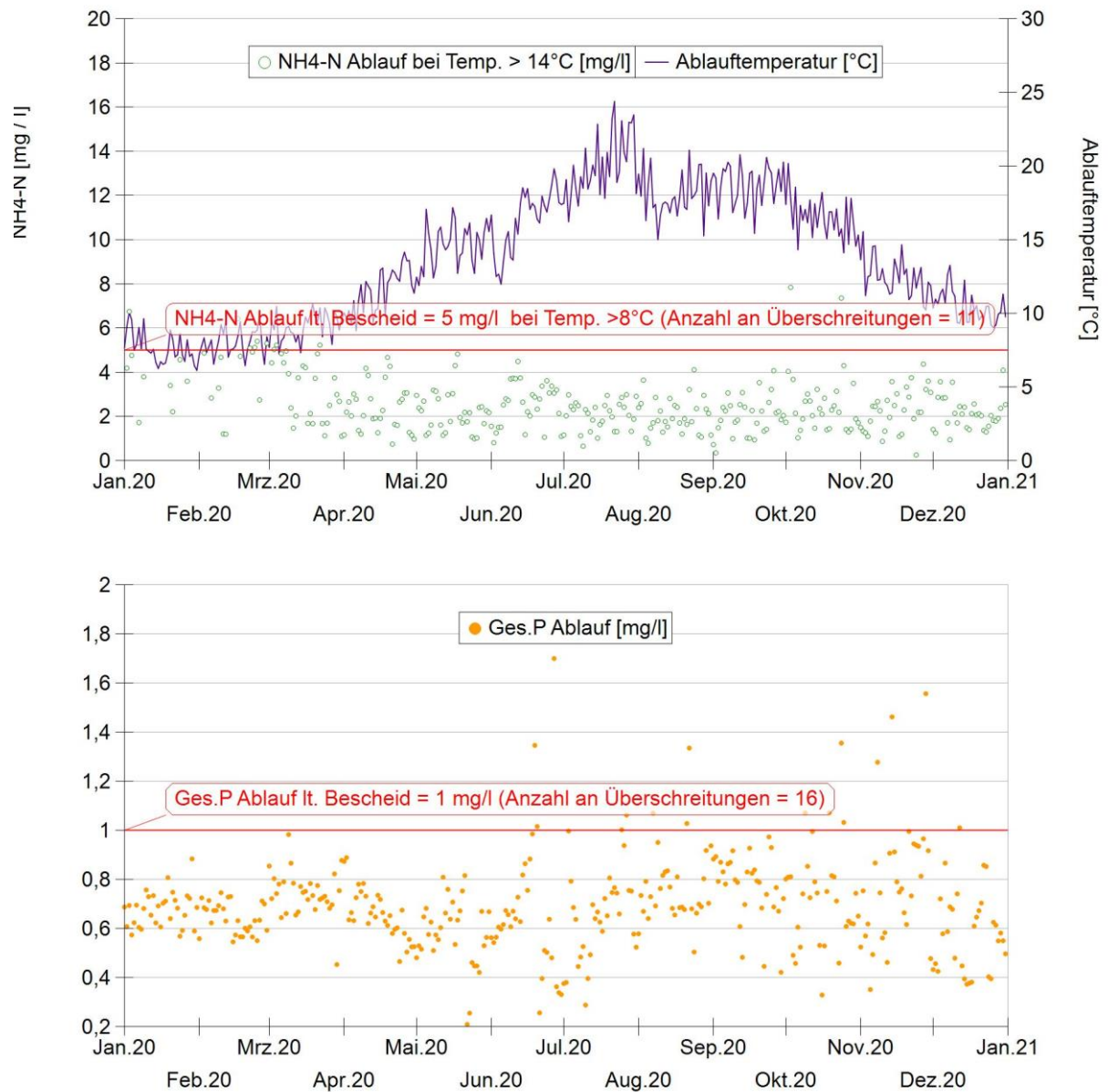


Abbildung 6: Ablaufkonzentration der Nährstoffe (Stickstoff und Phosphor)

2.5 Wirkungsgrade

Für die Beurteilung der Einhaltung des Wasserrechtsbescheides sind auch die Wirkungsgrade von CSB, BSB und Gesamtstickstoff von Interesse. Im Diagramm des Gesamtstickstoff-Wirkungsgrades wurde zusätzlich die Ablauftemperatur und der Temperaturgrenzwert eingezeichnet.

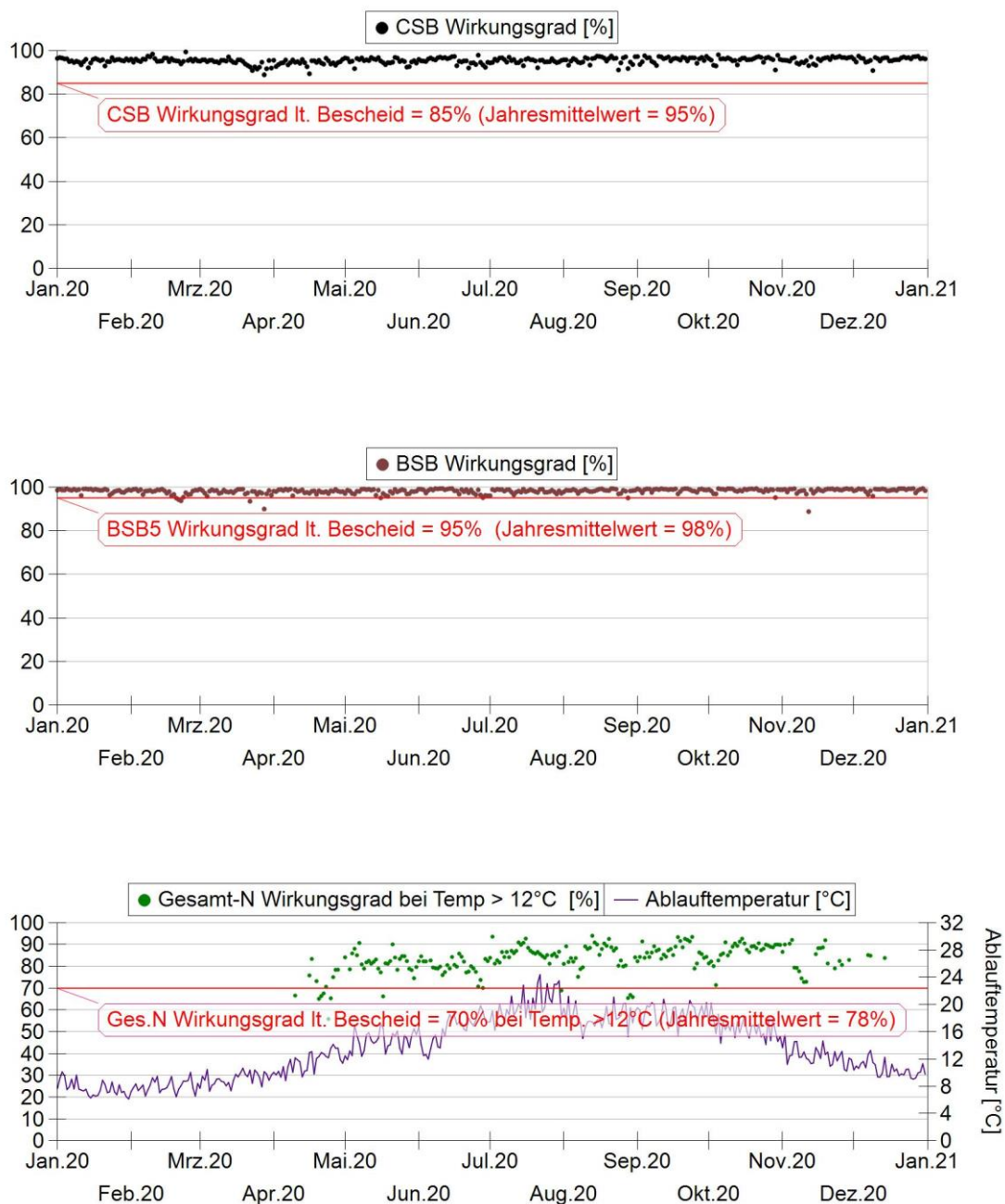


Abbildung 7: Wirkungsgrade von CSB, BSB und Ges.N

3 Zulaufwerte

3.1 Konzentrationen und Vergleich mit Erfahrungswerten

Bei typisch kommunalem Kläranlagenzulauf und einer einwohnerspezifischen Zulaufwassermenge zwischen 150 und 280 Liter je Tag errechnen sich folgende zu erwartende Orientierungsbereiche. Je Einwohnerwert und Tag wurde dabei mit einer Fracht von 120 g CSB, 60 g BSB, 11 g Ges.N, 6,5 g $\text{NH}_4\text{-N}$ und 1,7 g Ges.P gerechnet:

	Messwert	Orientierungsbereich
CSB im Zulauf	689 mg/l	430 800
BSB im Zulauf	346 mg/l	200 400
Ges.N im Zulauf	49,6 mg/l	40 70
$\text{NH}_4\text{-N}$ im Zulauf	33,1 mg/l	20 45
Ges.P im Zulauf	9,7 mg/l	6 11

Tabelle 6: Jahresmittelwerte im Zulauf zur Kläranlage verglichen mit Erfahrungswerten

Weicht die tägliche Abwassermenge vom einwohnerspezifischen Wert (150 bis 280 l/E) ab, können die Zulaufkonzentrationen deutlich vom erwarteten Konzentrationsbereich abweichen. Ebenso können Indirekteinleiter zu abweichenden Zulaufkonzentrationen führen.

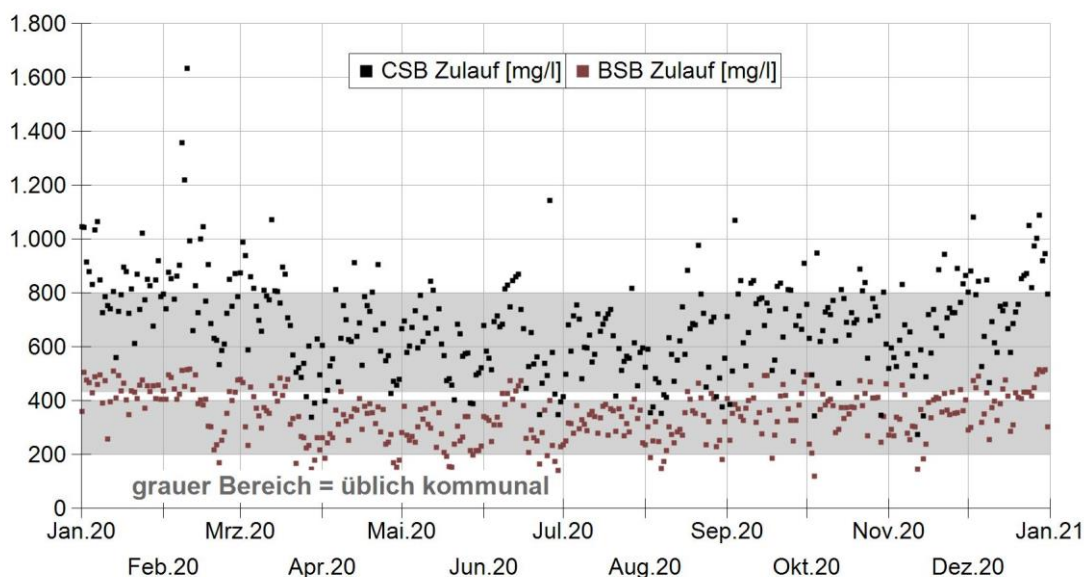


Abbildung 8: CSB und BSB Zulaufkonzentration

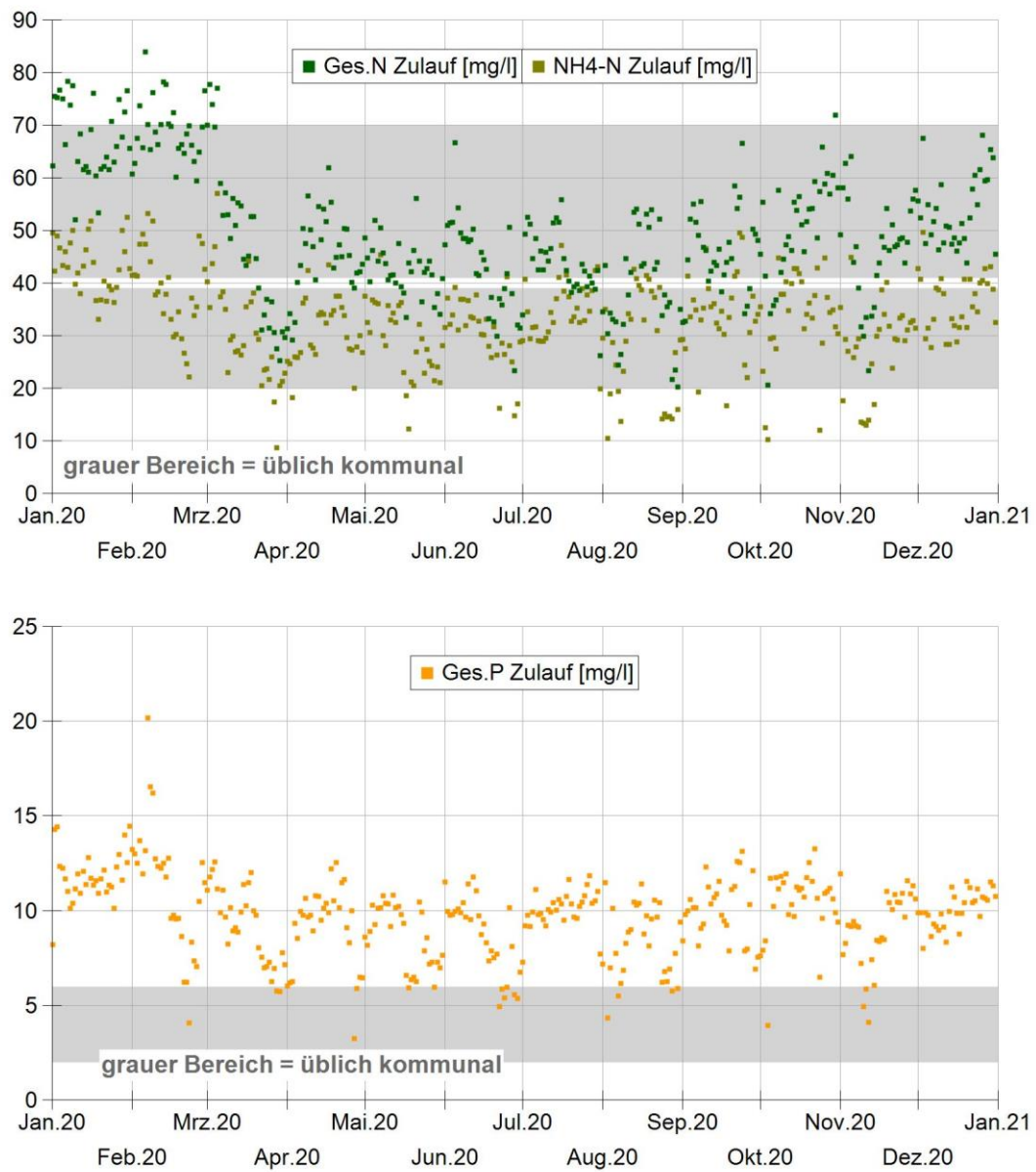


Abbildung 9: Ges.N, NH₄-N und Ges.P Zulaufkonzentration

3.2 Verhältniszahlen und Vergleich mit Erfahrungswerten

Auch bei „untypischen“ Wassermengen liegen die Verhältniszahlen der Zulaufkonzentrationen in einem Orientierungsbereich, der in Tabelle 2 beschrieben wurde. Die folgende Abbildung zeigt BSB, Ges.N und Ges.P jeweils bezogen auf CSB.

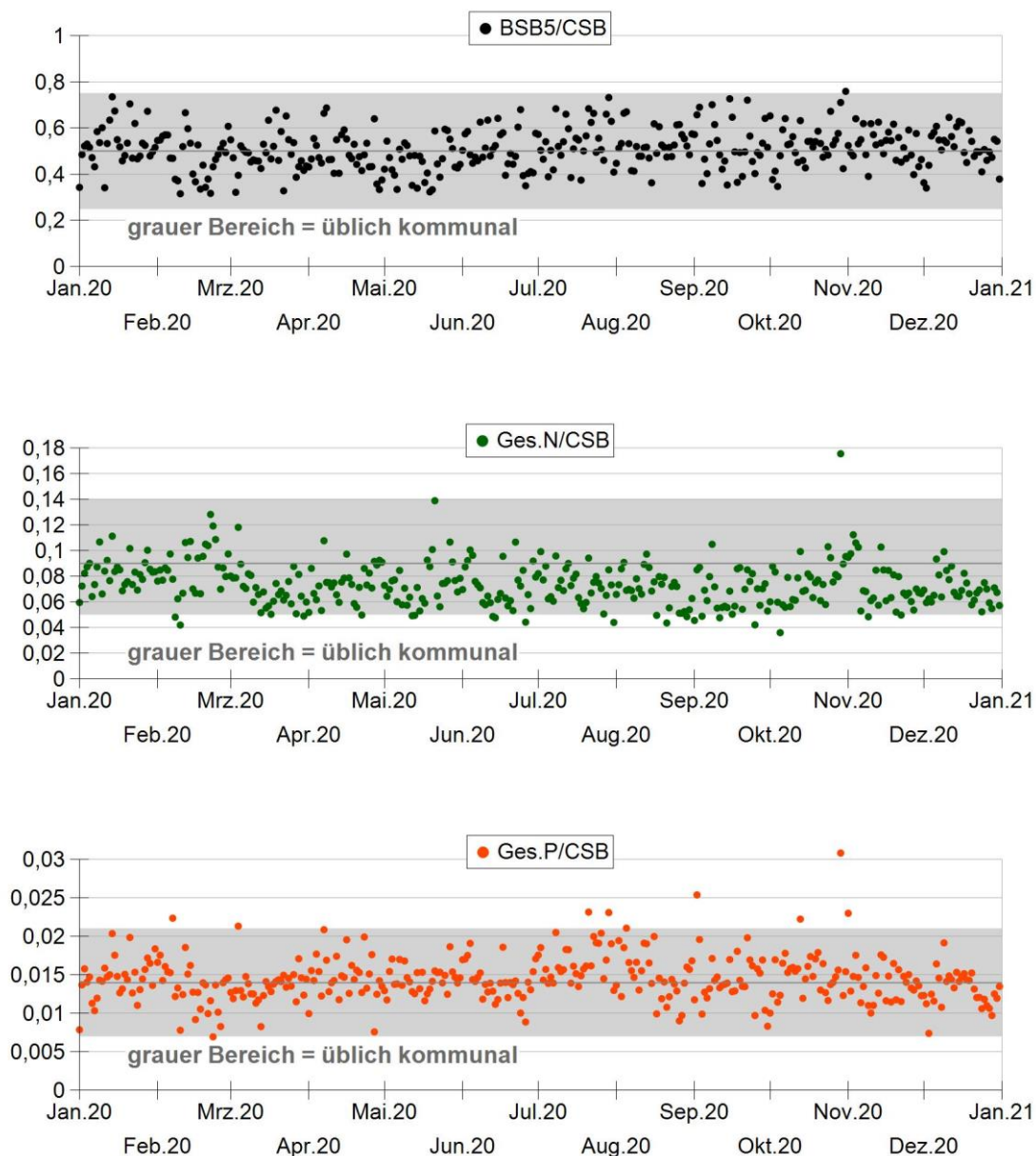


Abbildung 10: Verhältniszahlen der Zulaufkonzentrationen

3.3 Häufigkeitsverteilungen der Zulaufwassermenge und -frachten

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

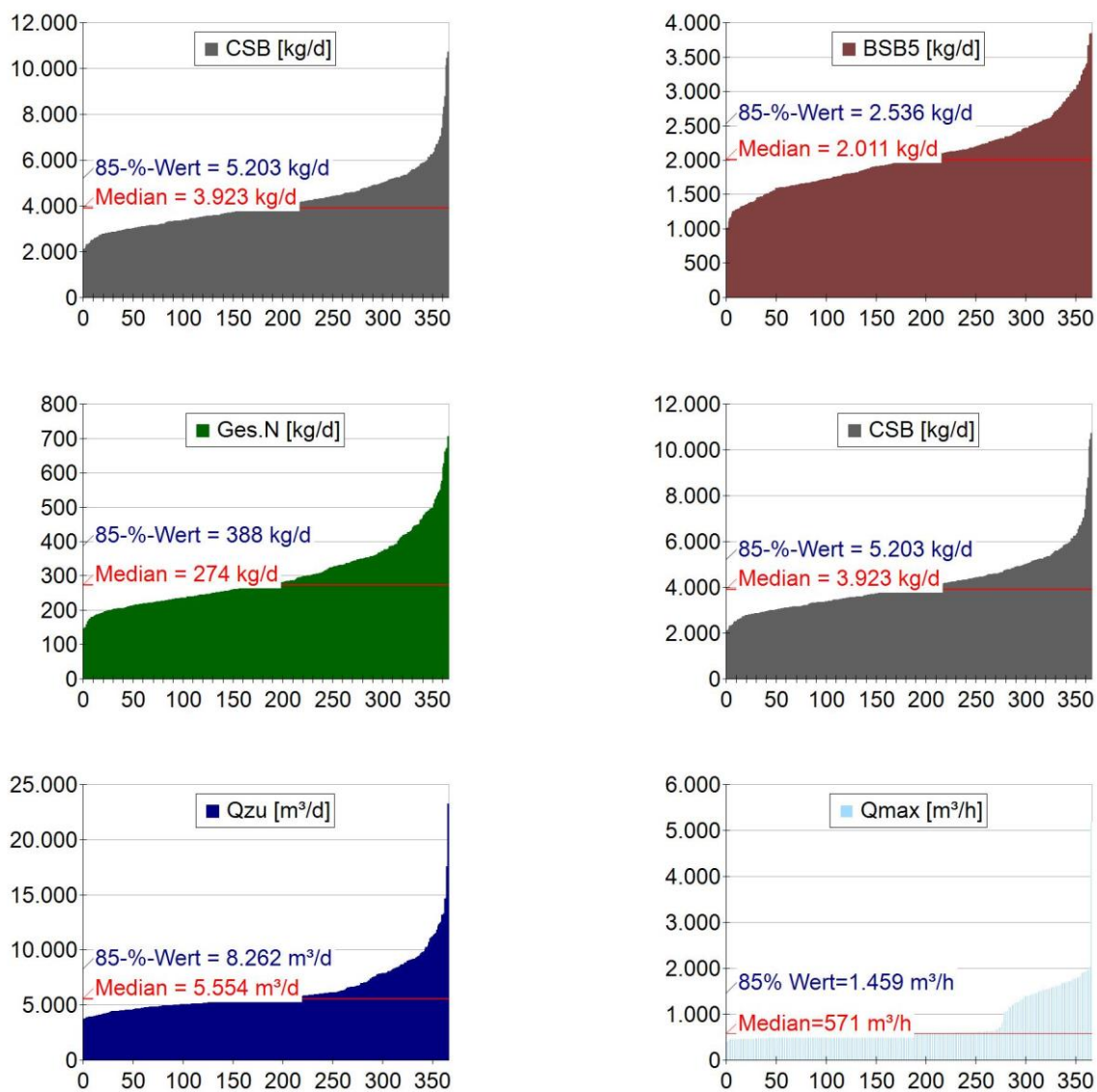


Abbildung 11: Häufigkeitsverteilung, Median und 85%-Wert der Wassermengen und Zulauffrachten

3.4 Angeschlossene Einwohner und Indirekteinleiter

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

Ausbaugröße	45.000 EW-Ausbau
Angeschlossene Einwohner	22.000 E
Wichtigster Indirekteinleiter (Art)	Fremdenverkehr
Wichtigster Indirekteinleiter (EGW)	10.000 EGW
Zweitwichtigster Indirekteinleiter (Art)	Wäscherei
Zweitwichtigster Indirekteinleiter (EGW)	1.000 EGW
Drittwichtigster Indirekteinleiter (Art)	(Unbekannt)
Drittwichtigster Indirekteinleiter (EGW)	205 EGW
Einwohnerwert aus CSB-Zulauftracht-EW₁₂₀	34.447 E
Einwohnerwert aus BSB-Zulauftracht-EW ₆₀	34.204 E
Einwohnerwert aus Ges.N-Zulauftracht-EW ₁₁	27.293 E
Einwohnerwert aus Ges.P-Zulauftracht-EW _{1,7}	34.261 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 Indirekteinleitern erklärbar sein.

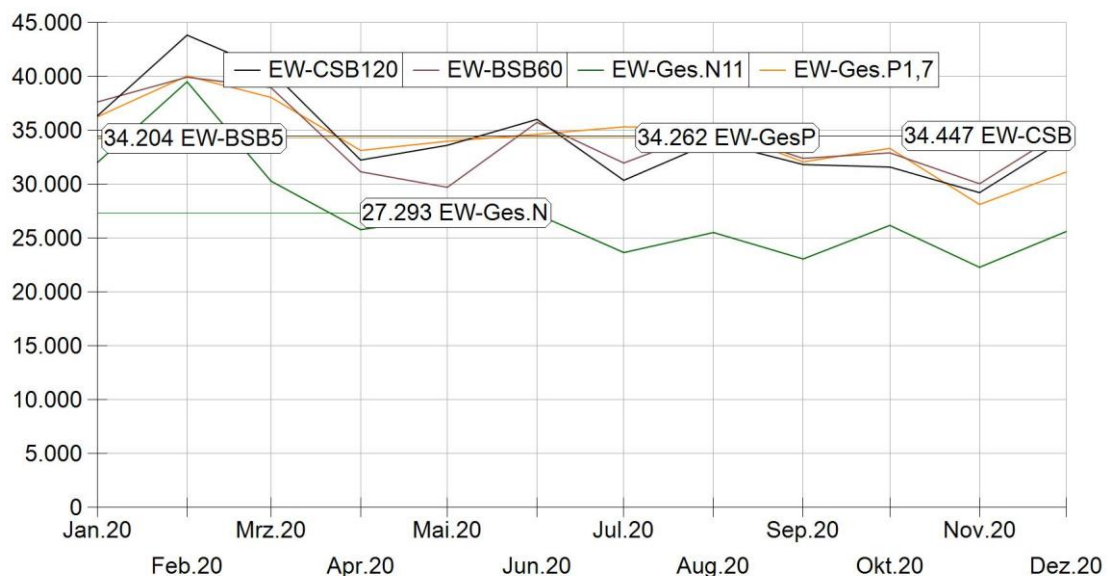


Abbildung 12: Zulauftrachten umgerechnet in Einwohnerwerte (Monatsmittelwerte)

3.5 Mehrjahresvergleich der Zulaufwassermengen und -frachten

Den folgenden Diagrammen können die durchschnittlichen Tageszulaufwassermengen, der Spitzenzufluss Biologie, 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.

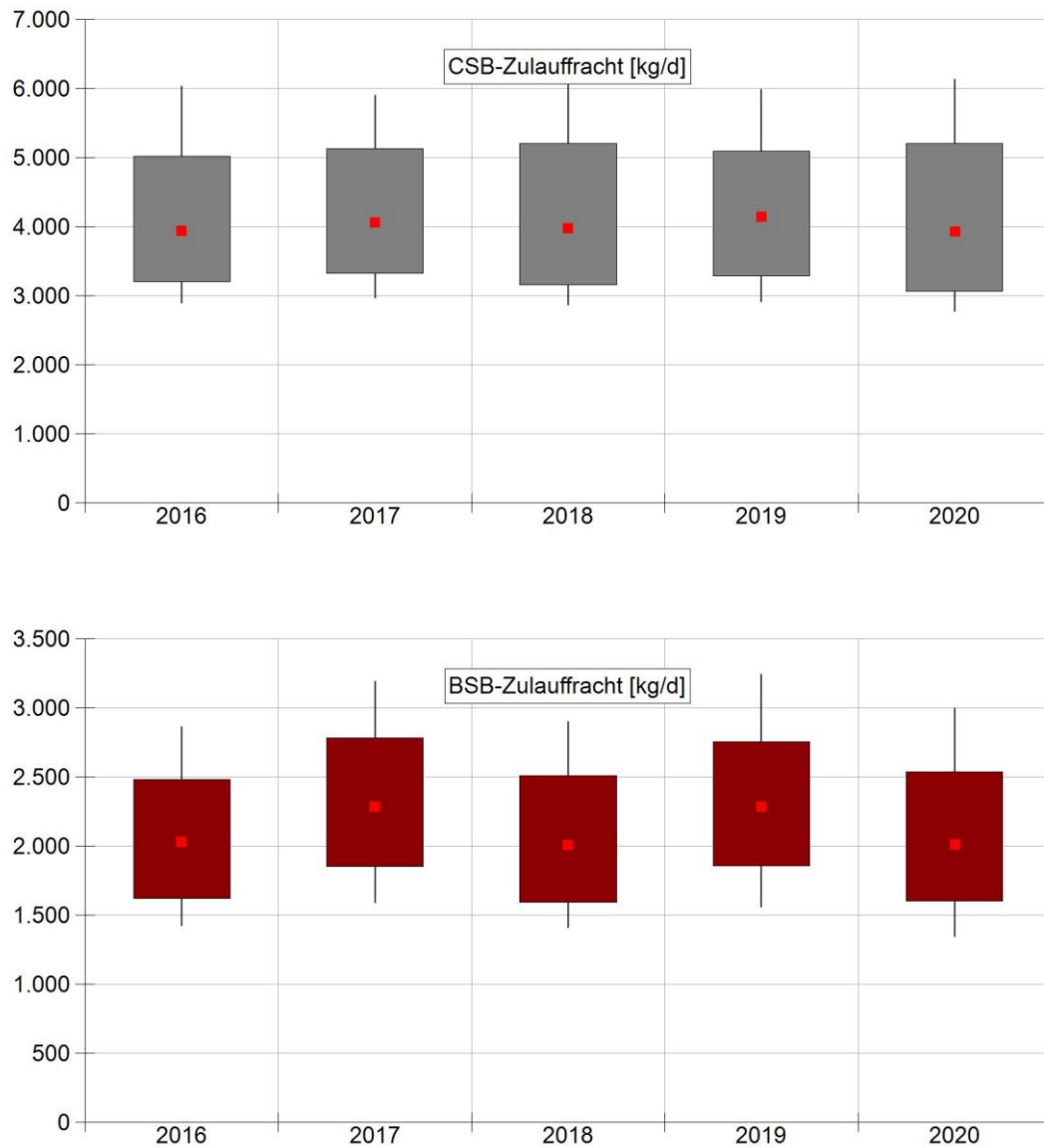


Abbildung 14: CSB und BSB₅-Zulauffrachten im Mehrjahresvergleich

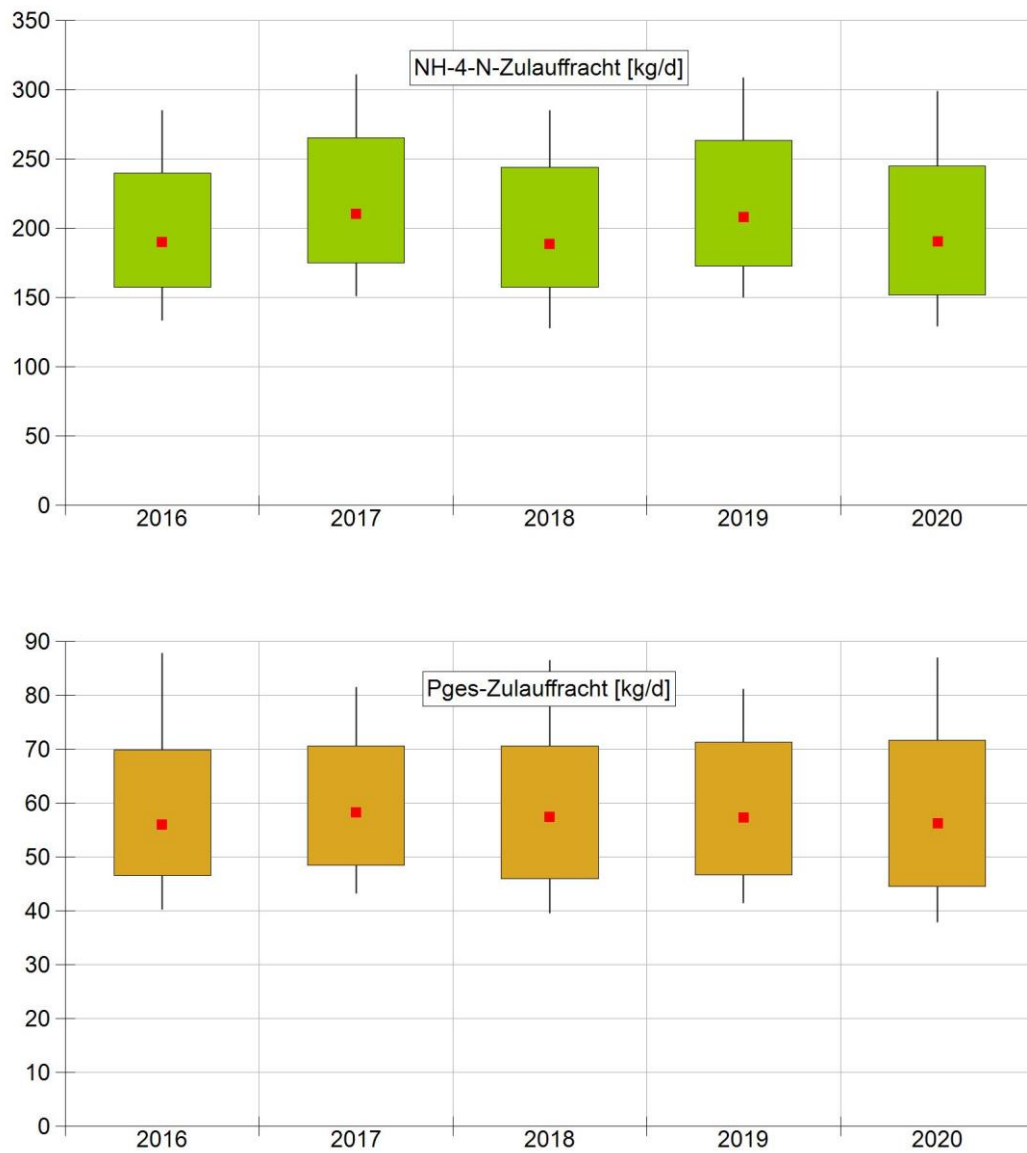
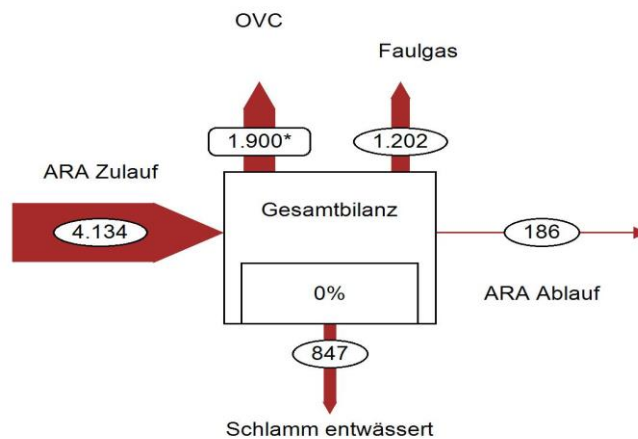


Abbildung 15: Nährstoffzulaufrechten im Mehrjahresvergleich

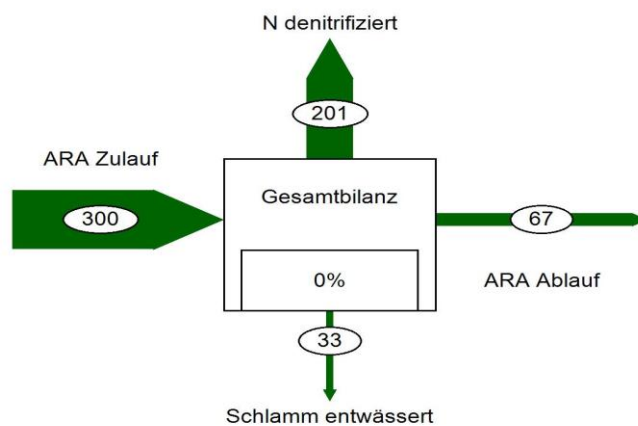
4 Bilanzierung

4.1 Gesamtbilanz

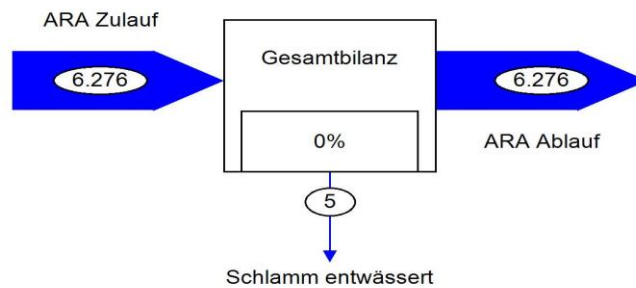
Neben dem Vergleich von Mess- und Erfahrungswerten spielt die Stoffflussanalyse von CSB, Stickstoff und Phosphor (= Bilanzierung) eine wesentliche Rolle bei der Überprüfung der Plausibilität von Kläranlagenbetriebsdaten.



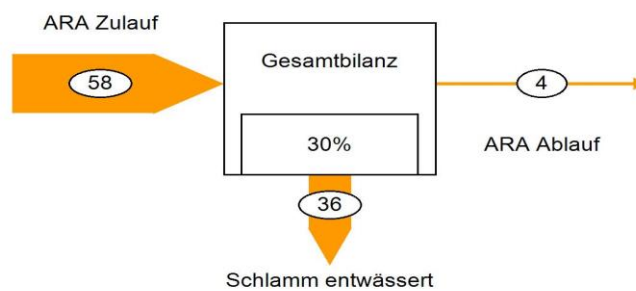
CSB-Bilanz



Stickstoffbilanz



Wassermengenbilanz



Phosphorbilanz

Abbildung 16: CSB-, Stickstoff-, Phosphor- und Wassermengenbilanz der Gesamtkläranlage

Bei den Bilanzen um die Gesamtkläranlage (vergleiche Abbildung 16) werden die Zu- und Abauffrachten 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 Klärschlammengen, 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 Kläranlagenzulaufs minus Kläranlagenablauf und Stickstoff im Schlamm berechnet ($\text{Ges. } N_{\text{Luft}} = \text{Ges. } N_{\text{Zu}} - \text{Ges. } N_{\text{Ab}} - \text{Ges. } N_{\text{Schlamm}}$).

Die CSB-Fracht, welche gasförmig (Pfeil nach oben) die Kläranlage verlässt, kann aus der denitrifizierten Stickstofffracht und der eingesetzten Belüftungsenergie abgeschätzt werden.

4.2 Detailbilanz

Abbildung 17 zeigt die Detailbilanz der Wassermengen für die einzelnen Kläranlagenmodule.

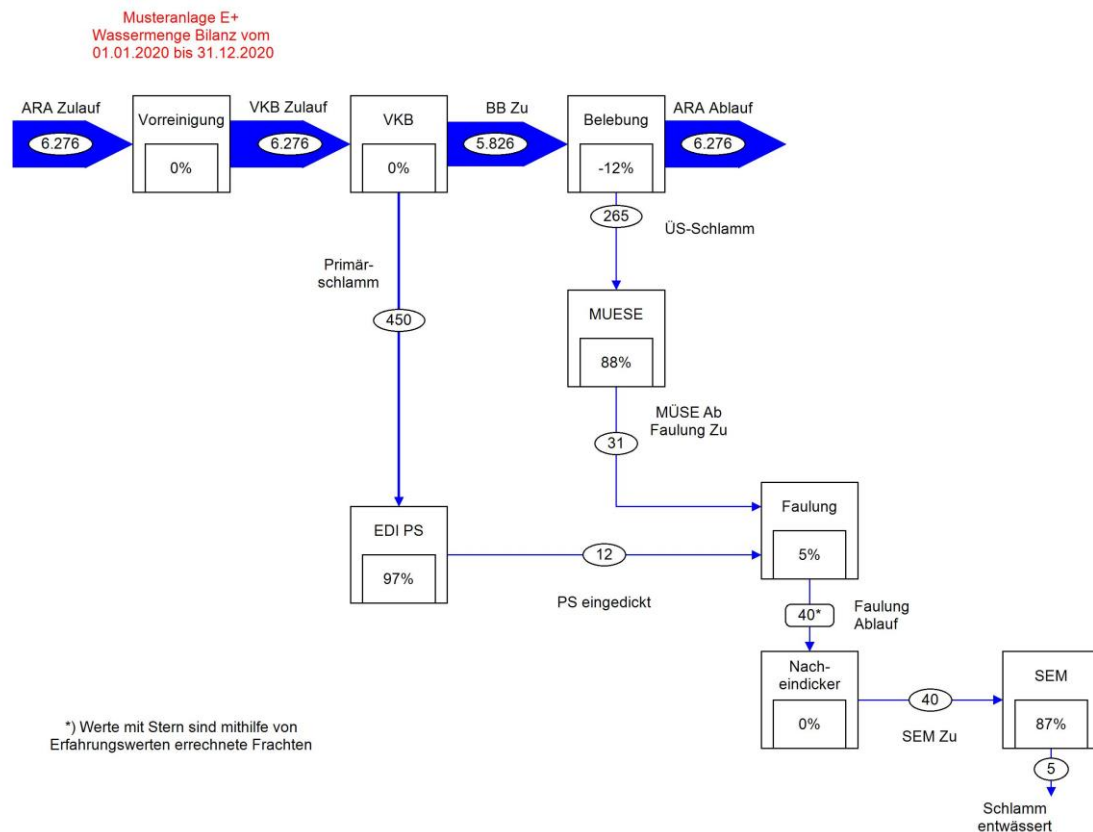


Abbildung 17: Wassermengen-Detailbilanz

Vor allem bei den Bilanzparametern TS und CSB gibt eine Detailbilanz (vergleiche **Abbildung 18** und **Abbildung 19**) um die einzelnen Kläranlagenmodule Auskunft über mögliche Messungenauigkeiten bzw. analytische Probleme.

Musteranlage E+
Trockensubstanz Bilanz vom
01.01.2020 bis 31.12.2020

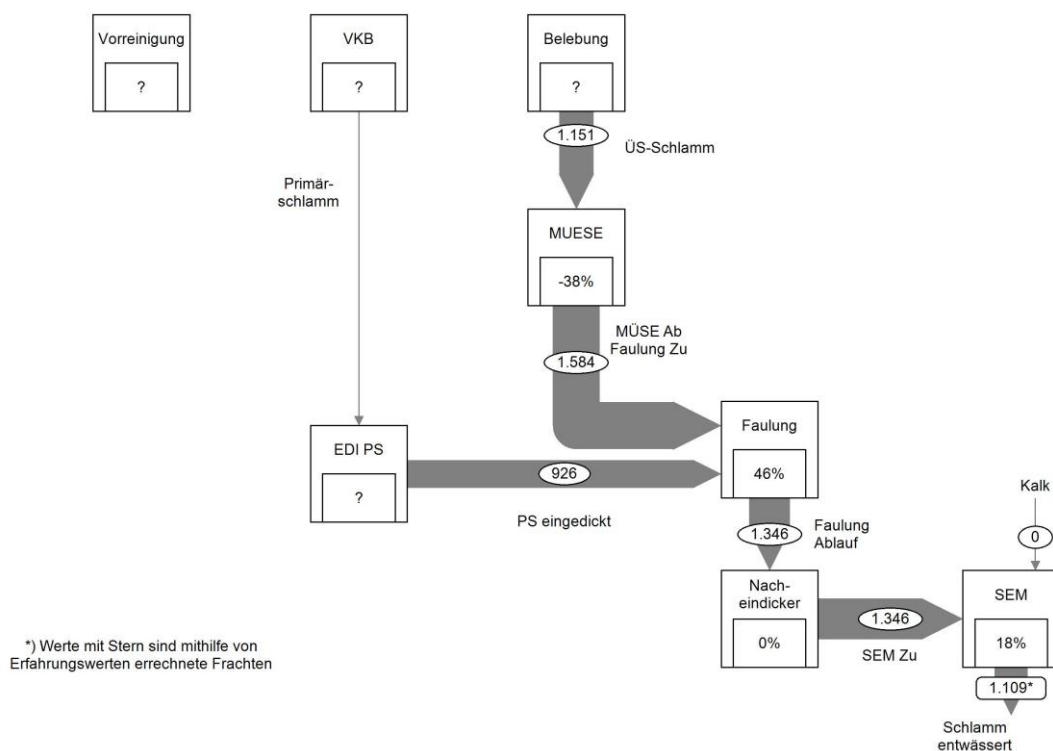


Abbildung 18: TS-Detailbilanz

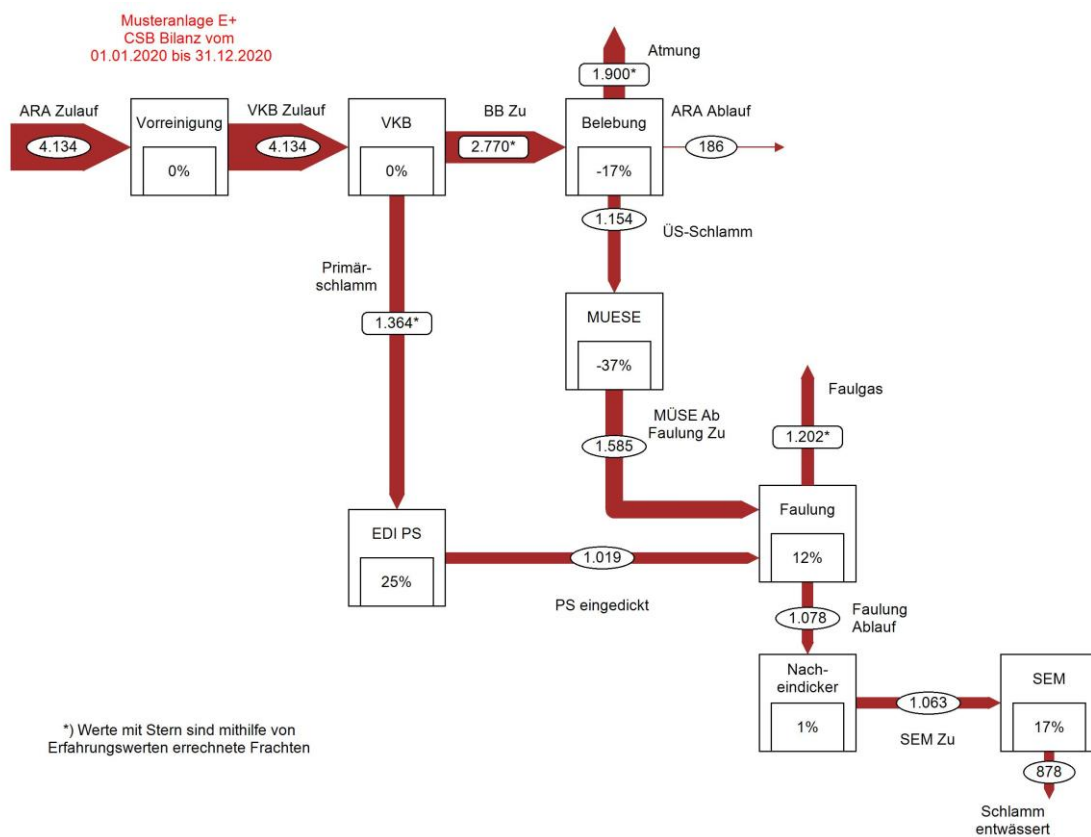


Abbildung 19: CSB-Detailbilanz

5 Energie

Für die Charakterisierung des Energiehaushaltes der Kläranlage ist es hilfreich, die Energiequellen einerseits und die einzelnen Energieverbraucher(gruppen) andererseits aufzugliedern. Die auf der Kläranlage zum Einsatz kommenden Energiequellen dienen sowohl zur Abdeckung des elektrischen Energieverbrauches als auch um den Wärmebedarf der Kläranlage (z.B.: Gebäudeheizung) sicherstellen zu können.

5.1 Energiequellen

In der folgenden Tabelle sind die eingesetzten Energieträger zusammengefasst. Alternative Energieträger wie Photovoltaik oder Windrad sind separat anzuführen. Die dem BHKW zugeführte Energie (letzte Zeile) dient zur Berechnung des elektrischen Wirkungsgrades des BHKWs (vergleiche Kapitel 5.2).

Energiequellen/-verbrauch	Menge	Energieinhalt
Faulgas Gesamt	658 m³/d	4.203 kWh/d
Faulgas BHKW	657 m³/d	4.195 kWh/d
Faulgas Gebläse direkt	0 m³/d	- kWh/d
Faulgas Heizung	13 m³/d	84 kWh/d
Faulgas Fackel	0 m³/d	1 kWh/d
Erdgas gesamt	0 m³/d	0 kWh/d
Erdgas BHKW	0 m³/d	- kWh/d
Erdgas Gasmotor	0 m³/d	- kWh/d
Erdgas Heizung	0 m³/d	- kWh/d
Flüssiggas Gesamt	0 m³/d	- kWh/d
Flüssiggas Heizung	0 m³/d	- kWh/d
Heizöl Gesamt	0 l/d	0 kWh/d
Summe BHKW	240.944 m³/d	4.195 kWh/d

Tabelle 8: Zusammenstellung der Energiequellen

5.2 Elektrischer Energieverbrauch

In Tabelle 9 wurden die je Monat eingekaufte, erzeugte und ans EVU gelieferte Menge an elektrischer Energie zusammengefasst. Der elektrische Energieverbrauch der Kläranlage errechnet sich aus dem elektrischen Energiezukauf zuzüglich der erzeugten elektrischen Energie abzüglich der ins Netz gelieferten elektrischen Energie.

	Energie- zukauf	Energie- erzeugung	Energie- lieferung	Energieverbrauch
Jänner	44.465	45.956	4.521	90.421 kWh/Monat
Februar	43.587	41.117	4.235	84.704 kWh/Monat
März	46.104	43.618	4.486	89.722 kWh/Monat
April	40.895	44.782	4.284	85.677 kWh/Monat
Mai	47.084	35.950	4.152	83.034 kWh/Monat
Juni	47.094	30.930	3.901	78.024 kWh/Monat
Juli	48.916	34.507	4.171	83.422 kWh/Monat
August	48.084	35.906	4.199	83.989 kWh/Monat
September	46.264	31.422	3.884	77.686 kWh/Monat
Oktober	49.321	31.967	4.064	81.288 kWh/Monat
November	44.392	30.406	3.740	74.798 kWh/Monat
Dezember	45.041	32.776	3.891	77.818 kWh/Monat
Summe	551.246	439.336	49.529	990.583 kWh/Jahr

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

Mit Hilfe des Gesamtenergieverbrauchs in Tabelle 9 wurde der einwohnerwertspezifische Energieverbrauch der Gesamtanlage auf Basis der BSB- und CSB-Zulaufmengen berechnet.

spez. Energieverbrauch = Energieverbrauch/Einwohnerwert		
spez. Energieverbrauch EW_{60} :	29,0	kWh/ EW_{60}/a
spez. Energieverbrauch EW_{120} :	28,8	kWh/ EW_{120}/a

Tabelle 10: Berechnung des spez. elektrischen Energieverbrauchs

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

			Orientierungsbereich	
Kläranlage Gesamt	28,8	kWh/EW_{120/a}	20,0	50,0
1. Zulaufpumpwerk und mechanische Vorreinigung	3,5	kWh/EW_{120/a}	2,5	5,5
1.1 Zulaufpumpwerk	2,9	kWh/EW _{120/a}	1,5	3,5
1.2 Rechen/Sandfang	0,6	kWh/EW _{120/a}	0,5	2,0
2. Mechanisch-biologische Abwasserreinigung	20,9	kWh/EW_{120/a}	14,5	33,0
2.1 Belüftung	11,4	kWh/EW _{120/a}	11,5	22,0
2.2 Rührwerk	3,7	kWh/EW _{120/a}	1,5	4,5
2.3 RS-Pumpen	5,3	kWh/EW _{120/a}	1,0	4,5
2.4 Sonstige (VKB, NKB, ...)	0,3	kWh/EW _{120/a}	0,5	2,0
3. Schlammbehandlung	2,9	kWh/EW_{120/a}	2,0	7,0
3.1 MÜSE	0,6	kWh/EW _{120/a}	0,5	1,0
3.2 Faulung	1,4	kWh/EW _{120/a}	1,0	2,5
3.3 Schlamm entwässerung	0,9	kWh/EW _{120/a}	0,5	3,5
4. Infrastruktur	2,2	kWh/EW_{120/a}	1,0	4,5

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	44	%	0	100
spez. Rührenergie	4,1	W/m ³	1	2,5
belastungsspez. Energieverbrauch der Belebung	0,7	kWh/kg _{CSB Biologie Zu}	0,3	0,6
elektrischer Wirkungsgrad BHKW	27	%	24	38

Tabelle 12: Sonstige elektrische Energiekennzahlen

Abbildung 20 und Abbildung 21 geben einen Überblick über den Verlauf des Energieverbrauches der Gesamtanlage sowie der Biologie im Berichtszeitraum.

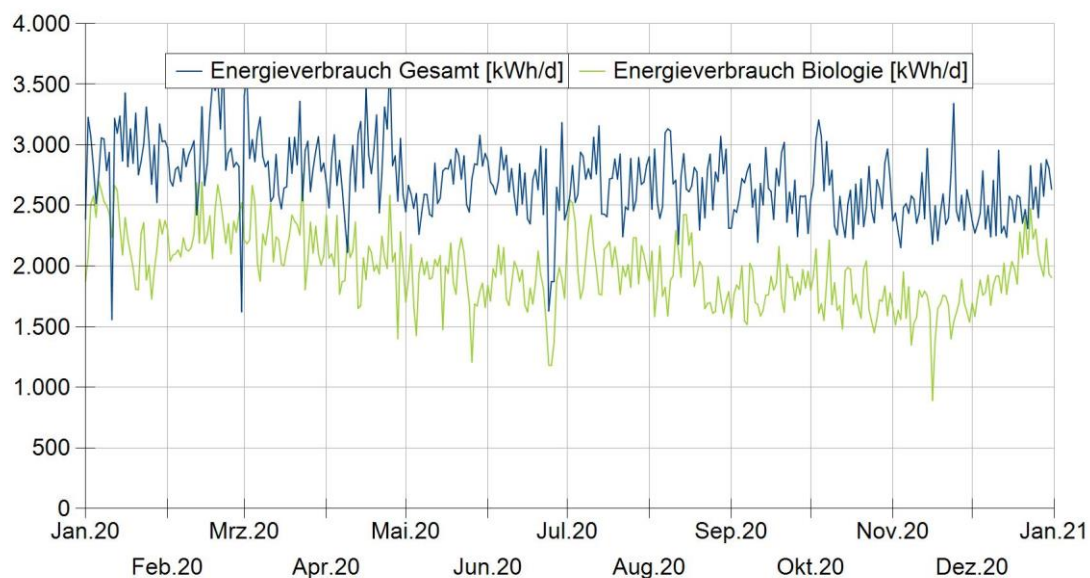


Abbildung 20: Energieverbrauch der Gesamtanlage und der Biologie

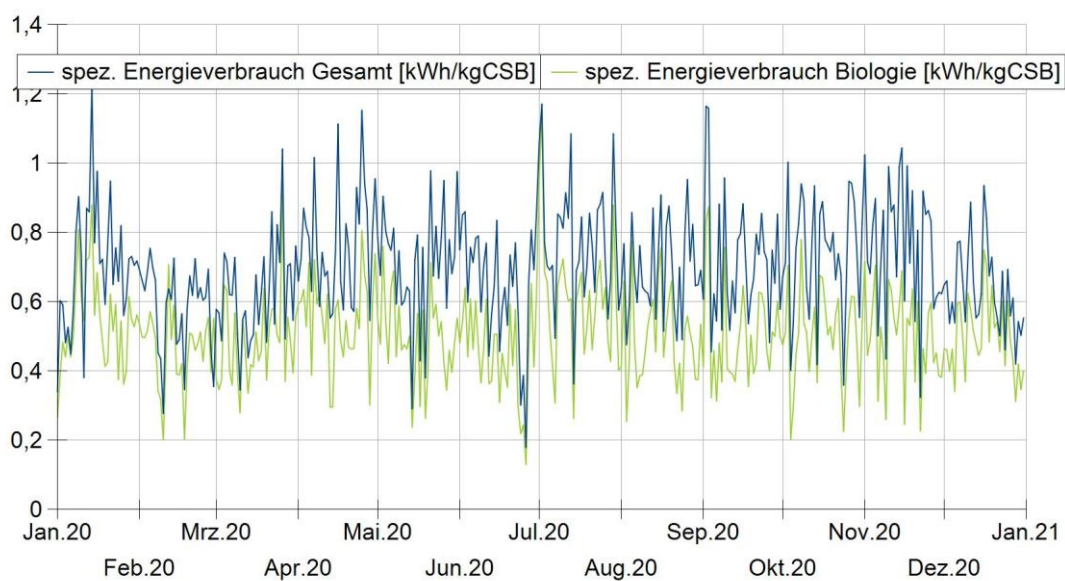


Abbildung 21: Spez. Energieverbrauch der Gesamtanlage und der Biologie

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.

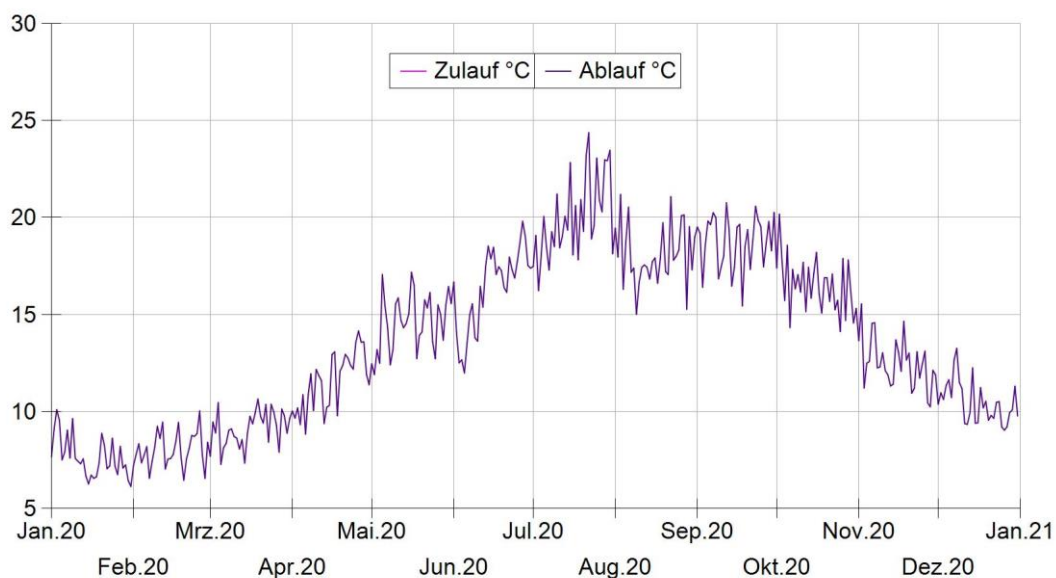


Abbildung 22: Zu- und Ablauftemperaturen der Kläranlage

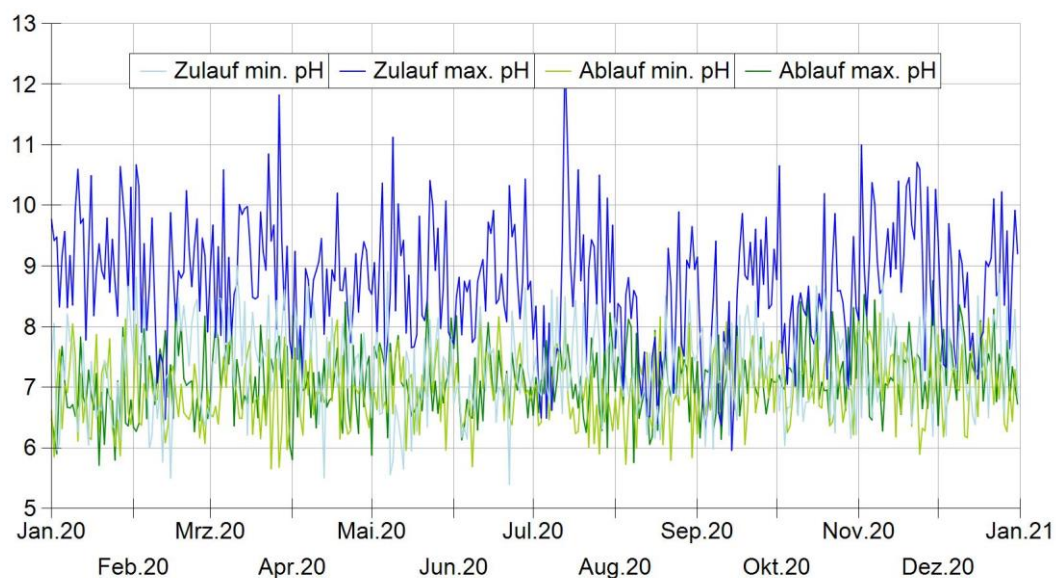


Abbildung 23: pH-Wert von Zu- und Ablauf der Kläranlage

6.2 Belebungs

Belebungsbeckenart: Umlaufbecken

Anzahl: 2

Volumen betrieben (errichtet): 3.500 m³ (3.500 m³)

Art der Belüftung: Flächenbelüfter

Art der Umwälzeinrichtung: horizontale Umwälzung

Primäre Steuerung der Belüftung: NH₄-N Online und O₂-Konzentration

Nitrifikation bzw. Denitrifikation: intermittierende DN

CSB-Zulaufkraft Belebungs	2.770 kg/d	Orientierungsbereich
Menge Überschussschlamm	265 m ³ /d	
TS Überschussschlamm	4,34 g/l (=kg/m ³)	3 12
TS Belebungsbecken	3,64 g/l (=kg/m ³)	3 6
CSB Raumbelastung	0,79 kg CSB/(m ³ *d)	0,5 0,7
CSB Schlammbelastung	0,22 kg CSB/(kgTS _{BB} *d)	0,1 0,2
Schlammalter t-TS	11,97 d	12 20
Schlammvolumen	447 ml/l	200 600
Schlammindex	122 ml/l	60 120
Rezirkulationsverhältnis	- -	>150 = Blähschlamm

Tabelle 13: Jahresmittelwerte der Belebungs

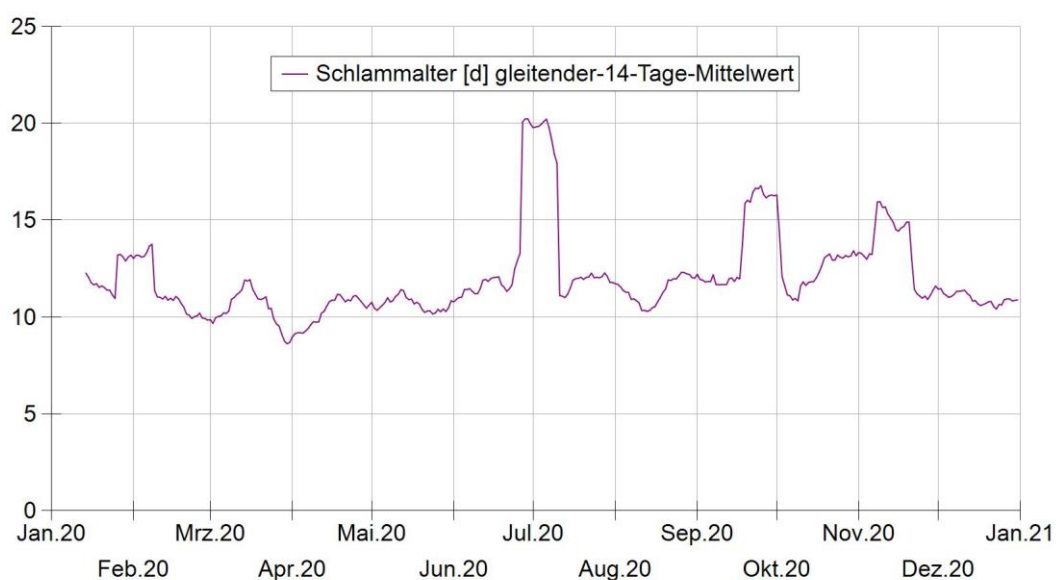


Abbildung 24: Schlammalter des Belebtschlammes

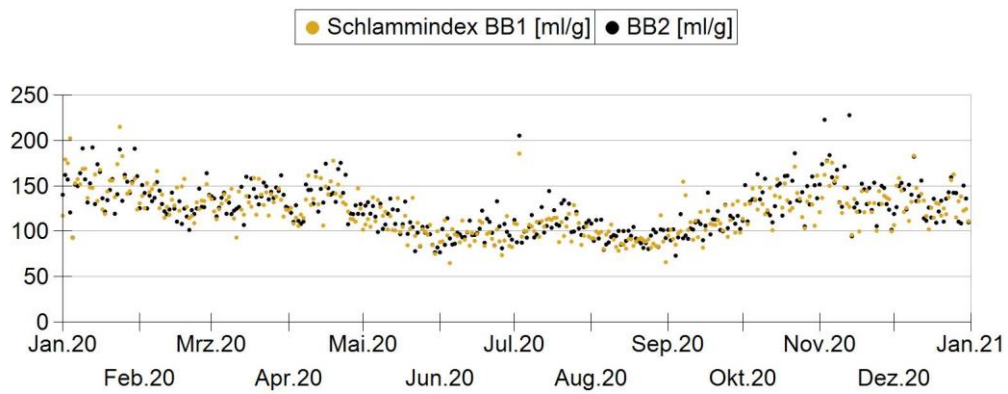
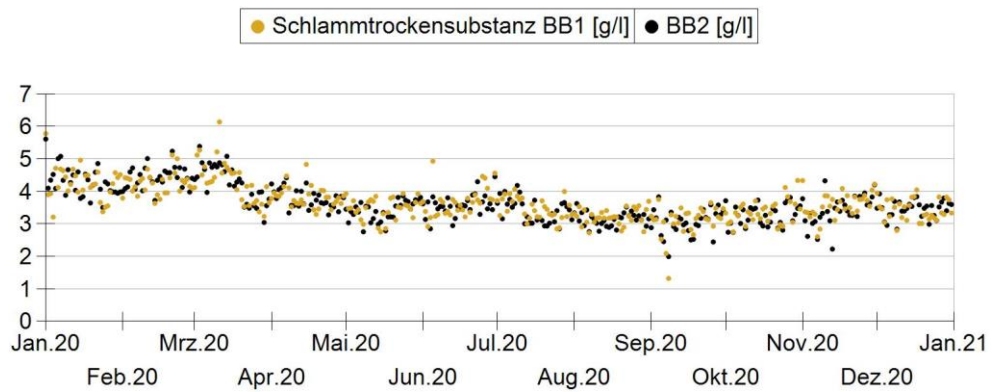
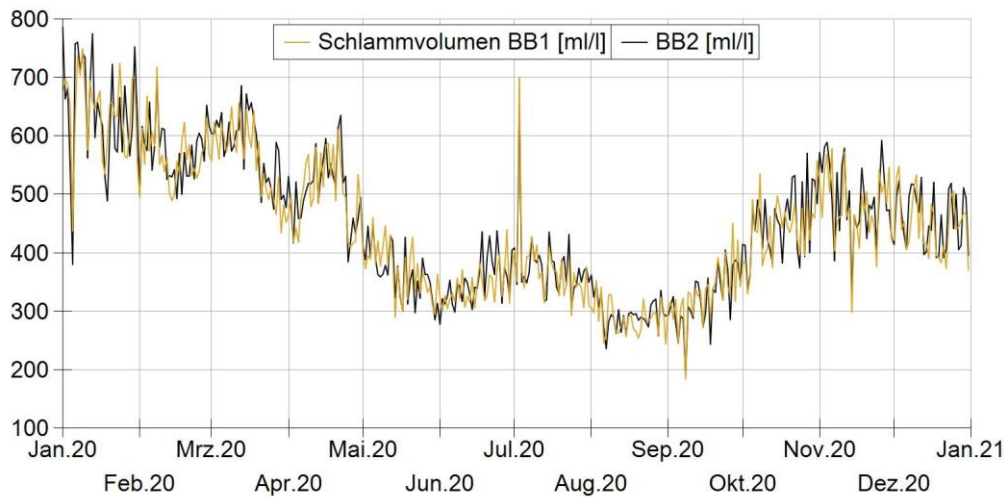


Abbildung 25: Schlammvolumen, Schlamm Trockensubstanz und die daraus resultierenden Schlammindizes der Belebungsbecken

6.3 Nachklärung

Art der Nachklärbecken: Rund; Anzahl: 2

Volumen der Nachklärbecken betrieben (errichtet): 4.500 m³ (4.500 m³)

Fläche der Nachklärbecken betrieben (errichtet): 1.440 m² (1.440 m²)

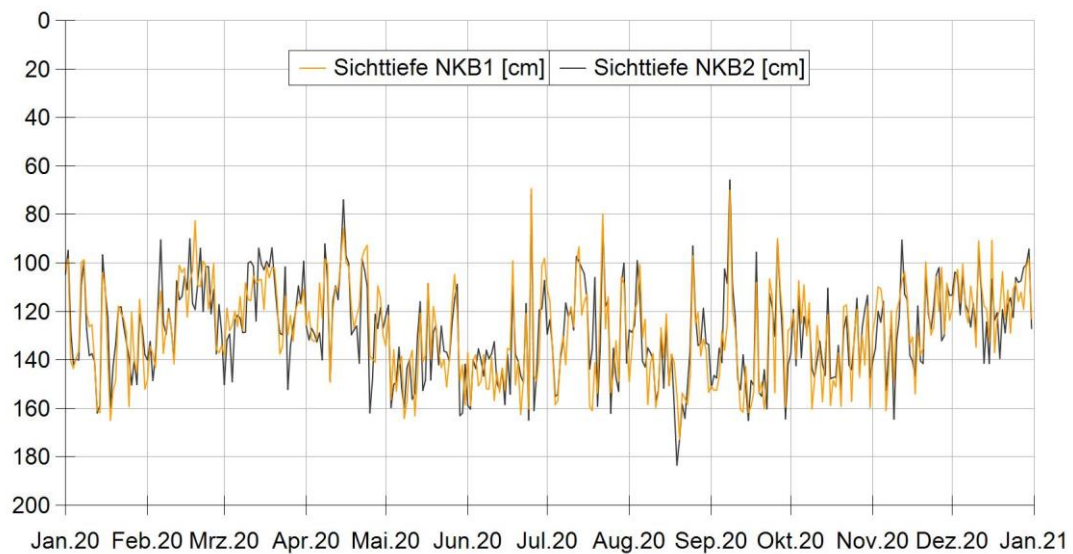


Abbildung 26: Sichttiefe der Nachklärbecken

6.4 Phosphorentfernung

Die für die Phosphorentfernung maßgebenden gemessenen und berechneten Jahresmittelwerte wurden in Tabelle 14 zusammengefasst und Abbildung 27 zeigt eine Gegenüberstellung von Phosphorüberschuss zur dosierten Fällmittelmenge als Jahresganglinie.

Art Fällmittel	Fe-III-chlorid	
Menge Fällmittel eingekauft/bereitgestellt	- kg/d	
Menge Fällmittel dosiert	06 l/d	
Wirksubstanz Fällmittel	3,0 mol/l	
Wirksubstanzfracht	2.603 mol/d	
Ges.P-Zulauf	58 kg/d	
Phosphorüberschuss (zu fällende P-Fracht) = Ges.P-Zulauf - CSB-Zulauf*0,005)	6 kg/d	
KP-Wert	48 mol/kg	Orientierungsbereich
beta-Wert	2,4 mol/mol	
		a) 0,5 1,5

Tabelle 14: 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)

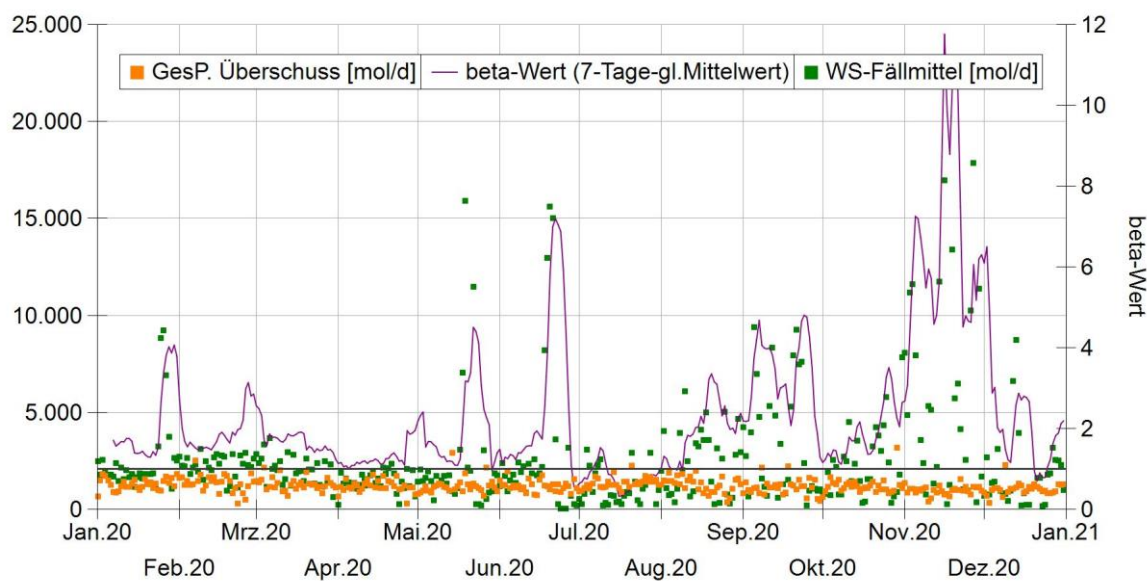


Abbildung 27: Phosphorüberschuss, Fällmittelwirksubstanz und daraus resultierender beta-Wert

6.5 MÜSE und Eindicker

Maschinelle Überschussschlammeindickung: andere

Kapazität der MÜSE: 15 m³/h

Art des Konditionierungsmittels der MÜSE: flüssig

Eindicker:

	Primär- schlamm	Überschuss- schlamm	Roh- schlamm	Faul- schlamm	Aerob- schlamm	Fäkal- schlamm	Misch- schlamm
Anzahl	1			1			
Volumen [m³]	450			450			

Tabelle 15: Übersicht und Volumina der eingesetzten Eindicker

Tabelle 16 fasst die gemessenen und berechneten Jahresmittelwerte von Primär-, Überschuss- und Rohschlamm zusammen.

Primärschlamm Menge	12 m³/d	
Primärschlamm – TS	77 g/l	
Primärschlamm – oTS	77 %	
Überschussschlamm Menge	265 m³/d	
Überschussschlamm – TS	4 g/l	
Überschussschlamm – oTS	70 %	
MÜSE – Polymer Menge Einkauf	0 kg/d	
MÜSE – Polymer Menge dosiert	0 kg/d	
MÜSE – Polymer Wirksubstanz	- %	
MÜSE Menge Ab	31 m³/d	
MÜSE TS-Fracht Ab	1.567 kg/d	
MÜSE oTS-Fracht Ab	1.119 kg/d	
Rohschlamm Menge	43 m³/d	
Rohschlamm – TS-Fracht	2.409 kg/d	
Rohschlamm – oTS-Fracht	- kg/d	Orientierungsbereich
spez. Konditionierungs- mittelmenge MÜSE	- g _{WS} /kg _{TS}	2,5 5,0
spez. TS-Fracht Rohschlamm	74 g/(EW ₁₂₀ *d)	30 60
spez. oTS-Fracht Rohschlamm	- g/(EW ₁₂₀ *d)	20 45

Tabelle 16: Mittelwerte der eingedickten Primär-, Überschuss(ÜSS)- und Rohschlämme sowie des Konditionierungsmittels

6.6 Faulung

Anzahl der Faulbehälter: 2

Betriebsart: seriell

Gesamtes Volumen der Faulbehälter: 2.200 m³

Art der Umwälzung: Schraubenschaufler(Mischer)

Faulgas Menge	658 m ³ /d	Orientierungsbereich	
Faulgas CO ₂ Gehalt	31 %	30	40
Faulgas für Heizung	13 m ³ /d		
Erdgas für Heizung	0 m ³ /d		
Erdöl für Heizung	0 l/d		
Temperatur Faulbehälter	37 °C	33	39
pH-Wert Faulschlamm	7,3 -	7,0	7,5
Menge Faulschlamm	40 m ³ /d		
TS Faulschlamm	34 g/l		
oTS Faulschlamm	56 %		
Faulzeit	- d	33	35
spez. Faulgasanfall	20 l/(EW ₁₂₀ *d)	13	20
Feststoffbelastung	1 kg/(m ³ *d)	<1,5	
org. Feststoffbelastung	- kg/(m ³ *d)	<1,0	
spez. TS-Fracht Faulschlamm	41 g/(EW ₁₂₀ *d)	35	50
spez. oTS-Fracht Faulschlamm	21 g/(EW ₁₂₀ *d)	20	30

Tabelle 17: Jahresmittelwerte der Faulung

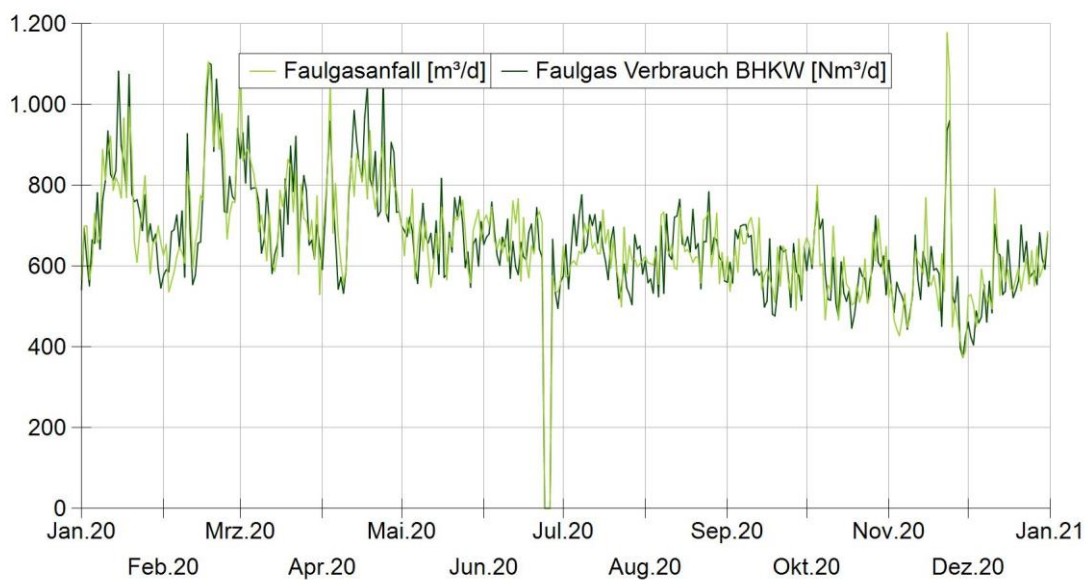


Abbildung 28: Faulgasanfall und Faulgasverbrauch

6.7 Schlammmentwässerung

Art der Entwässerung: Zentrifuge/Dekanter

Kapazität der Entwässerungsanlage: 50

Oberfläche der Schlamm-trockenbeete: m²

Volumen der Schlammbeete bzw. Schlammteiche: m³

Aufgabeschlamm Menge	40 m ³ /d	
TS Aufgabeschlamm	33 g/l	
Entwässerte Schlammmenge	5 m ³ /d	
TS entwässerter Schlamm	21 %	
oTS entwässerter Schlamm	56 %	
Polymer Menge Einkauf	0 kg/d	
Polymer Menge dosiert	10 l/d	
Polymer Wirksubstanz	50 %	
Fe Konditionierungsmittel Menge Einkauf	0 kg/d	
Fe Konditionierungsmittel Menge dosiert	0 l/d	
Kalk Menge Einkauf	0 kg/d	
Kalk Menge dosiert	0 kg/d	
TS-Fracht Aufgabeschlamm	1.339 kg/d	
TS-Fracht entwässerter Schlamm	1.111 kg/d	
spez. Polymermenge	3,7 g/kg _{TS-Aufgabe}	
		Orientierungsbereich
spez. TS-Fracht entwässerter Schlamm	32 g/(EW ₁₂₀ *d)	35 50
spez. oTS-Fracht entwässerter Schlamm	18 g/(EW ₁₂₀ *d)	20 30

Tabelle 18: Jahresmittelwerte der Schlammmentwässerung

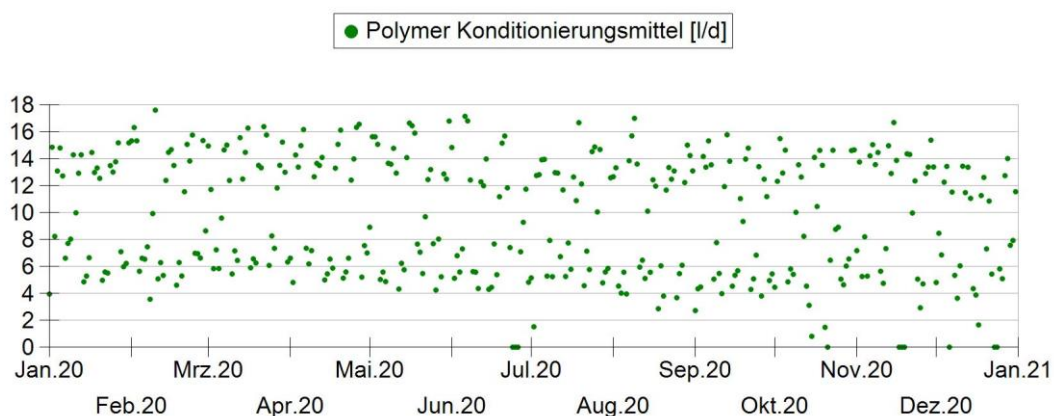


Abbildung 29: Dosierte Konditionierungsmittelmengen

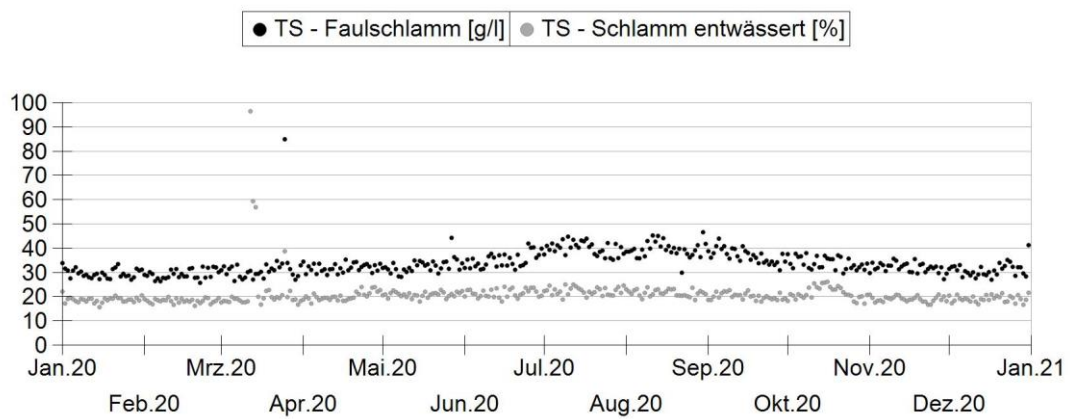


Abbildung 30: Trockensubstanz vor und nach der Entwässerung

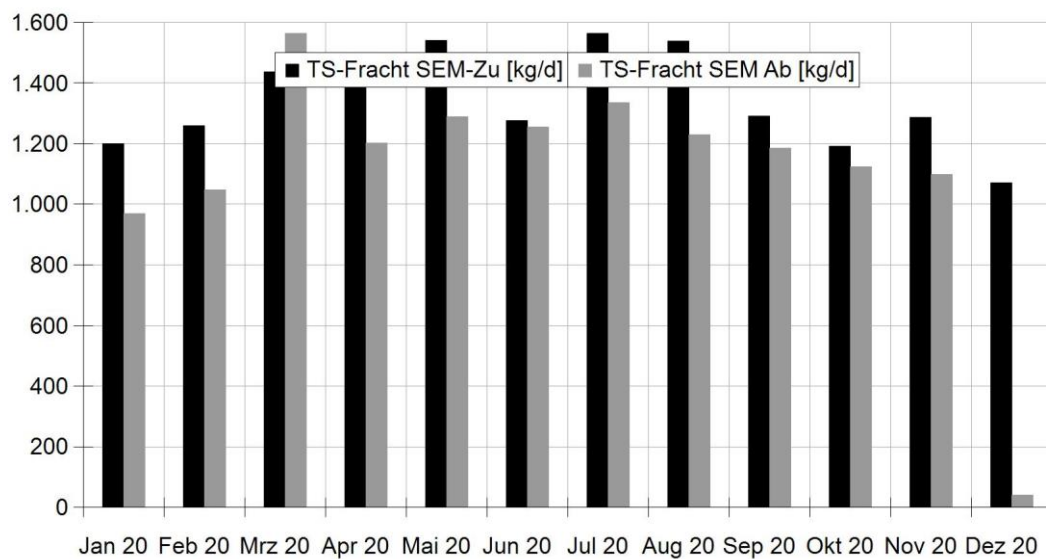


Abbildung 31: Trockensubstanz vor und nach der Entwässerung

7 Übernahme, Entsorgung und Verwertung

In Tabelle 19 sind die im Betrachtungszeitraum von der Kläranlage übernommenen Güter zusammengefasst:

Senkgrubeninhalte/Fäkalien	0,0 m ³
Fett	0,0 m ³
Fremdschlämme	0,0 m ³
Kanalräumgut	0,0 m ³
Deponiesickerwasser	0,0 m ³
Cofermentat Fett	0,0 m ³
Cofermentat Bioabfälle	0,0 m ³
Cofermentat	0,0 m ³

Tabelle 19: Übernommene Güter im Betrachtungszeitraum

Bei der mechanischen Vorreinigung der Kläranlage fielen im Betrachtungszeitraum folgende Mengen an Rechen-, Sand- und Fettfanggut an:

Rechengutanfall	58,1 t	Orientierungsbereich
Sandfanggut	12,0 t	
Räumgut Fettfang	0,0 m ³	
spez. Rechengutanfall	1,7 kg/(EW ₁₂₀ *a)	
spez. Sandfanggut	0,3 kg/(EW ₁₂₀ *a)	
abwasserspez. Sandfanggut	5,2 kg/1.000m ³ Abwasser	
spez. Fettanfall	0,0 m ³ /(1.000 EW ₁₂₀ *a)	

Tabelle 20: Rechengut, Sandfanggut und Klärschlamm Entsorgung

Folgende Mengen an Nassschlamm wurden im Betrachtungszeitraum auf der Kläranlage gelagert bzw. entsorgt:

Lagerung Silo	0,0 m ³
Lagerung Trockenbeete	0,0 m ³
Abfuhr	0,0 m ³

Tabelle 21: Gelagerte bzw. abgeführte Nassschlammmenge

Im Betrachtungszeitraum wurden die in Tabelle 22 zusammengefassten Mengen an entwässertem Schlamm, mit einer durchschnittlichen Trockensubstanz von 21 entsorgt:

Landwirtschaft	0,0 t
Kompostierung	1.963,1 t
Landschaftsbau	0,0 t
Trocknung	0,0 t
Verbrennung	0,0 t
Entsorger	0,0 t
Sonstiges	0,0 t
Summe Schlamm entwässert	1.963,1 m ³

Tabelle 22: Art und Menge des entsorgten Schlammes