



ARA Eich Bassersdorf

Betriebsdatenauswertung 2021

Betriebstagebuch

Objekt Nr. 1184.75
Zürich, 10. März 2022

HUNZIKER **BETATECH**

EINFACH.
MEHR.
IDEEN.

Impressum:

Projektname: BTB ARA Eich-Bassersdorf

Teilprojekt:

Erstelldatum: 10. März 2022

Letzte Änderung:

Hunziker Betatech AG
Bellariastr. 7
8002 Zürich

Tel. 043 344 32 82

E-Mail: zuerich@hunziker-betatech.ch

Verfasser
Korreferent

Till Brändle
Alexandra Fumasoli, Simone Bützer

Datei:

Q:\Projekte\1000-1100-1184\1184

BTB\2022\01_BT_Berichte\1184.75-220119-b-BTB ARA Bassersdorf.docx



Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	3
2	Ziele	3
3	Abkürzungen	4
4	Analysen der Verfahrensstufen	5
4.1	Hydraulische Belastung Zulauf	5
4.2	Biochemische Belastung Biologie	8
4.3	Biologie	9
4.4	Ablauf ARA	13
4.5	Phosphor Fällung	16
4.6	Elimination Mikroverunreinigungen	18
4.7	Faulung	22
4.8	Entwässerung	25
4.9	Energie	26
5	Zusammenfassung / Massnahmen 2020	30



1 Ausgangslage

Die ARA Eich-Bassersdorf ist aktuell auf 28'000 EW und auf einen maximalen Zufluss von 250 l/s ausgelegt (siehe Tabelle 1-1).

Mit der kantonalen Baubewilligung BVV 15-2005 wird die Einleitung des Abwassers in den Altbach bis 31. Dezember 2041 genehmigt. Mit dem Altbach als Vorfluter sind verschärfte gesetzlich geforderte Ablaufwerte gemäss Tabelle 1-2 einzuhalten.

Tabelle 1-1: Dimensionierungsgrundlagen und weitere Angaben zur ARA Eich-Bassersdorf.

Dimensionierungsgrundlagen	
Einwohnerwerte	28'000 EW
Trockenwetterzufluss	125 l/s
Max. Zufluss ARA	250 l/s 265 l/s (inkl. Rückflüsse)
Vorfluter	Altbach

Tabelle 1-2: Gesetzliche Ablaufwerte für die ARA Eich-Bassersdorf.

Parameter		Anforderung (mg/l)	Reinigungsleistung (%)
Chemischer Sauerstoffbedarf	CSB (O ₂)	40	>85
Gesamtstickstoff ¹	N _{tot}	15	>55
Ammonium bei T > 10°C	NH ₄ -N	1.0	>90
Nitrit	NO ₂ -N	0.3	
Gesamtphosphor	P _{tot}	0.8	>80
Ges. ungelöste Stoffe	GUS	5	

¹Im Jahresmittel einzuhalten

2 Ziele

Mit der Auswertung der Betriebsdaten der ARA Eich-Bassersdorf werden folgende Ziele verfolgt:

- Bestimmung der wichtigsten Kenngrössen
- Analyse der Leistungsfähigkeit der einzelnen Verfahrensstufen
- Vergleich mit Kennzahlen und Grenzwerten
- Erkennen von Trends über einen Zeitraum von 2017 bis 2021
- Qualitätssicherung der Daten
- Hinweise zur Optimierung des ARA Betriebes

3 Abkürzungen

BB	Belebungsbecken
BHKW	Blockheizkraftwerk
CSB	chemischer Sauerstoffbedarf
Denitrifikation	Umwandlung von $\text{NO}_3\text{-N}$ zu Luftstickstoff N_2
Dim	Dimension, resp. Masseinheit
EW	Einwohnerwert
FAS	Faulschlamm
FRS	Frischschlamm
GUS	gesamte ungelöste Stoffe
GV	Glühverlust (=oTS)
SVI	Schlammvolumenindex
$\text{NH}_4\text{-N}$	Ammonium-Stickstoff
Nitrifikation	Umwandlung von Ammonium zu Nitrat
NKB	Nachklärbecken
$\text{NO}_2\text{-N}$	Nitrit-Stickstoff
$\text{NO}_3\text{-N}$	Nitrat-Stickstoff
N_{tot}	Gesamtstickstoff (Summe-N + org. gebundener Stickstoff)
oTS	organische Trockensubstanz (=Glühverlust)
P_{tot}	Gesamtphosphor
SEA	Schlammmentwässerungsanlage
Summe-N	$\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$
TS	Trockensubstanz
TW	Trockenwetter
ÜSS	Überschussschlamm
VKB	Vorklärbecken
85%-Wert	Eine Kläranlage wird auf den 85 %-Wert im Ausbauziel bemessen. Mit dem 85%-Wert kann die Anlagenbelastung mit dem Ausbauziel verglichen werden.



4 Analysen der Verfahrensstufen

In diesem Kapitel werden die einzelnen Verfahren der ARA analysiert. Dazu werden die Betriebsdaten der ARA Eich-Bassersdorf für die Jahre 2017 bis 2021 ausgewertet.

Die einzelnen Kapitel sind in Methode, Analyse und Massnahmen strukturiert. Die aus den Auswertungen abgeleiteten Massnahmen zur Optimierung des Betriebes werden gemäss folgender Skala priorisiert:

Stufe	Priorität
●	Hoch
●	Mittel
●	Tief

4.1 Hydraulische Belastung Zulauf

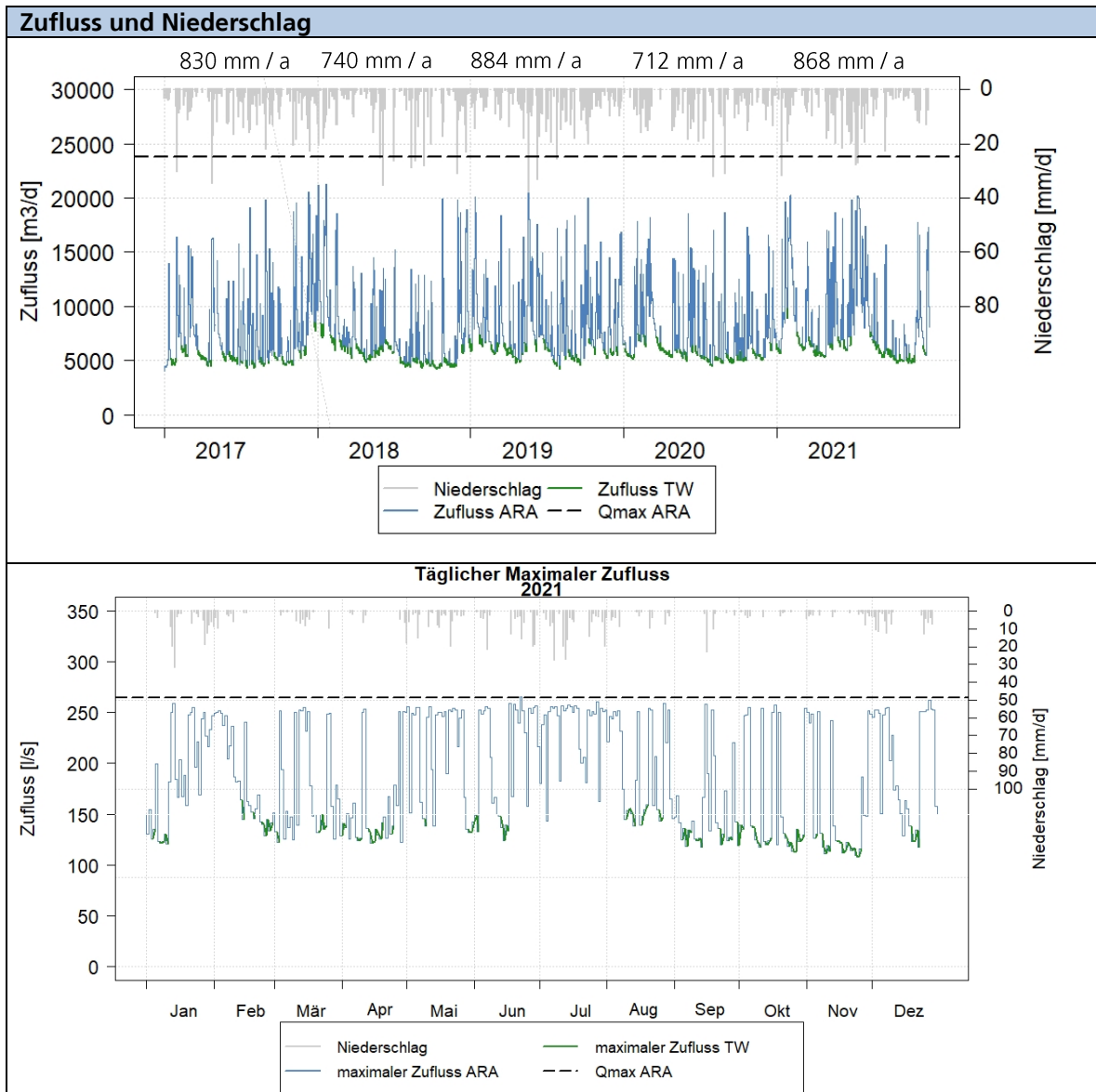
4.1.1 Methode

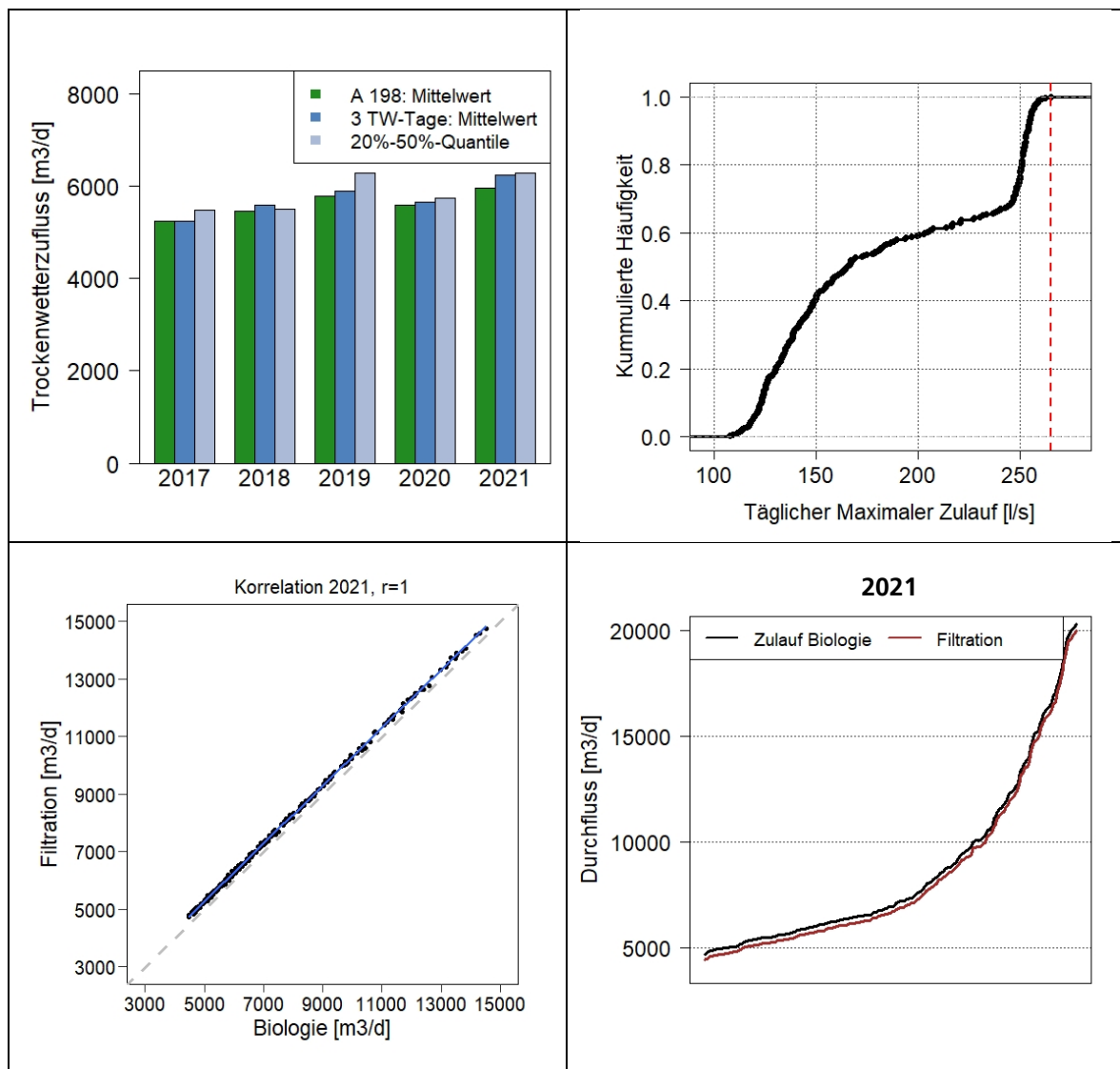
Zur **Bestimmung des Trockenwetters (TW)** wurde die Methode A198 verwendet. Bei dieser Methode wird aus den 10 Tagen vor dem betroffenen Tag, dem Tag selbst sowie den 10 Tagen danach der minimale Wert ermittelt. Liegt der Wert am betroffenen Tag höchstens 20% über diesem minimalen Wert, so gilt der Tag als Trockenwettertag. Die Niederschlagsmessung auf der ARA beeinflusst das Resultat dieser Berechnungen nicht. Zur Validierung wird der Trockenwetterzulauf mit zwei weiteren Methoden berechnet. Für die 3TW-Tage wird anhand der Niederschlagsmessung auf der ARA ermittelt, ob es zwei Tage vor oder während dem betroffenen Tag geregnet hat.

Zur Überprüfung der hydraulischen Auslastung der ARA werden die täglichen maximalen Durchflüsse ermittelt und mit der Auslegung verglichen. Die Durchflussdaten werden über 15 Minuten gemittelt, um Messfehler abzuschwächen. Die **hydraulische Auslastung** wird als Verhältnis des doppelten 85%-Quantils des maximalen Trockenwetter-Zulaufs und der Auslegung der ARA (265 l/s) berechnet.

Für die Berechnungen der hydraulischen und biochemischen Belastung wird die Durchflussmessung im Zulauf zu den Biologiebecken der ARA als **massgebender Zulauf** verwendet. Diese Messung berücksichtigt auch die internen Rückflüsse zur Vorklärung und die Probenahme der Schmutzstoffe erfolgt nach der Vorklärung.

4.1.2 Auswertung





Analyse

1-1 Zufluss, Trockenwetterzufluss und Niederschlag im Jahresverlauf

Die mittlere **Zuflussmenge zur ARA** lag 2021 bei **8'700 m³/d** und somit deutlich höher als im Vorjahr 2020 (7'500 m³/d). Die Niederschlagssumme lag 2021 bei **868 mm** (2020: 712 mm). Das 85%-Quantil des **Trockenwetterzulaufs** lag 2021 bei **6'700 m³/d** (Durchschnitt 2017-2020: 6'200 m³/d). Die Berechnung des Trockenwetterzulaufs mit den drei Methoden liefert konsistente Resultate.

1-2 Maximaler Zulauf

Das 85%-Quantil der maximalen täglichen Trockenwetter-Zuläufe beträgt im Jahr 2021 rund 120 l/s. Die hydraulische Auslastung liegt somit bei 90%. Aus der kumulierten Häufigkeit der maximalen täglichen Zuflüsse geht hervor, dass die maximale Abwassermenge von 265 l/s (inkl. Rückläufe) kaum erreicht wird. Hydraulischer Engpass ist der Filter, insbesondere wenn viel Spülwasser zurückgeführt werden muss. Massnahmen zur Behebung sind bereits in der Realisierung.

1-3 Vergleich Zulaufmessung Biologie und Filtration

Für die Betriebsdatenauswertung wird der Zulauf zur Biologie verwendet. Die Durchflusswerte ergeben sich aus zwei Einzelmessungen zur Biologie 1 und 2. Eine weitere Durchflussmessung befindet sich im Zulauf der Filtration. An allen drei Orten wird mit einem MID gemessen. Die Abweichung des totalen jährlichen Durchflusses zur Biologie und zur Filtration beträgt im Jahr 2021 nur 3.3%. Aus der

Korrelation wird ersichtlich, dass eine minimale konstante Abweichung über das gesamte Durchflussspektrum auftritt. Alle Messungen berücksichtigen die internen Rückläufe.

4.1.3 Massnahmen

Massnahme	Priorität
Ausrüstung Filterzelle 5 Um die hydraulische Kapazität zu erhöhen, wird 2022 die fünfte Filterzelle gemäss Projekt Ausbau und Kapazitätssteigerung ausgerüstet. Dies erlaubt Abwassermengen > 152 l/s wodurch eine Anpassung des Betriebskonzepts notwendig wird.	●
Auswertung Entlastungskennzahlen Netz und Darstellung in Faltblatt Im Sinne einer integralen Beurteilung Netz/ARA sollen ab 2022 die Entlastungshäufigkeit und Dauer der Aussenbauwerke separat ausgewertet werden. Der Zustand und die Entlastungskennzahlen werden auch im Faltblatt dargestellt.	●

4.2 Biochemische Belastung Biologie

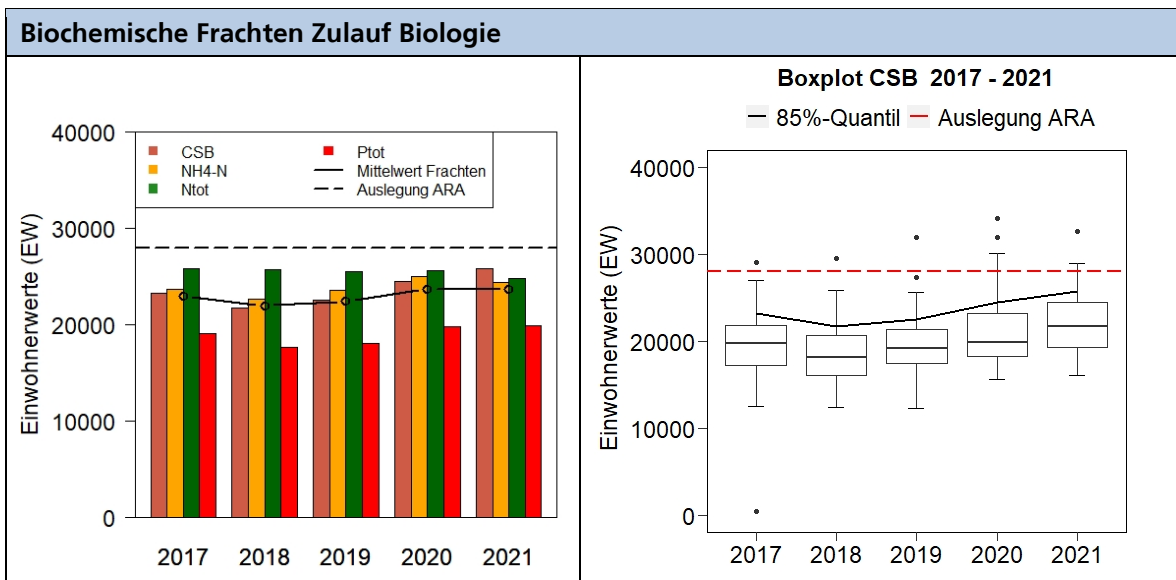
4.2.1 Methoden

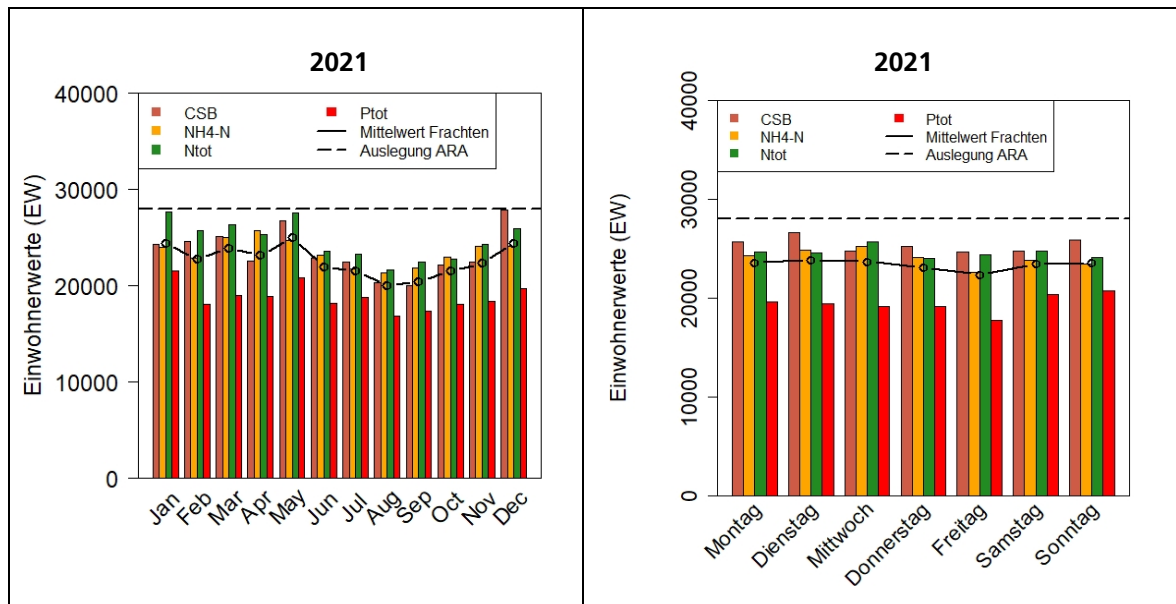
Die einzelnen Frachten wurden aus dem Zufluss zur Biologie und den jeweiligen Konzentrationen im Ablauf VKB berechnet. Für die Aggregation nach Jahren, Monaten und Tagen wurde jeweils der Wert verwendet, welcher an 85% der Tage unterschritten wurde.

Zusätzlich werden **die CSB-Frachten in Boxplots** dargestellt. Die Box zeigt den Median, welcher in 50% der Fälle unterschritten wird, sowie das obere und untere Quartil (Ränder der Box). Zusätzlich wird der Bereich («Antennen») von Konzentrationen angegeben die 1.5x grösser respektive kleiner sind als innerhalb der Box. Alle Werte, die ausserhalb liegen sind als Punkte dargestellt und wären statistisch betrachtet Ausreisser.

Die Einwohnerwerte wurden mit den folgenden spezifischen Werten berechnet: **90 g CSB/(EW d), 8.5 g NH4 - N/(EW d), 11.5 g N_{tot}/(EW d) und 1.6 g P/(EW d).**

4.2.2 Auswertung





Analyse

2-1 Mittlere biochemische Frachten pro Betriebsjahr

Die biochemischen Frachten im Zulauf der Biologie zeigen in den betrachteten Betriebsjahren einen leicht steigenden Trend. Im Betriebsjahr 2021 betrug die massgebende CSB-Fracht rund **25'800 EW**. Auffallend ist, dass die P-Frachten bedeutend geringer sind als die CSB- und N-Frachten, was hauptsächlich am verwendeten spezifischen Wert für Phosphor liegt. Die im Jahr 2017 beobachtete erhöhte mittlere Fracht wird mit der Entleerung der Faulung begründet.

2-2 Mittlere biochemische Frachten pro Monat

Die monatlichen Frachten waren 2021 wie in den Vorjahren während der Sommerzeit tiefer als im Winter. Dies lässt sich mit den Sommerferien begründen, welche zu einer reduzierten Einwohnerzahl führen (Juli bis September). Gegenüber dem Vorjahr war dieser Effekt wieder etwas deutlicher ausgeprägt.

Die erhöhte mittlere Fracht von Januar bis Mai deckt sich mit der nationalen Homeoffice-Pflicht (18.01.2021 – 31.5.2021) aufgrund der Corona Pandemie. Auffallend ist ein starker Anstieg der CSB-Fracht zwischen November und Dezember, welcher bereits im Vorjahr beobachtet werden konnte. Eine Homeoffice-Pflicht war dabei erst ab dem 20. Dezember 2021 in Kraft.

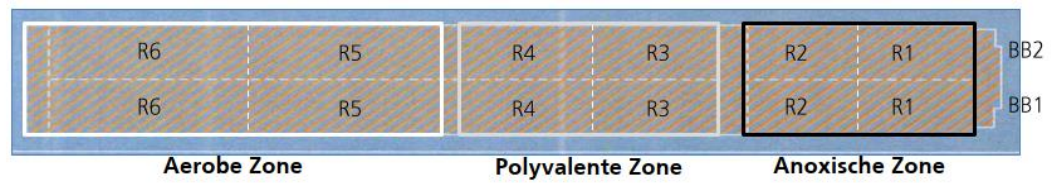
2-3 Mittlere biochemische Frachten pro Wochentag

Im Jahr 2020 waren die Unterschiede der Frachten zwischen den verschiedenen Wochentagen deutlich erkennbar. 2021 wurde nun wie in den Jahren zuvor kein ausgeprägter Wochengang aufgezeichnet (geringe Differenz zwischen angeschlossenen Einwohnern und ARA Belastung). Im Gegensatz zu den Jahren vor 2020 konnte jedoch kein Anstieg der Frachten zum Wochenende beobachtet werden. Die Frachten hielten sich während der ganzen Woche auf ähnlich hohem Niveau.

4.3 Biologie

4.3.1 Methode

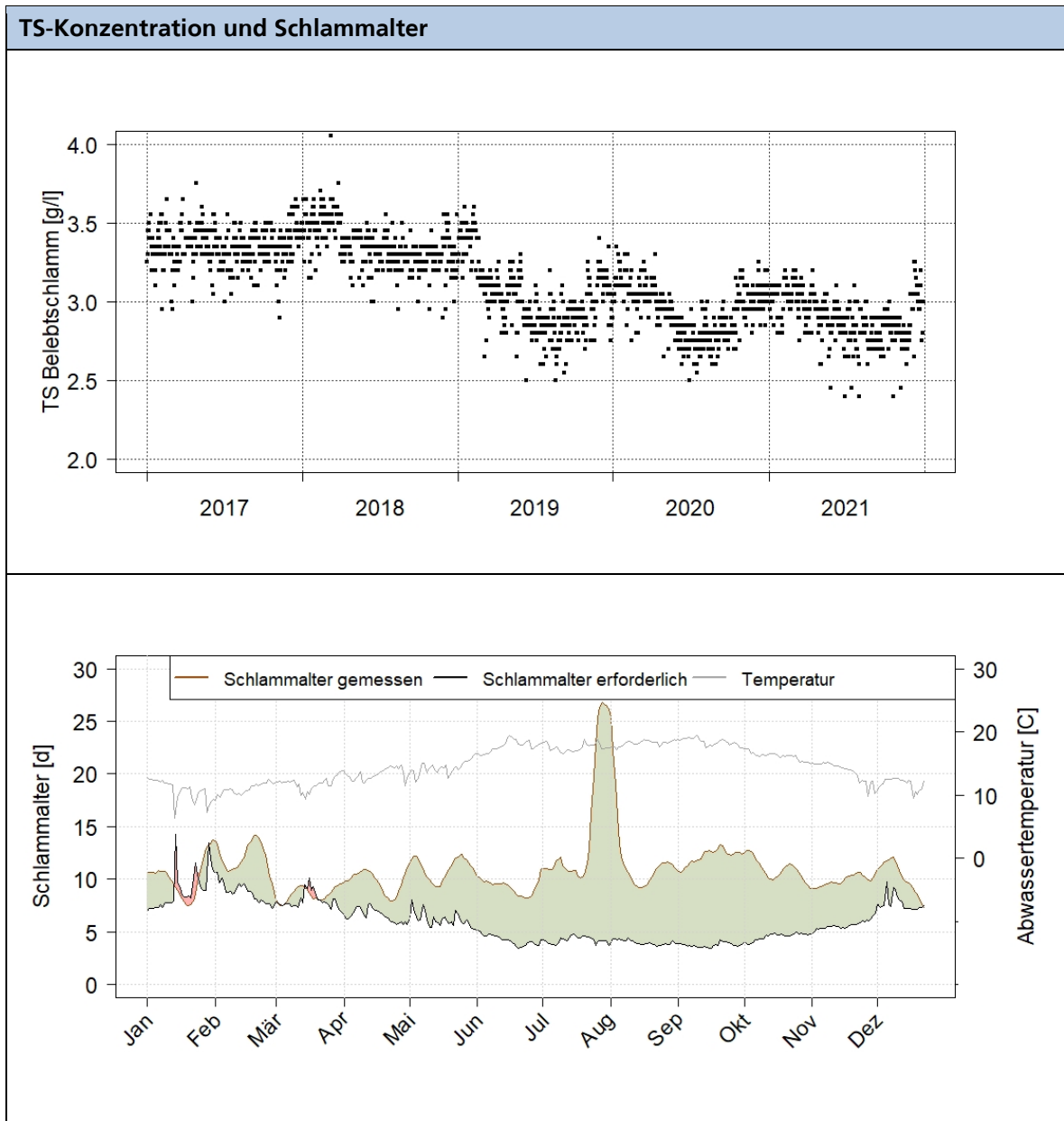
Zur Berechnung des **effektiven aeroben Schlammalters (SA)** wird die Masse der Feststoffe in den Belebungsbecken durch die Schlammverluste je Zeiteinheit (abzogener Überschussschlamm (ÜSS)) dividiert. Das erforderliche Schlammalter ist eine Funktion der Temperatur und wird gemäss ATV-131 mit einem Prüffaktor von 1.8 (Szenario mit Sicherheit) berechnet. Im Jahr 2021 wurde der Reaktor 3 der polyvalenten Zone vollständig anoxisch betrieben. Der Reaktor 4 wurde in den Monaten Januar und Februar teilweise aerob betrieben. Die aerobe Zone umfasst gemäss Verfahrensschema seit dem Ausbau ein Volumen von $2 \times 1'300 \text{ m}^3$.

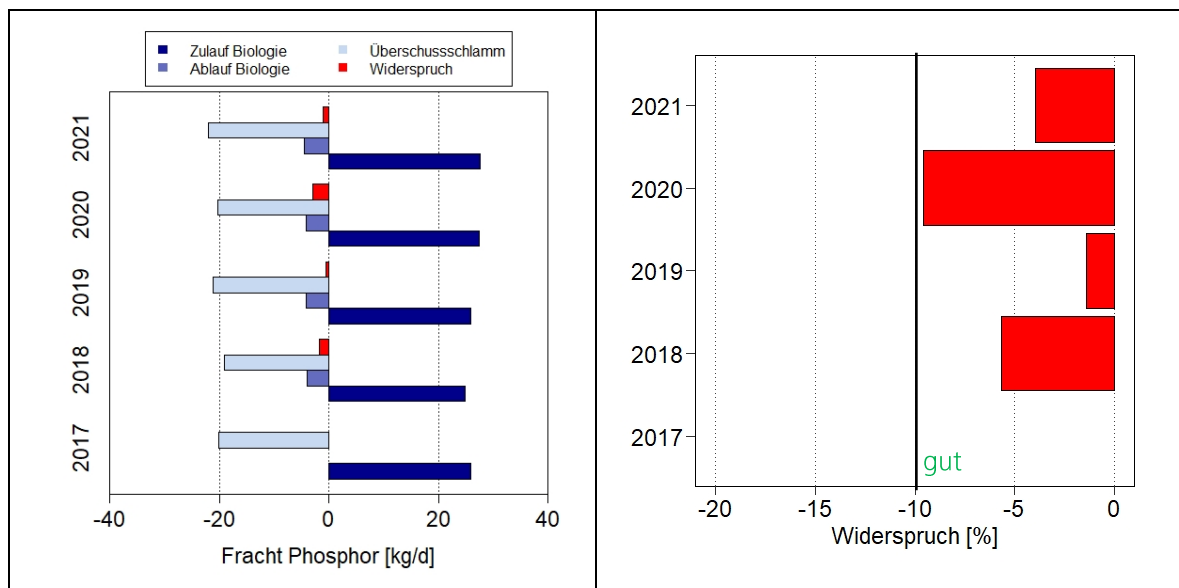


Mit einer **Phosphor-Bilanz** über die biologische Reinigungsstufe werden die Zulaufmessung zur Biologie und die ÜSS-messung überprüft. Zur Bilanzierung wird die Phosphorfracht im Ablauf der Vorklärung, im ÜSS und im Ablauf der Biologie benötigt. Auf der ARA Bassersdorf werden seit 2019 lediglich im Ablauf der Filtration Schmutzstoffproben entnommen. Die Filtration eliminiert zusätzlich ca. 10% des Phosphors im Ablauf der ARA (Erfahrungswert Betriebsdaten ARA Bassersdorf 2018). Die Inkorporation von Phosphor im ÜSS wird aus Erfahrungswerten von anderen ARA abgeleitet und beträgt ca. 0.03 kg P/kg TS.



4.3.2 Auswertung





Analyse

3-1 Tageswerte TS-Konzentration Biologie

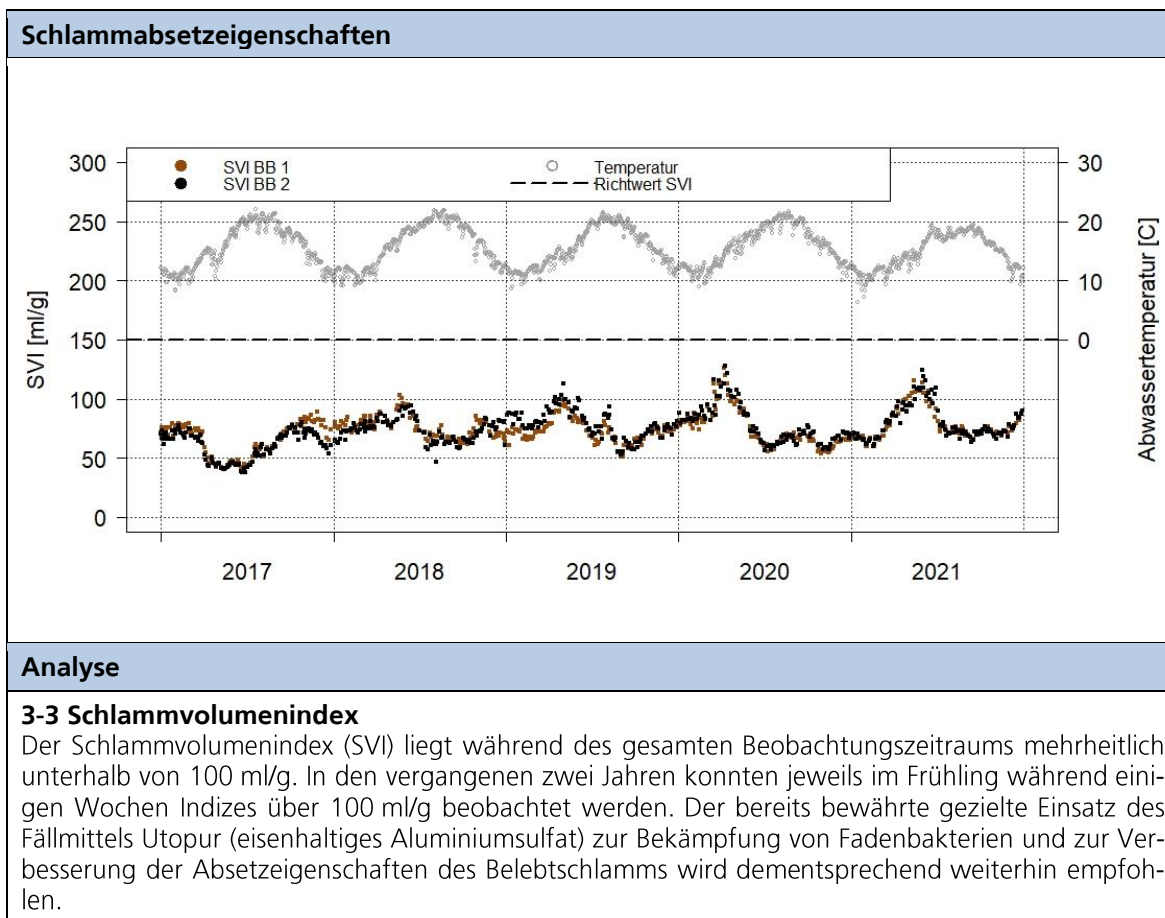
Die Trockensubstanz (TS) - Konzentration der Biologie lag im Zeitraum von 2017 bis 2018 über das ganze Jahr hinweg zwischen 3.3-3.6 g/l. In den Folgejahren konnte eine Reduktion der TS-Konzentration im Sommer erfolgreich umgesetzt werden, wodurch die Konzentration im Jahresmittel deutlich gesenkt werden konnte (2021: 2.9 g/l).

3-2 Schlammalter Biologie

Die Biologie wurde praktisch während des gesamten 2021 mit ausreichendem aeroben Schlammalter betrieben (grüne Fläche). Die Abwassertemperaturen lagen, mit wenigen Ausnahmen zu Beginn des Jahres, ganzjährig über 10°C. Das erhöhte Schlammalter von Juli – Anfang August geht mit einer Reduktion des Überschusschlammabzugs einher.

3-3 Phosphorbilanz

Mit der Phosphorbilanz kann die Zulauf- und ÜSS-Messung sowie die TR-Messung im ÜSS verifiziert werden. Der angenommene Phosphoranteil im ÜSS bringt jedoch Unsicherheiten mit sich. Die Abweichung im Jahr 2021 ist mit ca. 4 % wieder deutlich geringer als im Vorjahr (9.6%) und bewegt sich wieder im Bereich der Jahre vor 2020. Der TS-Gehalt im Überschusschlamm schwankt in einem Bereich von etwa 25% um den Jahresmittelwert. Jedoch beträgt, durch die relativ grosse Probenanzahl (105), der Fehler durch das Verwenden von Jahresmittelwerten nur ca. 3% (Messfehler nicht berücksichtigt!).



4.3.3 Massnahmen

Massnahme	Priorität
Saisonale Variation TS-Konzentration Im Sommer könnte durch eine Absenkung der TS-Konzentration eine energetische Optimierung erreicht werden. Es wird empfohlen, die Absenkung weiterhin zu optimieren und den Effekt auf den Energieverbrauch und die Gasproduktion zu evaluieren.	●

4.4 Ablauf ARA

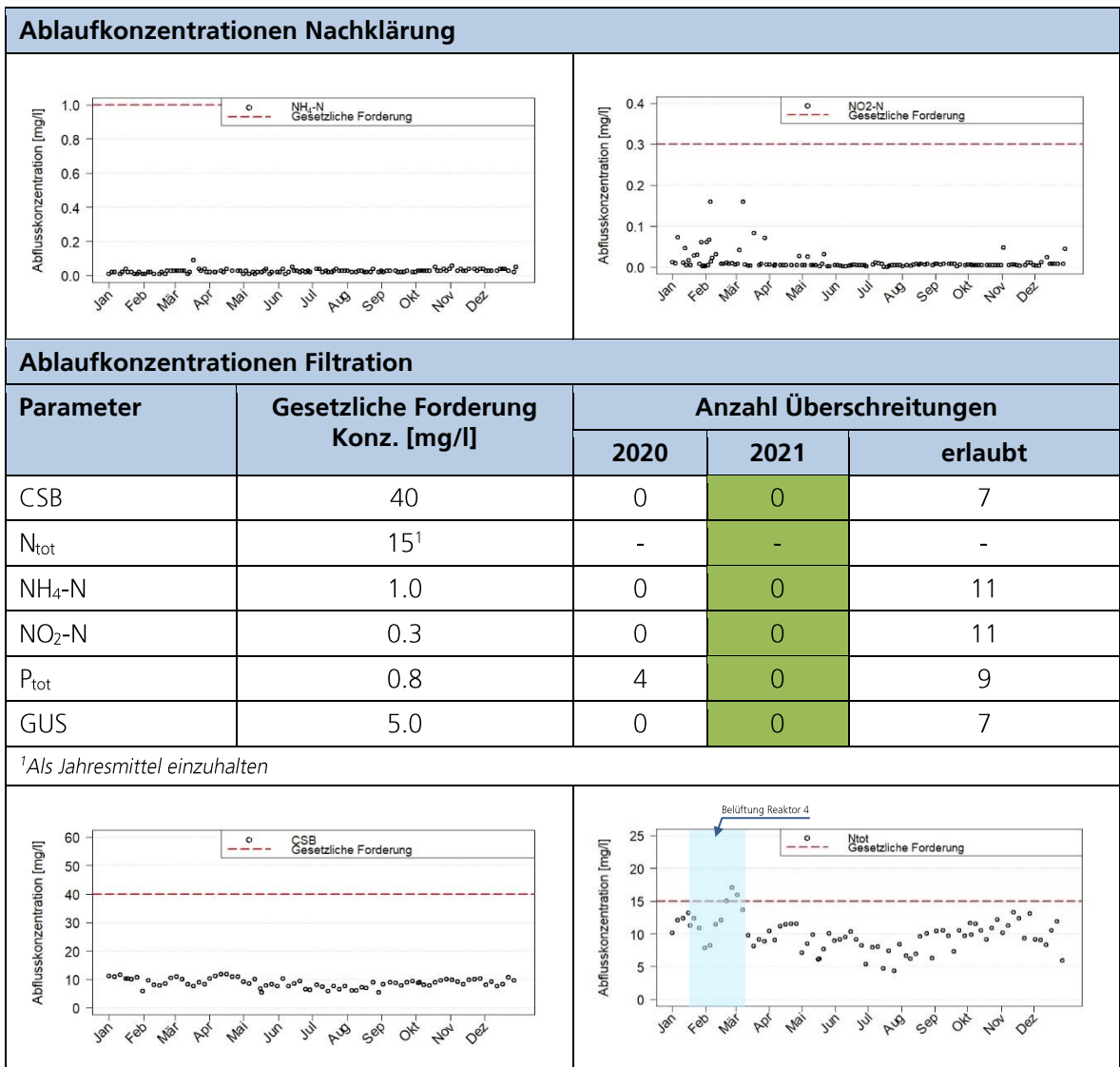
4.4.1 Methode

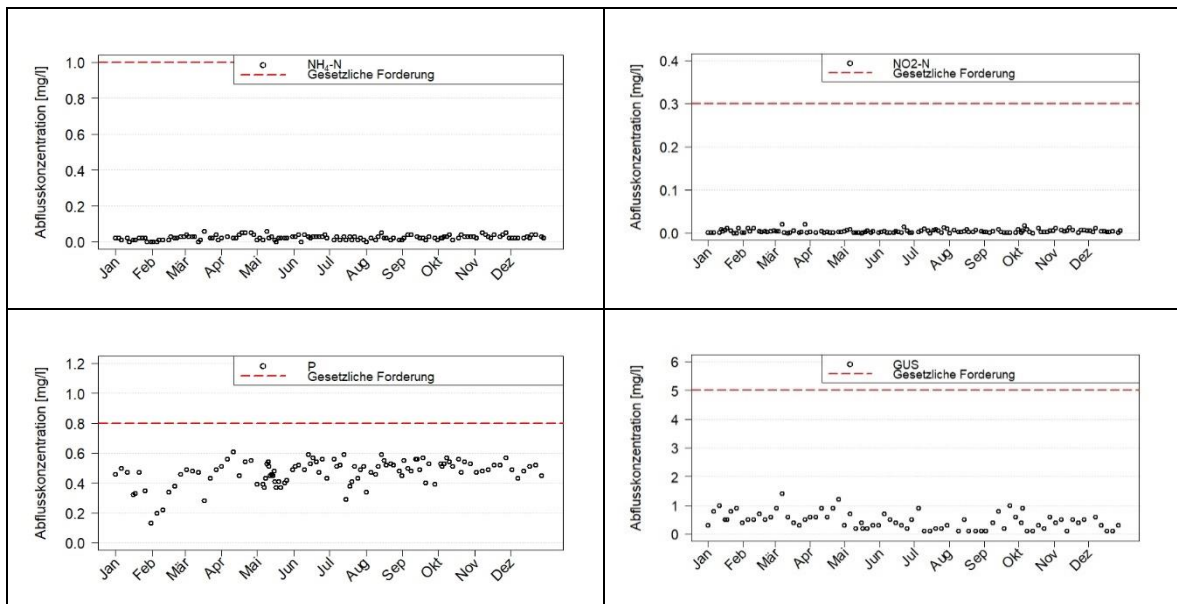
Im Folgenden werden die gemessenen Ablaufkonzentrationen und die Eliminationsleistungen von verschiedenen Parametern mit den Forderungen des Gesetzgebers verglichen. Die gesetzlichen Forderungen für Gesamtstickstoff beziehen sich auf das Jahresmittel. Die Eliminationsleistungen beziehen sich auf vorgeklärtes Abwasser.

Die **Ablaufwerte aus der Nachklärung** erlauben einen Eindruck über die Reinigungsleistung der Biologie und könnten allfällige Probleme und Engpässe aufzeigen, die bei der Betrachtung über die Filtration nicht ersichtlich wären.

Die **theoretische Denitrifikationsleistung** wird aus dem Verhältnis des Rücklaufschlammes und dem Abwasser Zulauf zur Biologie berechnet. Zur Berechnung der **tatsächlichen Denitrifikationsleistung** wird zuerst der Anteil des Stickstoffs, welcher in die Biomasse eingebaut wird, berechnet ($i_N = 0.0225$ g N/g CSB). Aufgrund der Datenverfügbarkeit wird die Denitrifikation mittels Ablaufwerte der Filtration berechnet. Betriebsdatenanalysen aus dem Jahr 2018, wo sowohl im Ablauf der Nachklärung als auch im Ablauf der Filtration Daten verfügbar sind ergaben für die Filtration einen Einfluss von $-2 \pm 1\%$ (23 Proben).

4.4.2 Auswertung





Analyse

4-1 Reinigungsleistung Biologie im Jahresverlauf

Die tiefen Ablaufkonzentrationen der Nachklärbecken bestätigen, dass die biologische Reinigungsstufe noch über eine ausreichend grosse Kapazität verfügt. Bei kalten Abwassertemperaturen wird eine gegenüber dem Jahresmittel leicht höhere Nitritkonzentration im Ablauf der Nachklärbecken registriert. Im Ablauf der Filtration war dies jedoch nicht mehr erkennbar.

4-2 Ablaufkonzentrationen Filtration 2021 im Jahresverlauf

Die Ablaufqualität ist nach wie vor sehr gut. Im Jahr 2021 gab es keinerlei Überschreitungen der gesetzlichen Anforderungen. Gegenüber dem Vorjahr liegt nun auch die Ablaufkonzentration des Phosphors konstant unterhalb des Grenzwerts.

Die Ablaufkonzentration des **Gesamtstickstoffs** beträgt 2021 im Mittel **ca. 9.9 mg/l**. Der Grenzwert von 15 mg/l im Jahresmittel wird somit deutlich unterschritten.

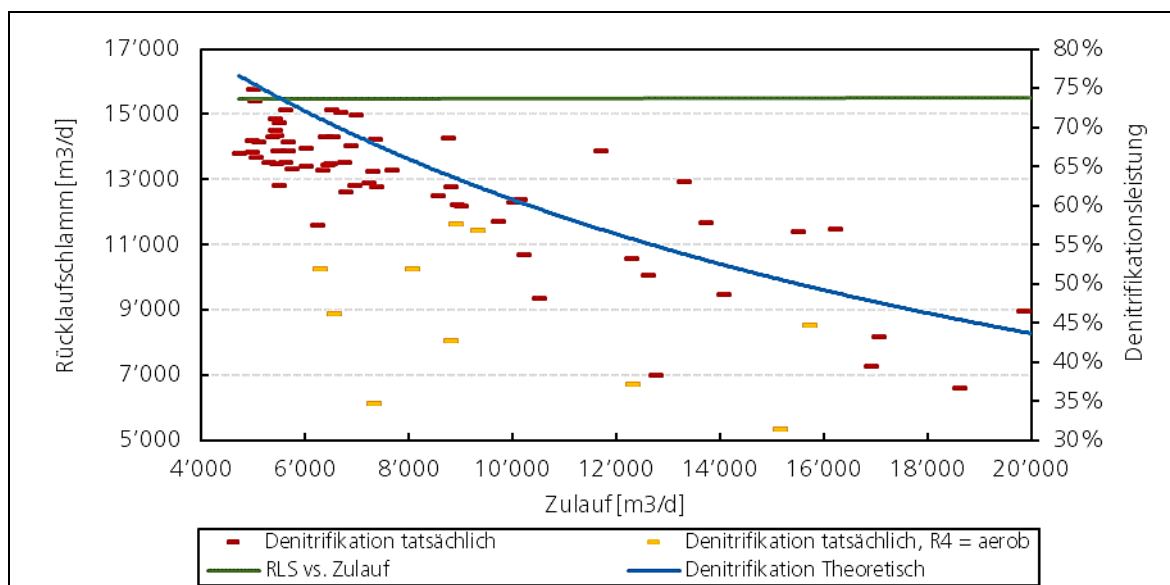
Eliminationsleistung

Parameter	Ohne Filtration	Ohne / Mit Filtration				
	2017	2018	2019	2020 ²	2021 ³	
CSB	94	94 / 95	94 / 96	94 / 96	94 / 96	%
NH ₄ -N	>99	>99 / >99	>99 / >99	>99 / >99	>99 / >99	%
N _{tot}	62	67 / 72	59 ¹ / 70	67 / 72	69 / 69	%
P _{tot}	86	84. / 85	85 / 85	86 / 86	82 / 85	%
MV	-	4 / 85	3 / 88	3 / 85	8 / 86	%

¹ Ab Februar keine regelmässige Probenahme im Abfluss der Nachklärung; Dieser Wert widerspiegelt die Elimination, wenn Reaktor 4 aerob

² Ab 2020 keine regelmässige Probenahme im Abfluss der Nachklärung (ausser NH₄-N)

³ Ab 2021 wieder regelmässige Messungen P_{tot}



Analyse

4-3 Eliminationsleistungen pro Betriebsjahr

Die Eliminationsleistungen halten sich seit dem Umbau Ozonung/Filtration im Jahr 2018 auf einem hohen Niveau und übertreffen die gesetzlichen Anforderungen.

4-4 Denitrifikation

Seit Ende Februar 2019 wird mit dem maximal möglichen anoxischen Volumen denitrifiziert, wobei der Reaktor 4 2021 teilweise belüftet wurde. Aus dem Verhältnis des Rücklaufschlammes und des ARA Zulaufs, wurde wie in den Vorjahren die theoretisch maximale Eliminationsleistung berechnet. Die Menge des Rücklaufschlammes beträgt im Mittel ca. das 2,5-fache des Trockenwetterzulaufs. Daraus ergibt sich eine theoretische Eliminationsleistung von rund 70%. 2021 wird die theoretische Eliminationsleistung mit einer tatsächlichen Denitrifikationsleistung von rund 60% unterschritten. Die Schwankungen liegen dabei in einem Bereich von rund $\pm 15\%$. Eine Anpassung des Rücklaufschlammabzugs an die Zulaufmenge wurde 2021 nicht vorgenommen. Der Rücklaufschlamm wurde wie bis anhin konstant abgezogen.

4.4.3 Massnahmen

Massnahme	Priorität
Maximierung anoxischer Betrieb Zone R4 Die Denitrifikationsleistung ist höher solange R4 anoxisch betrieben wird. Je nach Temperatur und Zulauffracht soll der anoxische Betrieb maximiert werden.	●

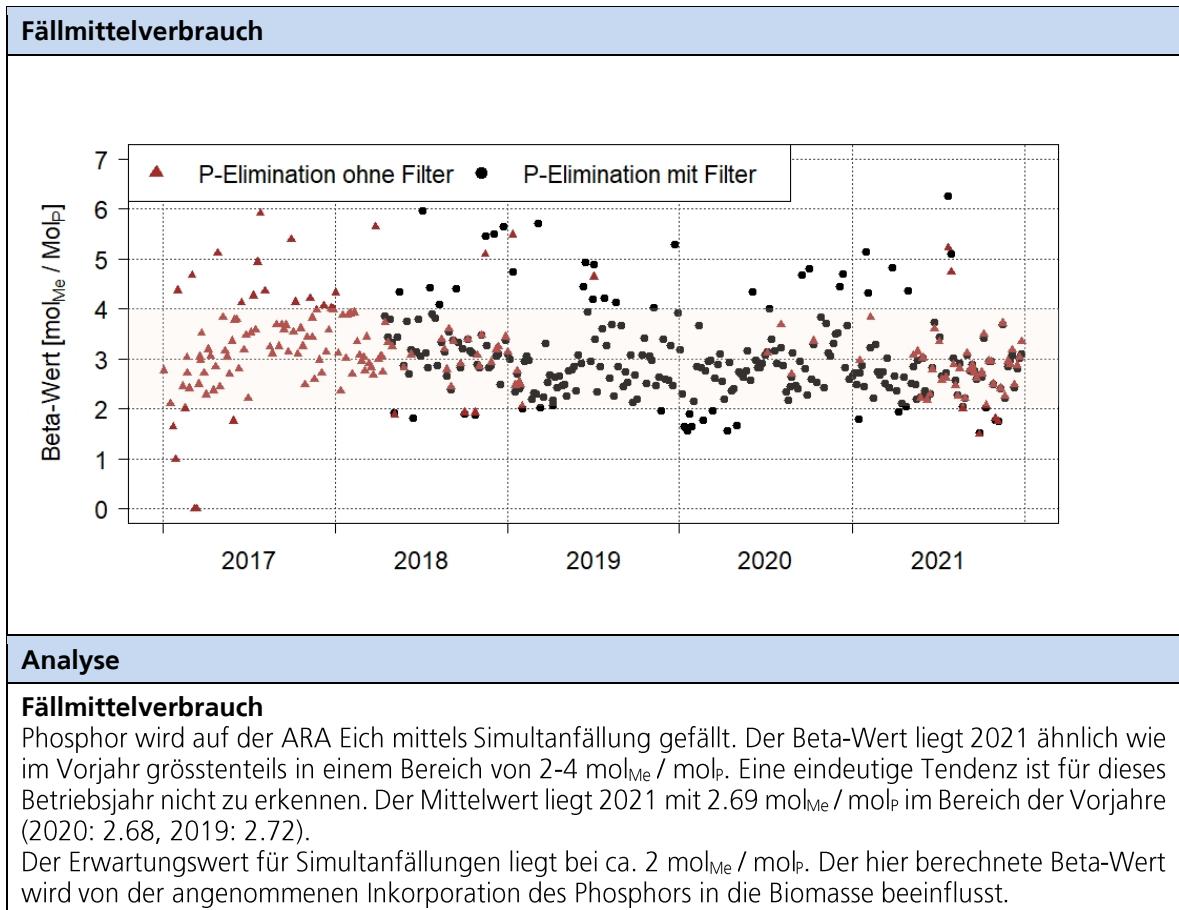
4.5 Phosphor Fällung

4.5.1 Methode

Um den Fällmittelverbrauch zu bewerten wird der sogenannte **Beta-Wert** verwendet. Der Beta-Wert bildet das Verhältnis zwischen dosierten Metallionen und gefälltem Phosphor. Der gefällte Phosphor wird aus der Differenz von der Fracht im Ablauf der Vorklärung, der Fracht im Ablauf der Nachklärung – respektive ab 2018 Ablauf Filtration - und des in die Biomasse inkorporierten Phosphors berechnet. Die Inkorporation wird als $i_p = 0.0075 \text{ g P/g CSB}$ angenommen. Wie bei der Phosphorbilanz wird der Filtration eine Reinigungsleistung von 10% bezüglich des Phosphors zugeschrieben und berücksichtigt.

Als Fällmittel wurde **Utopur** mit einem Metallgehalt von 1.53 mol Me / kg und einer Dichte von 1.24 kg/l verwendet (gemäss Datenblatt Feralco, 2016).

4.5.2 Auswertung



4.5.3 Massnahmen

Massnahme	Priorität
<p>Optimierung Fällmittelbedarf Zwischen April 2021 und April 2022 wird das Fällmittel Versuchsweise proportional zur P-Fracht dosiert. Nach Abschluss der Versuchsphase wird entschieden, ob die Frachtdosierung fix installiert werden soll.</p>	●

4.6 Elimination Mikroverunreinigungen

4.6.1 Methode

Die Überprüfung des Reinigungseffekts von Massnahmen zur Elimination von organischen Spurenstoffen bei Abwasserreinigungsanlagen ist in der Verordnung 814.201.231 des UVEK geregelt. Die Elimination von Mikroverunreinigungen wird anhand einer Stoffpalette von Indikatorsubstanzen gemessen und quantifiziert. Die in der Verordnung des UVEK publizierte Liste umfasst 12 Stoffe, die in 2 Kategorien eingeteilt werden:

- Kategorie 1 (sehr gut entfernbar): Amisulprid, Carbamazepin, Citalopram, Clarithromycin, Diclofenac, Hydrochlorothiazid, Metoprolol, Venlafaxin
- Kategorie 2 (gut entfernbar): Benzotriazol, Candesartan, Irbesartan, 4-Methylbenzotriazol und 5-Methylbenzotriazol als Gemisch

Der **massgebende Reinigungseffekt** wird durch das arithmetische Mittel des Reinigungseffektes aller zur Berechnung herangezogener Substanzen ermittelt. Dadurch wird sichergestellt, dass ein breites Spektrum an MV aus dem Abwasser entfernt wird und auch ein optimaler Betrieb gewährleistet ist. Die verwendeten Messmethoden haben den anerkannten Regeln der Technik zu entsprechen.

Im Kanton Zürich erfolgt die Berechnung des Reinigungseffekts in der Praxis wie folgt:

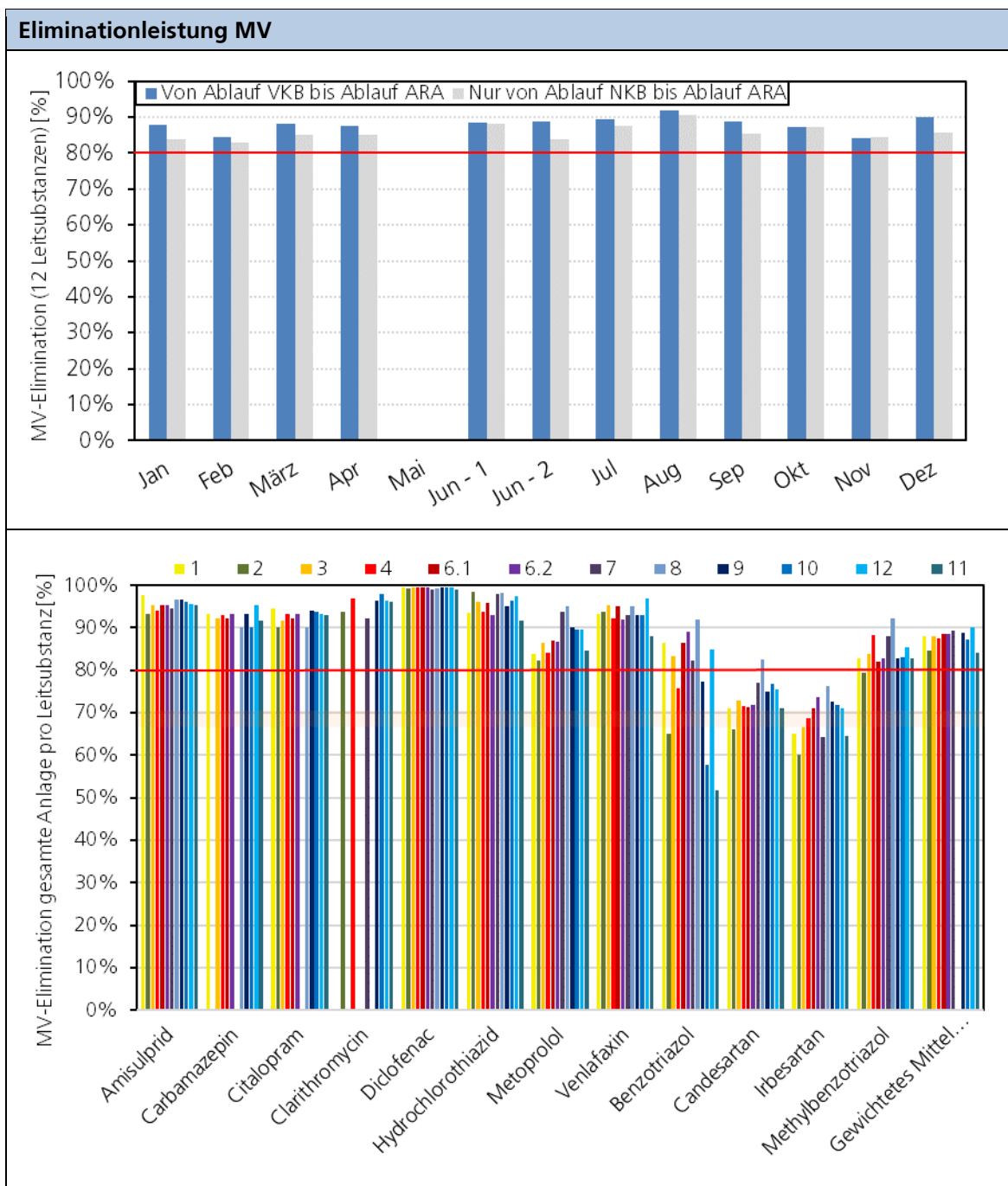
- Falls die Konzentration einer Substanz im Ablauf der ARA kleiner als die Bestimmungsgrenze ist, wird sie für die Berechnung der prozentualen Elimination der Substanz gleich der Bestimmungsgrenze gesetzt.
- Für die Berechnung des Gesamtreinigungseffekts wird die prozentuale Elimination sämtlicher Substanzen der Kategorie 1 und 2 herangezogen, die in einer ausreichenden Konzentration vorliegen. Eine Substanz liegt in einer ausreichenden Konzentration vor, wenn die Konzentration im Zulauf der ARA mindestens das 10-fache der Bestimmungsgrenze der Substanz im Ablauf der ARA beträgt.
- Der Gesamtreinigungseffekt wird als der im Verhältnis 2 zu 1 gewichtete Mittelwert des arithmetischen Mittelwerts aller prozentualen Eliminationen der Substanzen aus Kategorie 1 zum arithmetischen Mittelwert aller prozentualen Eliminationen der Substanzen aus Kategorie 2 berechnet.
- Berücksichtigt werden zudem auch die Kontrollmessungen des AWEL

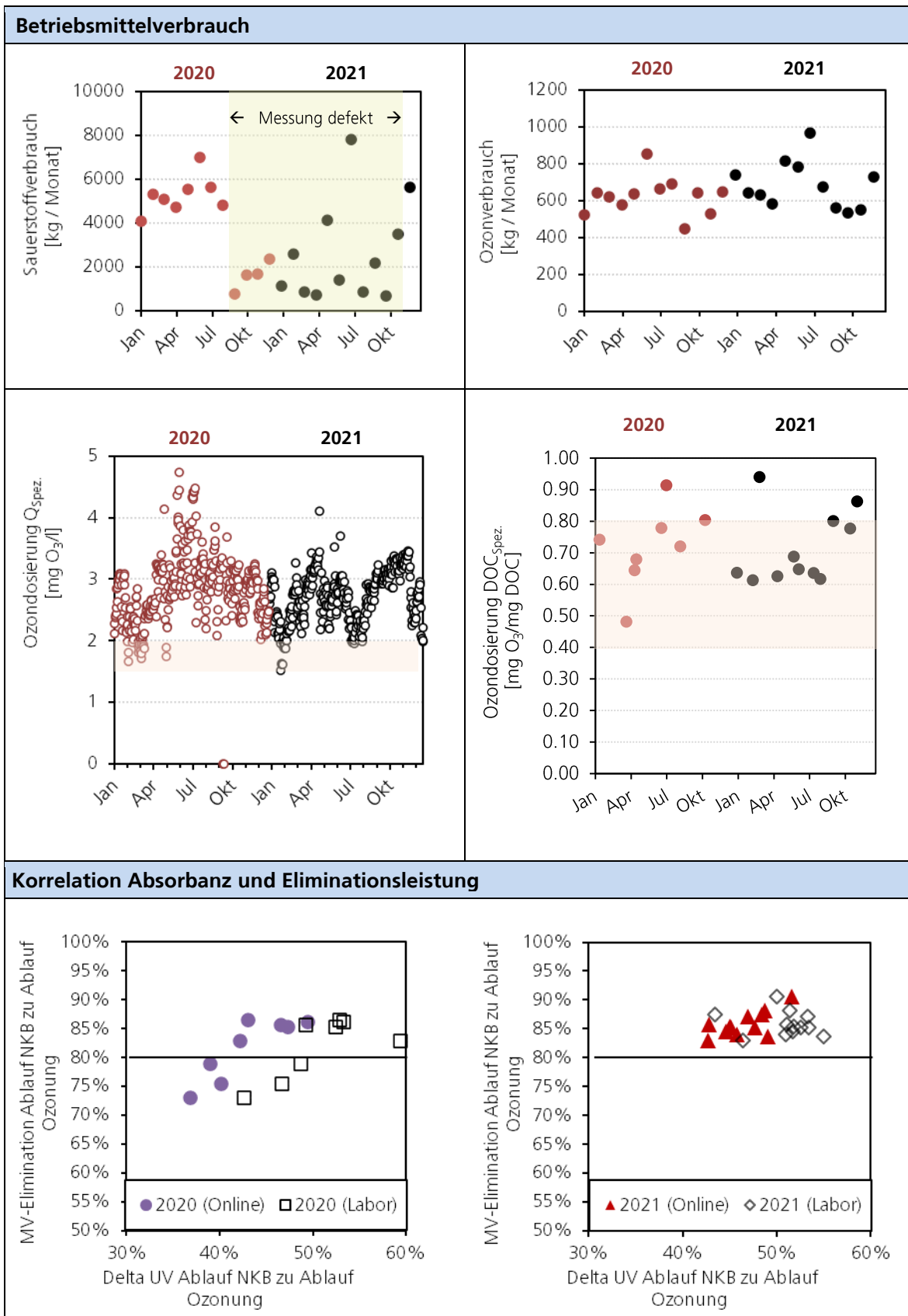
Die massgebende MV-Eliminationsleistung wird von Ablauf VKB bis Ablauf ARA berechnet. Zusätzlich wird nachfolgend auch die Eliminationsleistung der eigentlichen MV-Stufe (Ablauf NKB bis Ablauf ARA) angegeben. Die Substanzen werden in 48-h-Proben gemessen. Dafür werden die beiden 24-h-Proben jeweils im Verhältnis der beiden 24-h-Abwassermengen gemischt.

Die **Anzahl der jährlichen Probenahmen** richtet sich nach der Anlagegrösse: Bei Anlagen unter 50'000 EW sind es mindestens 12 Proben pro Jahr. Ab dem 2. Jahr nach Inbetriebnahme oder Erweiterung der Anlage sind mindestens 6 Proben zu untersuchen, wenn das Abwasser im letzten Jahr die Anforderungen eingehalten hat. Hält das Abwasser in einem Jahr die Anforderung nicht ein, sind im folgenden Jahr wieder mindestens 12 Proben zu untersuchen. Die Anzahl der zulässigen Abweichungen richtet sich nach der Anzahl der jährlichen Probenahmen. Bei 12 Proben sind maximal zwei Abweichungen zulässig, bei 6 Proben eine.

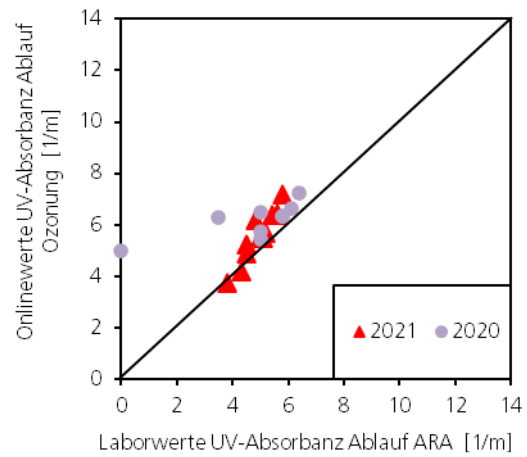
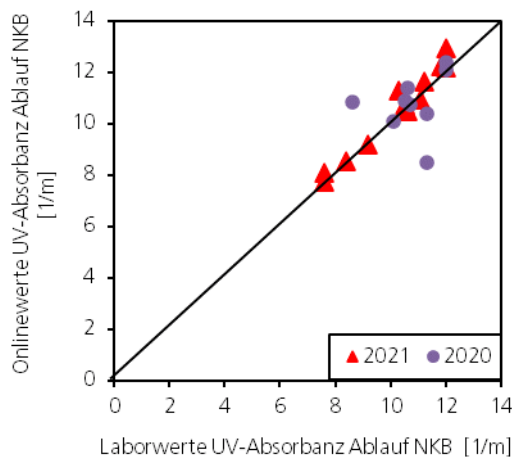


4.6.2 Auswertung





Qualität der Messungen



Analyse

5-1 Eliminationsleistung Ozonung

Es wurden über **99% des anfallenden Abwassers** durch die Ozonung behandelt. Die geforderte Reinigungsleistung wurde 2021 in allen 12 Proben erreicht resp. übertroffen. Die DOC spezifische Ozondosierung war 2021 relativ konstant im mittleren Bereich der Erwartung. Lediglich im März sowie von September bis November lag sie höher als in den restlichen Monaten und knapp über dem Erwartungsbereich. Die aktuelle Betriebsweise wird durch die gute Eliminationsleistung bestätigt.

5-2 Betriebsmittelverbrauch Ozonung

Aufgrund eines Defekts der Messung (Mitte 2020 – ca. Dezember 2021) liegen für das Jahr 2021 keine verlässlichen Daten für den Sauerstoffverbrauch der Ozonproduktion vor. Der Ozon-Eintrag lag mit **8'200 kg O₃ /a** etwas höher als im Vorjahr (7'500 kg O₃ /a). Daraus ergibt sich rechnerisch eine mittlere Ozonkonzentration im eingetragenen Gas von 26%. Aus den Versuchen im Jahr 2018 wurde bei Trockenwetter von einer Ozondosierung von ca. 1.5 bis 2 mg O₃/l (resp. 0.4 mg O₃/mg DOC) ausgegangen. In den vergangenen Betriebsjahren hat sich jedoch gezeigt, dass für die Erreichung der 80%-Eliminationsleistung eine leicht höhere Ozondosierung notwendig ist. 2021 lag die tatsächliche Ozondosierung gemäss den Abbildungen mit **2.7 mg O₃/l** (resp. 0.71 mg O₃/mg DOC basierend auf 11 Labormessungen) immer noch im typischen Bereich von 0.4 - 0.8 mg O₃/mg DOC.

5-3 Regelung nach Absorbanzabnahme

Im Jahr 2021 wurde die Ozondosierung mit der Differenz der UV-Absorbanz im Zu- und Ablauf der Ozonung geregelt. Die Abnahme der UV-Absorbanz und die erreichte Elimination von Mikroverunreinigungen zeigen, dass für die geforderte Eliminationsleistung eine Absorbanzabnahme von >40% benötigt wird.

5-4 Qualität der Messungen

Wie in den Abbildungen gut ersichtlich ist, stimmen die gemittelten Werte der Onlinemessungen der UV-Absorbanz im Zulauf der MV-Stufe (Ablauf NKB) sehr gut mit den Werten aus der Labormessung überein. Die Abweichungen liegen wie in den Vorjahren in einem Bereich von weniger als 10%. Ähnlich wie im Vorjahr war auch im Ablauf der MV-Stufe eine gute Übereinstimmung zwischen Onlinewerten und den Labormessungen zu beobachten, wobei die Onlinewerte aufgrund des unterschiedlichen Standorts der Probenahme (vor der Filtration) jeweils leicht höher lag als die Laborwerte.

4.6.3 Massnahmen

Massnahme	Priorität
Optimierung Regelung Ozonung Das Betriebskonzept soll weiter analysiert und verfeinert werden. Es wird insbesondere eine robuste Steuerstrategie bei Regenwetter (stark verdünntes Abwasser) benötigt.	●
Überwachung Messung Sauerstoffverbrauch für Ozonerzeugung Aufgrund eines Defekts lieferte die Messung des Sauerstoffverbrauchs für die Ozonung zwischen Mitte 2020 und Ende 2021 keine plausiblen Werte. Die Entwicklung des Sauerstoffverbrauchs für die Ozonerzeugung soll daher weiter beobachtet werden.	●

4.7 Faulung

4.7.1 Methode

Zur Berechnung der **Aufenthaltszeit** im Faulraum wurde das Volumen (880 m³) durch das 20 Tage gleitende Mittel der Frischschlammmenge geteilt. Der heutige Frischschlamm ist ein Gemisch aus dem maschinell eingedickten Überschussschlamm und eingedicktem Primärschlamm.

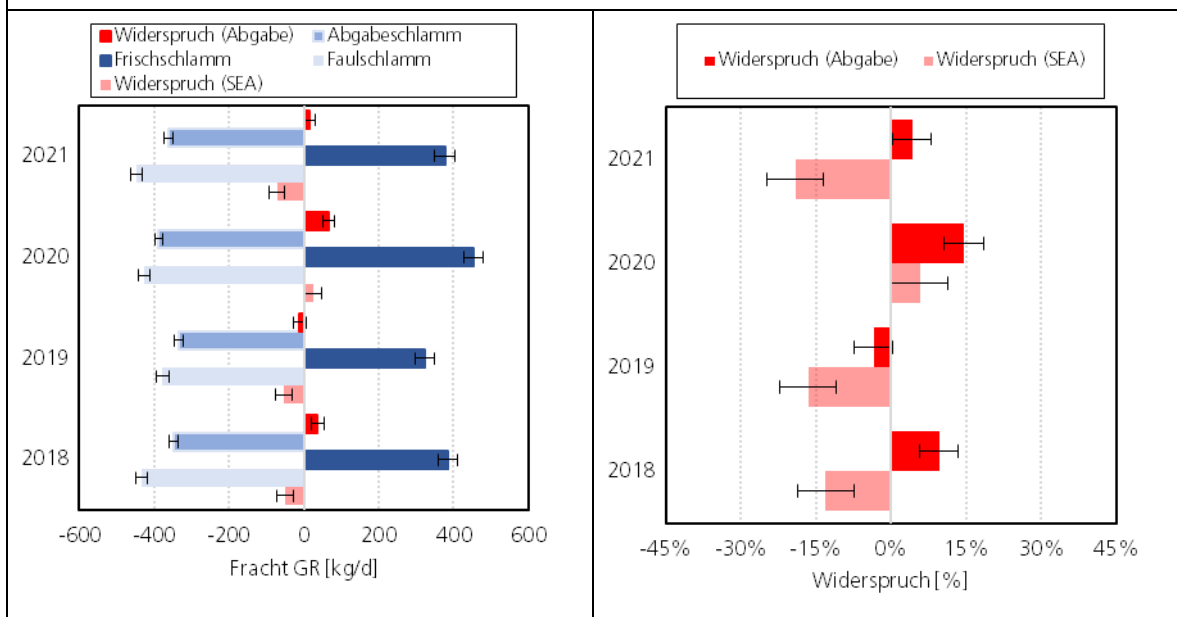
Für die Berechnung der **spezifischen Werte** wurden die 85%-EW der CSB-Frachten verwendet. Die Soll-Werte der Klärgasproduktion sind abhängig von der Aufenthaltszeit in der Vorklärung.

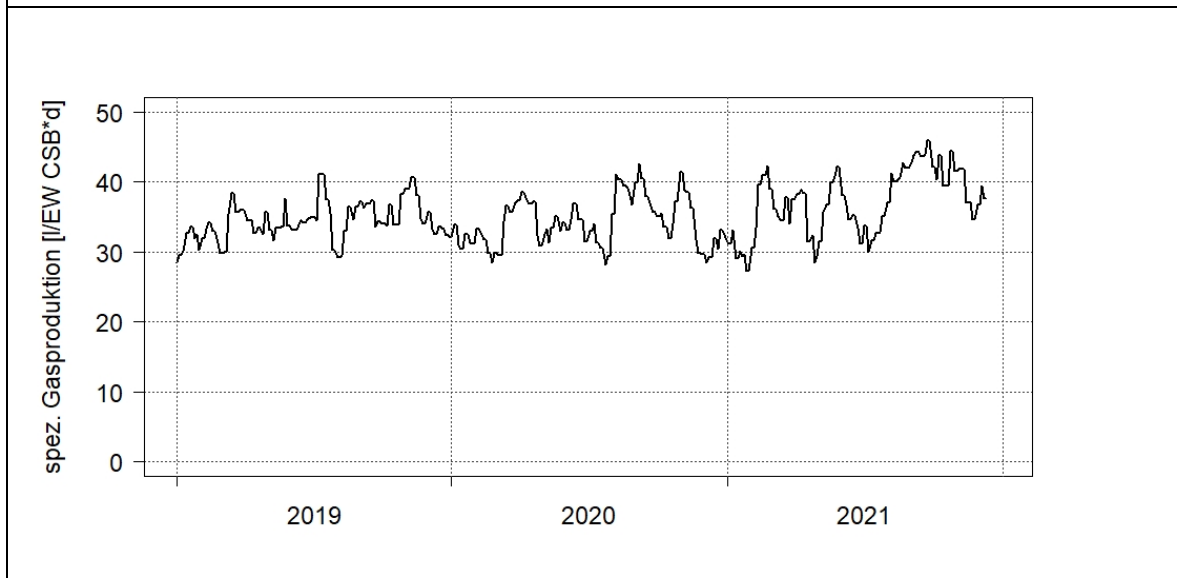
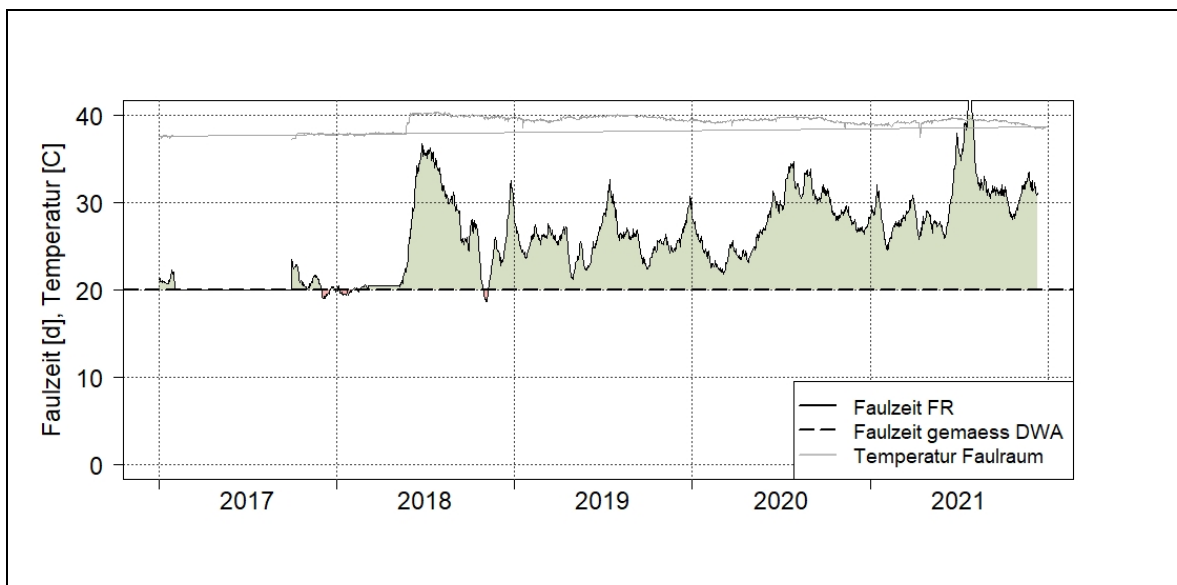
Zur Berechnung der **Glührückstand (GR)-Fracht** wurde das Jahresmittel der Frischschlammengen gebildet. Der TR- und GR-Gehalt im Frischschlamm werden nur an etwa 50 Tagen im Jahr ermittelt. Diese Konzentrationen schwanken wegen der Voreindickung des Frischschlammes jedoch relativ stark. Werden diese Proben gemittelt und als repräsentatives Jahresmittel angenommen, geschieht dies folglich mit einer grösseren Unsicherheit. In den Abbildungen werden die mittleren Frachten inklusive eines Bereichs dargestellt, in dem sich der tatsächliche Mittelwert sehr wahrscheinlich befindet. Ist dieser Bereich grösser als der Widerspruch selbst, ist der Widerspruch in der Massenbilanz nicht signifikant.

4.7.2 Auswertung

Schlammanfall, Gasproduktion und Faulzeit					
Parameter	Einheit	2019	2020	2021	SOLL
Schlammanfall¹					
	kg/d	1'676 ± 132	1'952 ± 113	1'730 ± 106	-
	g/EW*d	72	69	60	60 - 80
Glühverlust (GV)	%	82 ± 1	77 ± 2	78 ± 2	70-75
Trockenrückstand (TR) FRS	%	4.9 ± 0.4	6.1 ± 0.4	5.9 ± 0.4	4 - 6
Faulung					
Abbau organische TR	%	69 ± 7	68 ± 7	65 ± 6	45 - 50
Gasproduktion	l/EW*d	29	29	31	22 - 25
	l/kg oTS	476 ± 47	473 ± 39	568 ± 48	400-465
	m ³ /d	653	708	769	

¹Mittelwerte





Analyse

6-1 Schlammanfall und Gasproduktion

Der Schlammanfall ist 2021 gegenüber dem Vorjahr leicht gesunken. Der Glührverlust liegt im gleichen Bereich wie in den Vorjahren jedoch über dem Erwartungswert. Die spezifische Gasproduktion (568 l/kg oTS) und der Abbau der organischen TS (65%) sind sehr gut, wobei die spezifische Gasproduktion signifikant über dem Erwartungsbereich liegt. Der TS-Gehalt im Frischschlamm ist mit 5.9% wie bereits im Vorjahr sehr hoch.

6-3 Glührückstand-Bilanz

Die Berechnungen zeigen, dass die Bilanz des Glührückstands im Frisch- und Faulschlamm nach wie vor gut aufgeht. Trotz der kumulierten Unsicherheit durch die Verwendung von Mittelwerten des Durchflusses, Trockenrückstand und Glührverlust, lag die Abweichung bei lediglich 4%. Die beurteilten Schlammengen und Frachten sind somit plausibel. Die wenigen Messungen (1 mal pro Woche) und starken Schwankungen des TR-Gehalts im Frischschlamm haben allerdings einen starken Einfluss auf die Aussagekraft der Bilanz.



6-3 Faulzeit

Die minimale Faulzeit von rund 20 Tagen wird 2021 nicht unterschritten und liegt mehrheitlich über 25 Tagen. Ein guter und stabiler Betrieb der Faulung wird durch den guten Abbau der organischen Trockensubstanz und die hohe spezifische Gasproduktion bestätigt.

6-4 Jahresverlauf Gasproduktion

2021 war die CSB-spezifische Gasproduktion gegen Ende des Jahres höher als jeweils in den Vorjahren. Dank eines im Sommer leicht tieferen Schlammalters war kein Einbruch der CSB-frachtspezifischen Gasproduktion in den Sommermonaten zu beobachten. Dies war auch bereits in den Vorjahren der Fall.

4.7.3 Massnahmen

Massnahme	Priorität
Möglichkeit der Co-Substrat Zugabe Es soll abgeklärt werden, ob bei den Gastbetrieben diesbezüglich ein Interesse besteht.	●

4.8 Entwässerung

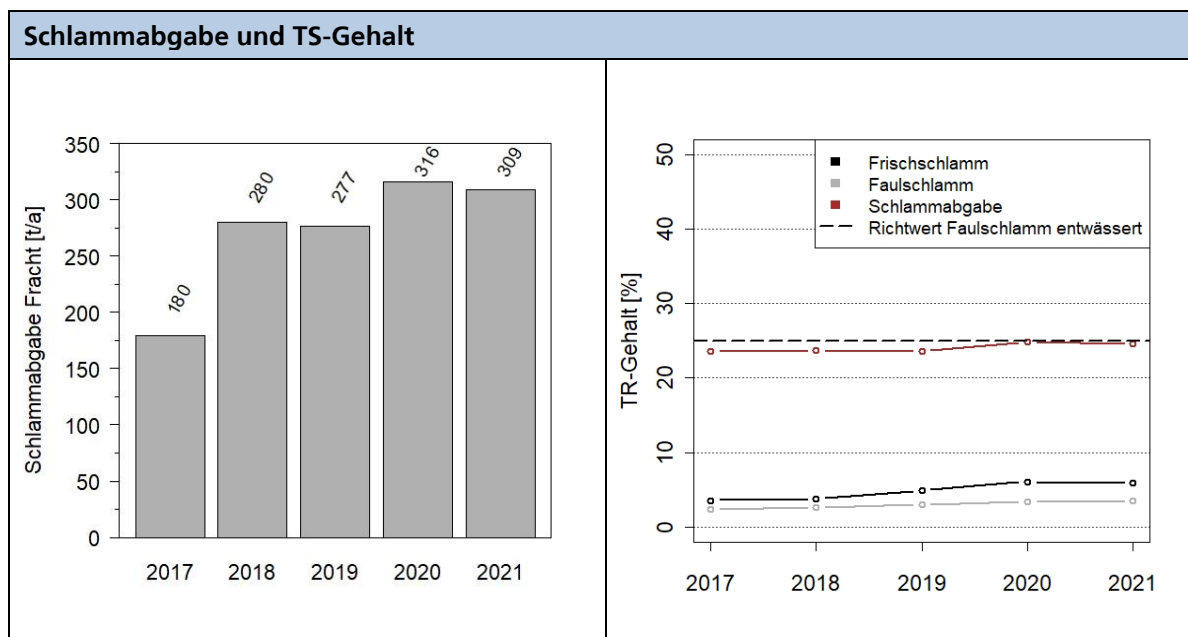
4.8.1 Methode

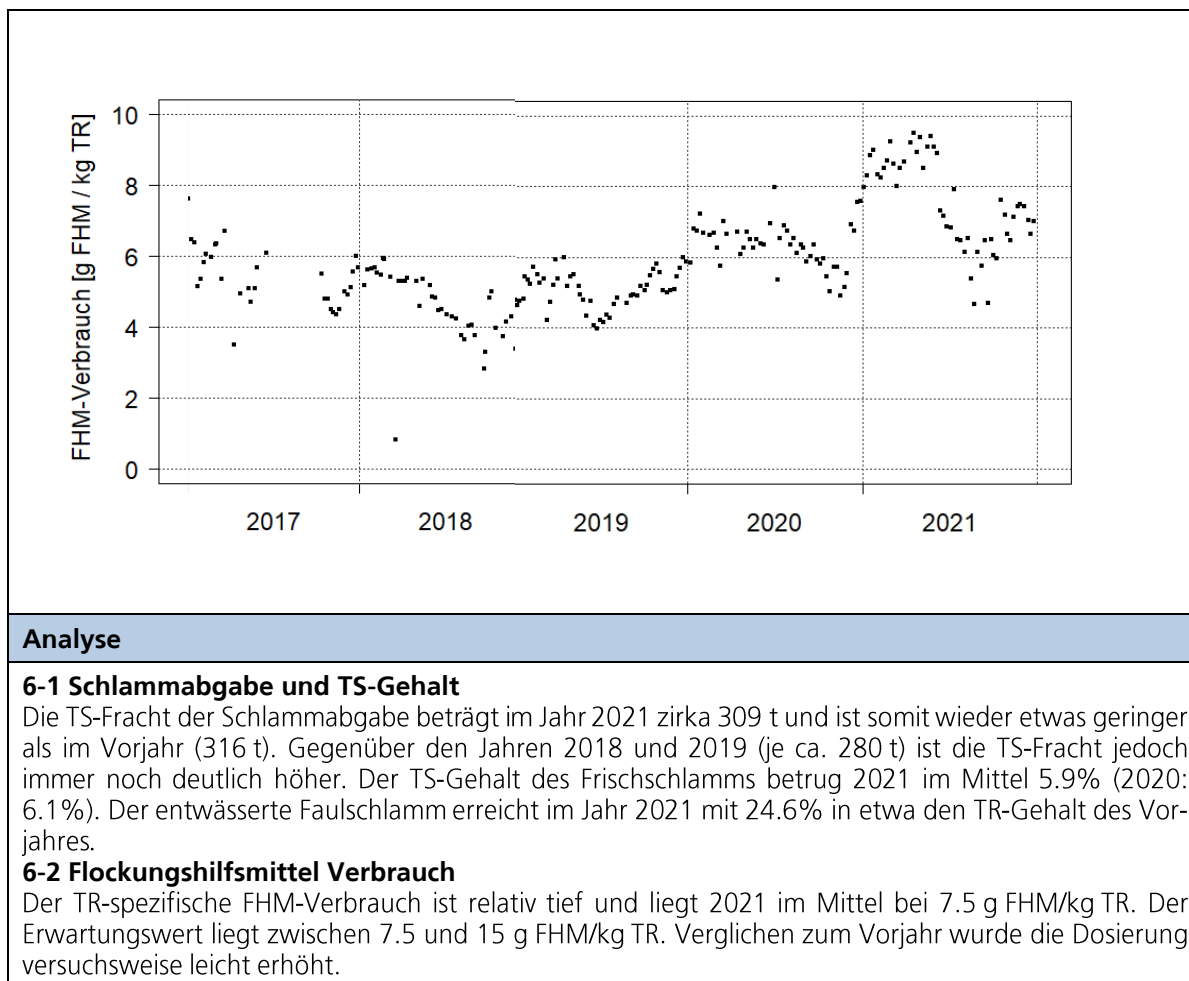
Die Fracht in der Schlammabgabe wird aus der Menge und der TR-Messung bei der Abgabe berechnet.

Von den TS-Gehalten des Frischschlammes, des Faulschlammes sowie des entwässerten Faulschlammes werden die Mittelwerte der einzelnen Jahre berechnet.

Der fracht spezifische Flockungshilfsmittelverbrauch (FHM) bezieht sich auf die Wirksubstanz. Es wird eine Dichte von 1 kg/l angenommen. Der Anteil Wirksubstanz im Konzentrat liegt bei 50%.

4.8.2 Auswertung





4.9 Energie

4.9.1 Methode

Die einwohnerspezifischen Energiewerte wurden mit den **mittleren CSB-Einwohnerwerten** berechnet und mit Richtwerten verglichen.

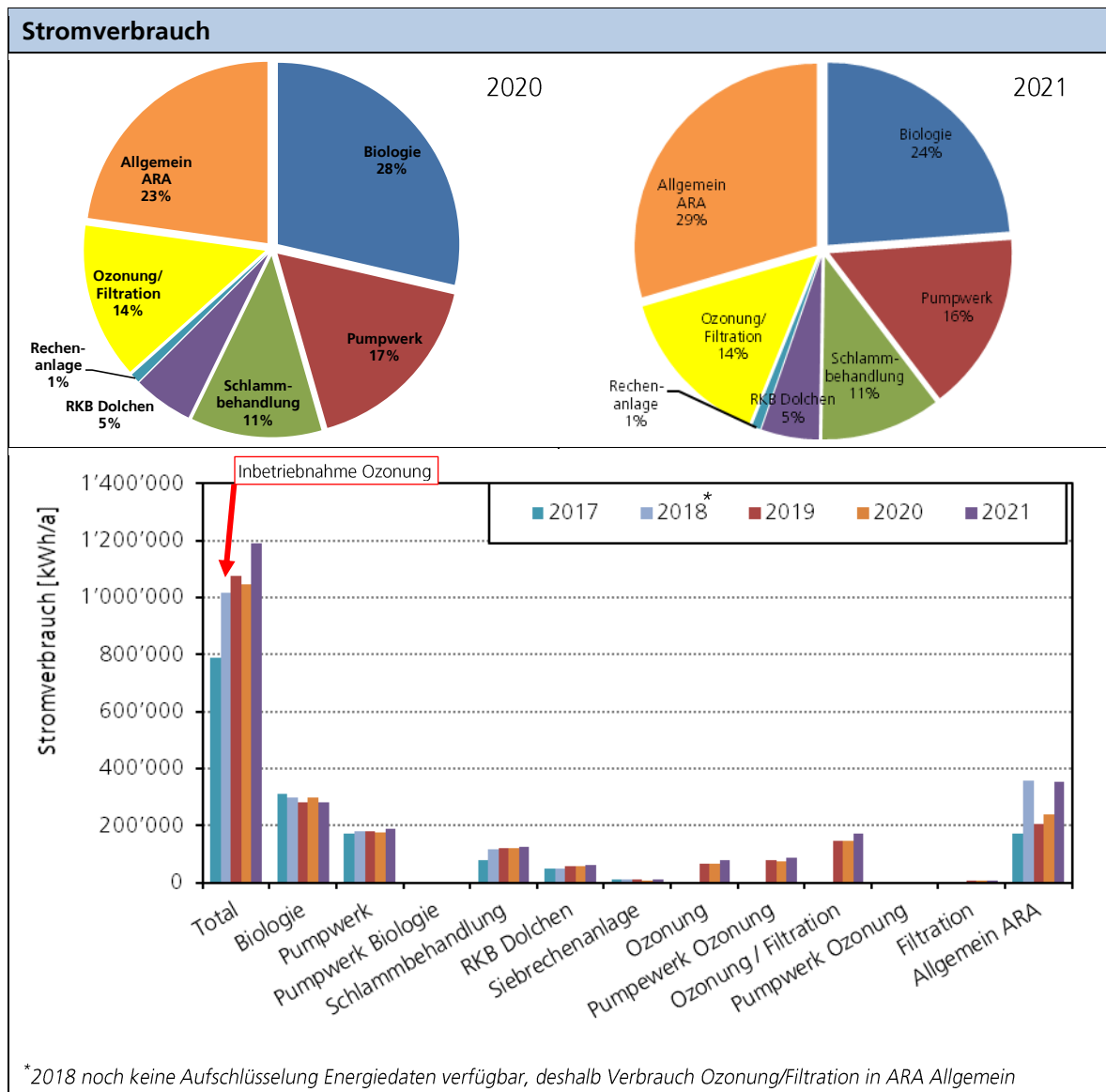
Der «Allgemeine ARA» Stromverbrauch wird im PLS als Differenz des Gesamtstromverbrauchs und den einzelnen Verbraucher berechnet. Die Daten vom PLS beinhalten immer noch die Ozonung und Filtration, welche deshalb auch subtrahiert werden müssen.

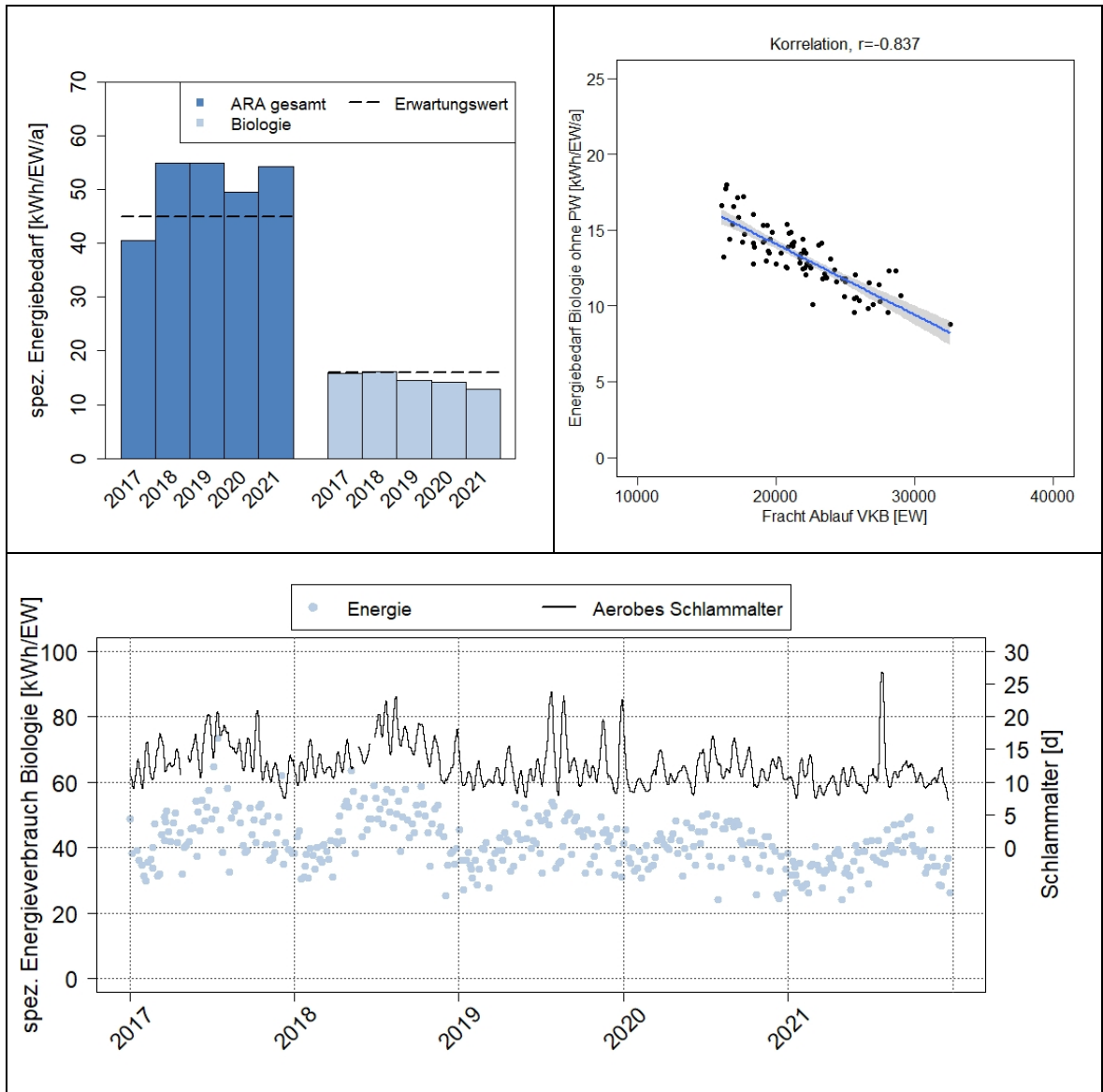
Für das Jahr 2018 gab es noch keine Aufschlüsselung der Energiedaten für **Ozonung und Filtration**, weshalb der «Allgemein ARA» Energieverbrauch erhöht ist. Der Verbraucher Ozon / Filtration beinhaltet sowohl Ozonproduktion, das Pumpwerk und die Filtration. Die Filtration hat einen extrem geringen Anteil von < 1% des gesamt Strombedarfs und wird deshalb nicht einzeln ausgewiesen.

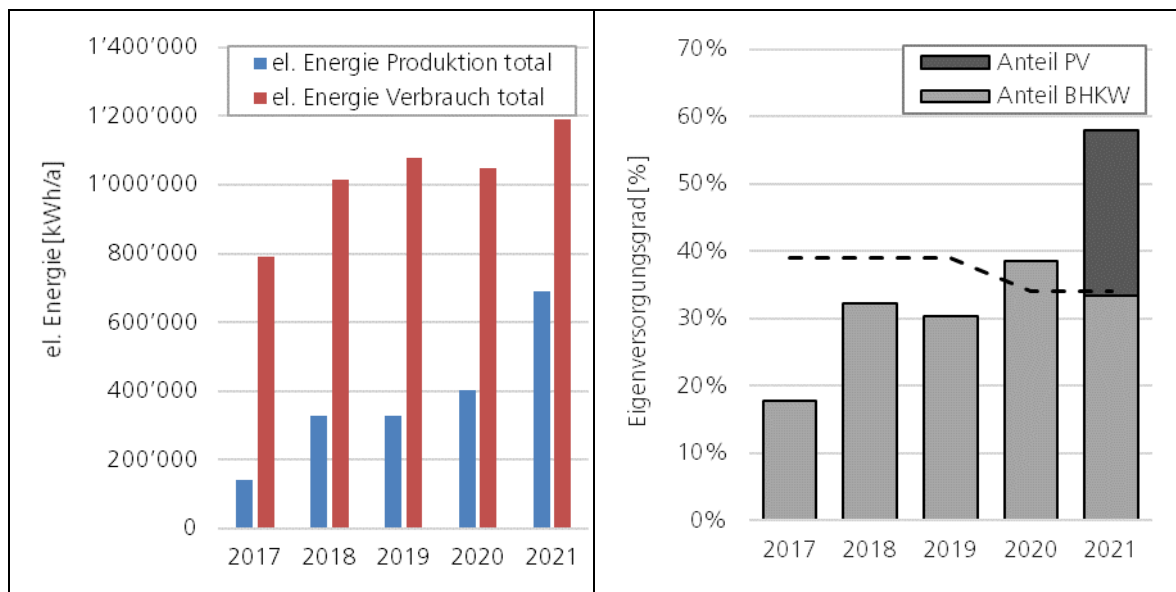
Der **spezifische Energiebedarf Der Pumpwerke** [kWh/m³/m] wird mittels Abwasseranfall und der Förderhöhe berechnet. Für das Jahr 2019 wurden die Daten ab 17.2 verwendet, da vorher keine Energiedaten verfügbar sind.

Der **Wirkungsgrad des BHKW** wird unter Annahme eines durchschnittlichen Methangehalts von 65% im Klärgas und einem unteren Heizwert für Methan von 9.968 kWh/m³ berechnet.

4.9.2 Auswertung







8-1 Anteile Stromverbraucher

Die Anteile der Energieverbraucher sind im Vergleich zum Vorjahr nahezu unverändert. Der prozentuale Anteil der Biologie konnte gegenüber dem Vorjahr gesenkt werden. Der Gesamte Stromverbrauch ist gegenüber 2020 um rund 14% gestiegen. Seit der Inbetriebnahme der Ozonung im Jahr 2018 hat sich der Energieverbrauch um rund 17% erhöht. Der zu erwartende Bereich liegt gemäss Handbuch «Energie in ARA» des VSA bei 10-30% Erhöhung.

8-2 Spezifische Stromverbräuche

Der **Elektrizitätsverbrauch der ARA** liegt mit knapp **54 kWh/EW*a** über dem vorgeschlagenen Richtwert von 45 kWh/EW*a und liegt 2021 wieder im Bereich der Jahre 2018-2019. Der spezifische **Elektrizitätsverbrauch der Biologie** liegt bei rund **13.6 kWh/EW*a** und konnte somit gegenüber den Vorjahren weiter optimiert werden. Im Ausbauziel von 28'000 EW (worauf die Aggregate ausgelegt sind) wird ein Energieverbrauch < 12 kWh/EW*a erwartet (siehe Korrelation).

8-3 Stromerzeugung

Der **Elektrizität-Eigenversorgungsgrad liegt bei 58%** und liegt somit deutlich höher als der Richtwert von 34% (Energie in ARA Kapitel 8.5, korrigiert für Filtration und EMV ab 2020). Im Jahr 2021 konnten rund **23% des Energiegehaltes** im Klärgas in elektrische Energie umgewandelt werden (2020: 26%). Der Richtwert von 33% konnte somit auch 2021 nicht erreicht werden. Ein Ersatz des BHKW ist in Planung (Vorprojekt).

Im Jahr 2021 wurden **8'144 Liter Heizöl** (2020: 5'792 l) verbraucht. Die Heizölmenge fällt je nach Winter in Abhängigkeit der Temperaturen unterschiedlich gross aus. Der Gasverbrauch über die **Fackel** beträgt ca. 0.5%.

Die **PV Anlage hat 2021 rund 292'000 kWh** Strom produziert. Dies entspricht in etwa dem Verbrauch der Biologie im selben Jahr.

5 Zusammenfassung / Massnahmen 2021

Die ARA Bassersdorf-Eich wird aktuell biologisch im Mittel rund 25'800 EW belastet. Dies entspricht 92% der Auslegung auf 28'000 EW. Die hydraulische Auslastung bei maximalem täglichem Trockenwetterzulauf liegt bei ca. 90%.

Die Anlage erbringt eine sehr gute Reinigungsleistung durch die sehr gute und umsichtige Betriebsführung von Patrick Sonderegger und seinem Team. Die gesetzlichen Einleitbedingungen werden vollumfänglich eingehalten und teilweise deutlich übertroffen. Die im Vorjahr besprochenen betrieblichen Massnahmen wurden weitestgehend umgesetzt. Die hohe Stickstoffelimination konnte weiterhin gehalten und der Energieverbrauch der Biologie gegenüber dem Vorjahr nochmals gesenkt werden.

Mit der Regelung der Ozonung wurde im Jahr 2021 weitere Betriebserfahrung gesammelt. Der Sauerstoff- und Ozonverbrauch ist ähnlich wie im Vorjahr und liegt bei 2.7 mg O₃/l (resp. 0.71 mg O₃/mg DOC). Die Eliminationsleistung in Bezug auf Spurenstoffe ist sehr gut und konnte in allen Proben eingehalten werden, dadurch kann die Anzahl Messungen für das nächste Jahr wieder auf 6 reduziert werden. Die Ozondosierung soll in den kommenden Jahren weiter optimiert werden. Zusammenfassend können aus der Betriebsdatenanalyse 2021 folgende betriebliche Massnahmen abgeleitet werden:

Massnahmen	Priorität
Ausrüstung Filterzelle 5 Um die hydraulische Kapazität zu erhöhen, wird 2022 die fünfte Filterzelle gemäss Projekt Ausbau und Kapazitätssteigerung ausgerüstet. Dies erlaubt Abwassermengen > 152 l/s wodurch eine Anpassung des Betriebskonzepts notwendig wird.	●
Auswertung Entlastungskennzahlen Netz und Darstellung in Faltblatt Im Sinne einer integralen Beurteilung Netz/ARA sollen ab 2022 die Entlastungshäufigkeit und Dauer der Aussenbauwerke separat ausgewertet werden. Der Zustand und die Entlastungskennzahlen werden auch im Faltblatt dargestellt.	●
Saisonale Variation TS-Konzentration Im Sommer könnte durch eine Absenkung der TS-Konzentration eine energetische Optimierung erreicht werden. Es wird empfohlen, die Absenkung weiterhin zu optimieren und den Effekt auf den Energieverbrauch und die Gasproduktion zu evaluieren.	●
Maximierung anoxischer Betrieb Zone R4 Die Denitrifikationsleistung ist höher solange R4 anoxisch betrieben wird. Je nach Temperatur und Zulauffracht soll der anoxische Betrieb maximiert werden.	●
Optimierung Fällmittelbedarf Zwischen April 2021 und April 2022 wird das Fällmittel Versuchsweise proportional zur P-Fracht dosiert. Nach Abschluss der Versuchsphase wird entschieden, ob die Frachtdosierung fix installiert werden soll.	●
Optimierung Regelung Ozonung Das Betriebskonzept soll weiter analysiert und verfeinert werden. Es wird insbesondere eine robuste Steuerstrategie bei Regenwetter (stark verdünntes Abwasser) benötigt.	●
Überwachung Messung Sauerstoffverbrauch für Ozonerzeugung Aufgrund eines Defekts lieferte die Messung des Sauerstoffverbrauchs für die Ozonung zwischen Mitte 2020 und Ende 2021 keine plausiblen Werte. Die Entwicklung des Sauerstoffverbrauchs für die Ozonerzeugung soll daher weiter beobachtet werden.	●
Möglichkeit der Co-Substrat Zugabe Es soll abgeklärt werden, ob bei den Gastrobetrieben diesbezüglich ein Interesse besteht.	●

Ziel ist es, diese Massnahmen im Verlaufe des Betriebsjahres 2022 umzusetzen.



Folgende weitere Massnahmen stehen in den kommenden Jahren auf der ARA Eich an:

Schwerpunkte 2021:

- Realisierung mobiles Notstromaggregat (ARA und Dolchen)
- Realisierung Belagsersatz um das Hebewerk
- Detailplanung Pumpwerk Dolchen inkl. Entlastung und Bau Rechenanlage
- Massnahmen Arbeitssicherheit Feinrechen
- Neuer Internetanschluss, lokale Sanierung Faulturm
- Optimierungskonzept Energiemanagement (PV und BHKW)
- Bewirtschaftungskonzept Sonderbauwerke

Ausblick 2022:

- Realisierung Pumpwerk Dolchen inkl. Entlastung und Bau Rechenanlage
- Ausrüstung Filtration 5. Zelle
- Planung Ersatz BHKW und Heizungssteuerung
- Planung Ersatz ÜSS-Eindickung
- Massnahmen integraler Gewässerschutz, Ersatz Niveaumessungen und Leitern
- Kostenteiler: Industrieanteil, Fremdwassermessung
- Planung Fremdwassermessung online
- Koordiniertes Spülkonzept Kanäle
- Grundwasserflusskonzept, optional

Ausblick 2023-2025

- Realisierung Ersatz BHKW und Heizungssteuerung
- Realisierung Ersatz ÜSS-Eindickung
- Planung und Realisierung Ersatz Faulschlamm-Eindickung
- Planung und Realisierung Batterie
- Planung und Realisierung Stapelabdeckung
- Planung Realisierung Alternative Heizung und Erweiterung PV Anlage
- Massnahmen integraler Gewässerschutz, Fremdwassermessung
- Sanierung RÜ Brugg und Niderwis

Zürich, 10.03.2022
tbr/fum/bue

HUNZIKER **BETATECH**

Hunziker Betatech AG
Bellariastr. 7
8002 Zürich

