



ARA Eich Bassersdorf

## Betriebsdatenauswertung 2022

### **Betriebstagebuch**

Objekt Nr. 1184.75  
Zürich, 20. März 2023

**HUNZIKER** **BETATECH**

EINFACH.  
MEHR.  
IDEEN.

**Impressum:**

Projektname: BTB ARA Eich-Bassersdorf

Teilprojekt:

Erstelldatum: 20. März 2023

Letzte Änderung:

Hunziker Betatech AG  
Bellariastr. 7  
8002 Zürich

Tel. 043 344 32 82

E-Mail: [zuerich@hunziker-betatech.ch](mailto:zuerich@hunziker-betatech.ch)

Verfasser  
Korreferent

Till Brändle  
Alexandra Fumasoli

Datei:

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

BTB\2023\01\_BT\_Berichte\1184.75-230320-b-BTB ARA Bassersdorf.docx



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ausgangslage</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Ziele</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Abkürzungen</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Analysen der Verfahrensstufen</b>	<b>5</b>
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	19
4.7	Faulung	23
4.8	Entwässerung	26
4.9	Energie	27
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung / Massnahmen 2021</b>	<b>31</b>





## 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 <sub>2</sub> )	40	>85
Gesamtstickstoff <sup>1</sup>	N <sub>tot</sub>	15	>55
Ammonium bei T > 10°C	NH <sub>4</sub> -N	1.0	>90
Nitrit	NO <sub>2</sub> -N	0.3	
Gesamtphosphor	P <sub>tot</sub>	0.8	>80
Ges. ungelöste Stoffe	GUS	5	
Mikroverunreinigungen <sup>2</sup>	MV		≥80%

<sup>1</sup>Im Jahresmittel einzuhalten

<sup>2</sup>gewichtetes arithmetisches Mittel Reinigungsleistung aller 12 Leitsubstanzen

## 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 fünf Jahren
- 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 $\text{N}_2$
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
$\text{N}_{\text{tot}}$	Gesamtstickstoff (Summe-N + org. gebundener Stickstoff)
oTS	organische Trockensubstanz (=Glühverlust)
$\text{P}_{\text{tot}}$	Gesamtphosphor
SEA	Schlammmentwässerungsanlage
Summe-N	$\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$
TS	Trockensubstanz
TR	Trockenrückstand
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 2018 bis 2022 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

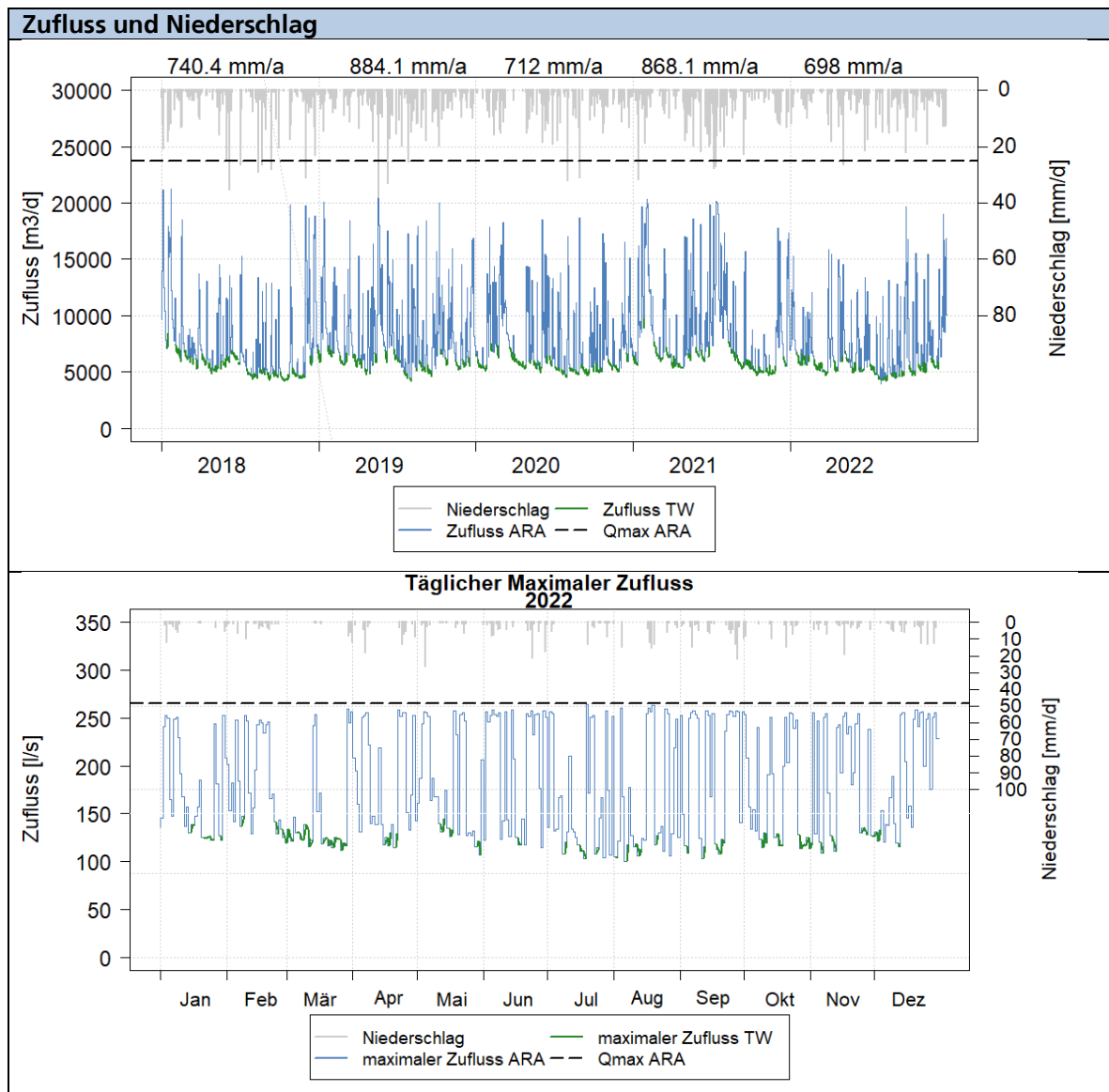
#### 4.1.1 Methode

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.

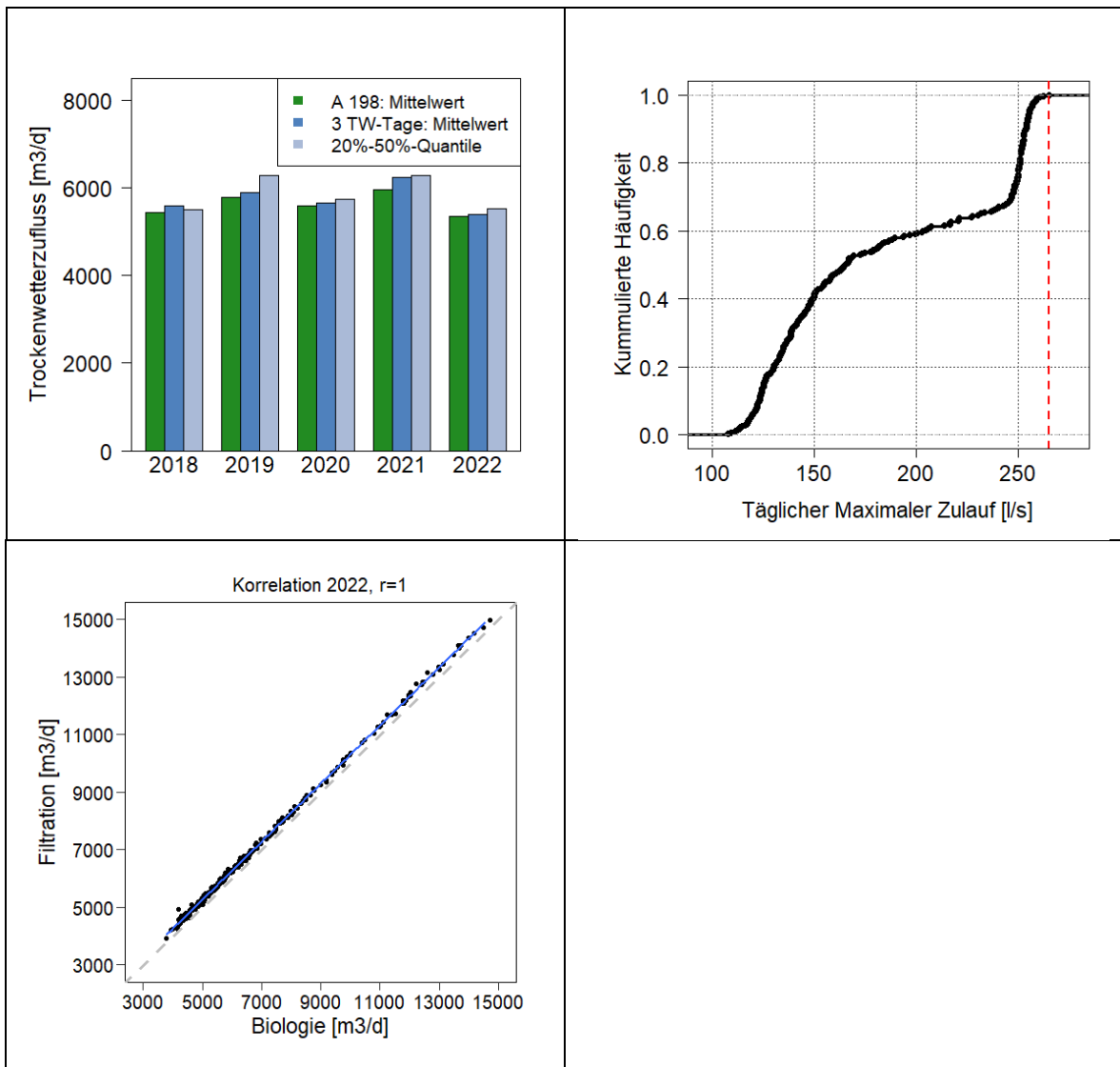
Zur Überprüfung der hydraulischen Auslastung der ARA werden die täglichen maximalen Durchflüsse ermittelt und mit der Auslegung verglichen. Die Durchflussdaten werden über 15 Minuten gemittelt, um Messfehler abzuschwächen. Die **hydraulische Auslastung** wird als Verhältnis des doppelten 85%-Quantils 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 2022 bei **7'115 m³/d** und somit rund 1'600 m³/d tiefer als im Vorjahr (8'700 m³/d). Die Niederschlagssumme lag 2021 bei **698 mm** (2021: 868 mm), was die tiefere Zuflussmenge erklärt.

Das 85%-Quantil des **Trockenwetterzulaufs** lag 2022 bei **5'960 m³/d** (Durchschnitt 2018-2021: 6'450 m³/d). Die Berechnung des Trockenwetterzulaufs mit den drei Methoden liefert für 2022 konsistente Resultate.

#### 1-2 Maximaler Zulauf

Das 85%-Quantil der maximalen täglichen Trockenwetter-Zuläufe beträgt im Jahr 2022 rund 133 l/s. Die hydraulische Auslastung (vgl. Abschnitt 4.1.1) liegt somit leicht über 100%. Aus der kumulierten Häufigkeit der maximalen täglichen Zuflüsse geht jedoch 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. Eine Optimierung der Zulaufmenge dank der 2022 erfolgten Ausrüstung der 5. Filterzelle angegangen werden.

#### 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 und alle Messungen berücksichtigen die internen Rückläufe. Die Abweichung des totalen jährlichen Durchflusses zur Biologie und zur Filtration beträgt im Jahr 2022 nur 3.9%. Aus der Korrelation wird ersichtlich, dass die minimale konstante Abweichung nicht vom Durchfluss abhängig ist und im gesamten Durchflussspektrum auftritt.

### 4.1.3 Massnahmen

Massnahme	Priorität
<b>Optimierung Zuflussmenge</b> Nach der 2022 erfolgten Ausrüstung der 5. Filterzelle soll die Zulaufmenge optimiert werden.	●

## 4.2 Biochemische Belastung Biologie

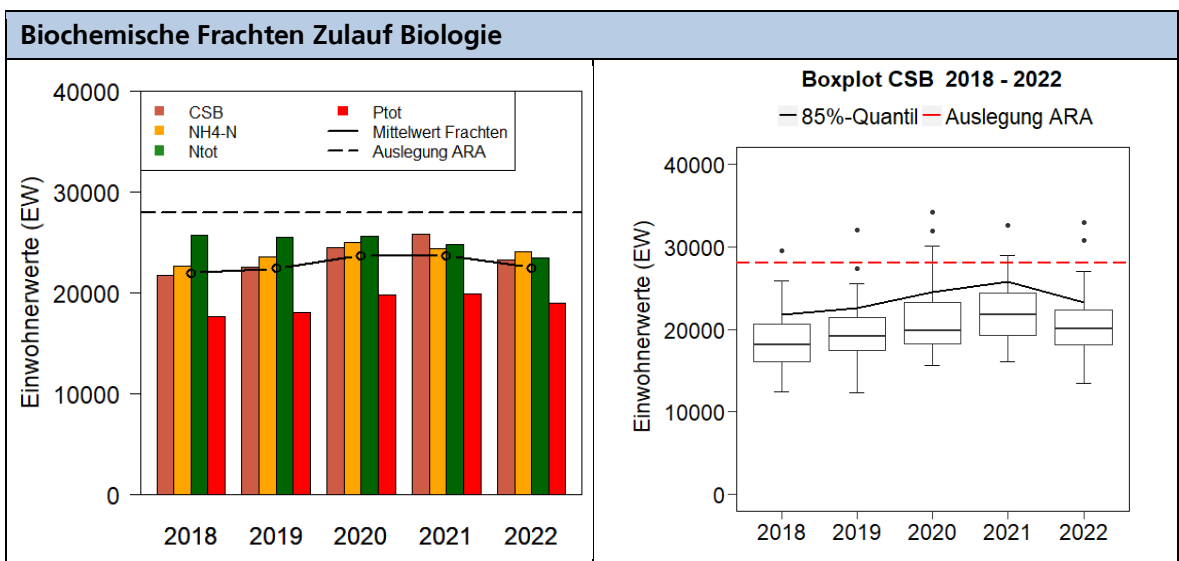
### 4.2.1 Methoden

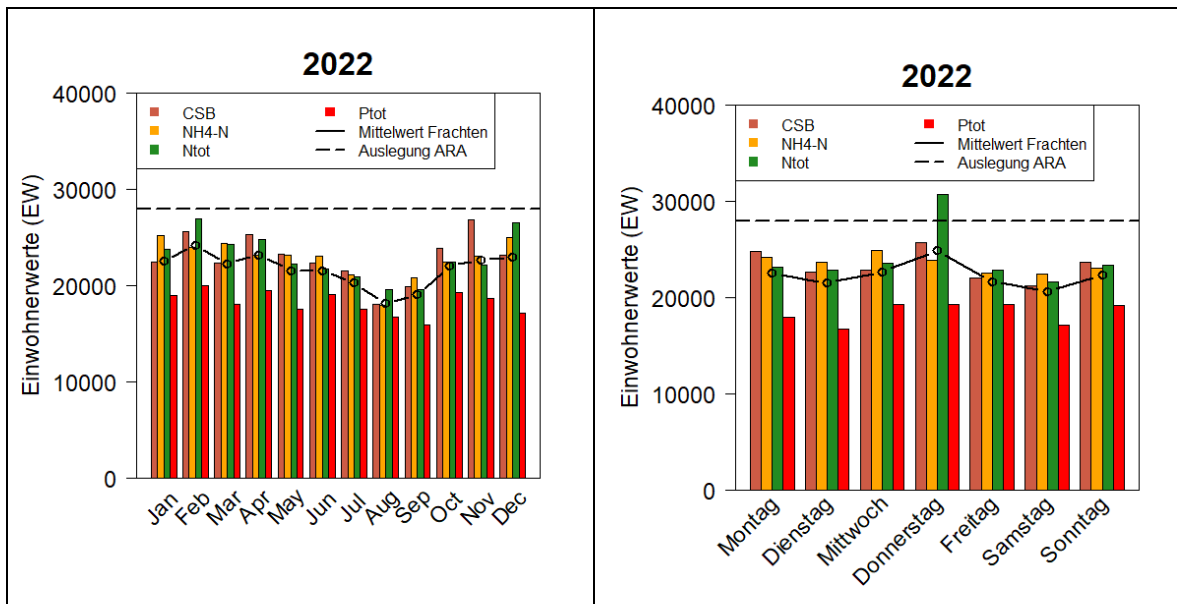
Die einzelnen Frachten wurden aus dem Zufluss zur Biologie und den jeweiligen Konzentrationen im Ablauf VKB berechnet. Für die Aggregation nach Jahren, Monaten und Tagen wurde jeweils der Wert verwendet, welcher an 85% der Tage unterschritten wurde.

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 NH<sub>4</sub>-N/(EW d), 11.5 g N<sub>tot</sub>/(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 sind gegenüber dem Vorjahr sichtbar gesunken (insb. CSB & NH<sub>4</sub>-N). Im Betriebsjahr 2022 betrug die massgebende CSB-Fracht im Mittel rund **23'300 EW**. Es wird vermutet, dass hier die Effekte der Corona Pandemie (Aufhebung der Home Office Pflicht, Rückkehr zum Pendlerverkehr) sichtbar sind. Die P-Fracht liegt wie in den Vorjahren deutlich unter derjenigen der anderen Parameter (Hauptursache: spezifischer Wert für Phosphor), ist jedoch gegenüber dem Vorjahr auf einem ähnlichen Niveau geblieben.

**2-2 Mittlere biochemische Frachten pro Monat**

Der Jahresverlauf der Frachten war 2022 ähnlich wie in den Vorjahren. Allerdings sind die Frachten in den Monaten August und September tiefer als im Vorjahr, was vermutlich auf die vermehrte Reiseaktivität nach der Corona Pandemie zurückzuführen ist. Abgesehen von den Sommermonaten bewegen sich die Frachten während des ganzen Jahres in einem ähnlichen Bereich.

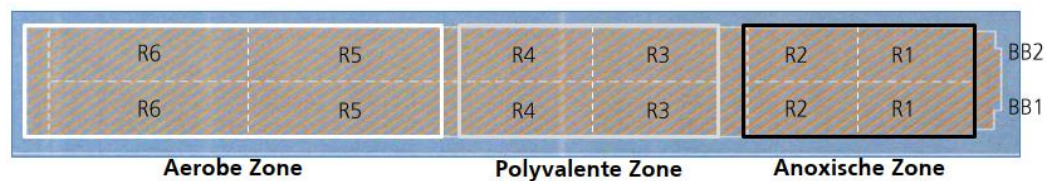
**2-3 Mittlere biochemische Frachten pro Wochentag**

Im Jahr 2022 liegen die Frachten an allen Tagen in einem ähnlichen Bereich. Die Ausnahme bildet die Gesamtstickstofffracht am Donnerstag, wobei es hier zu berücksichtigen gilt, dass von zehn Messwerten deren drei über dem 85%-Quantil des Gesamtjahres liegen. Wir gehen davon aus, dass dies Ausreisser sind. Der stabile Wochenverlauf spricht für einen geringen industriellen Einfluss.

**4.3 Biologie**

**4.3.1 Methode**

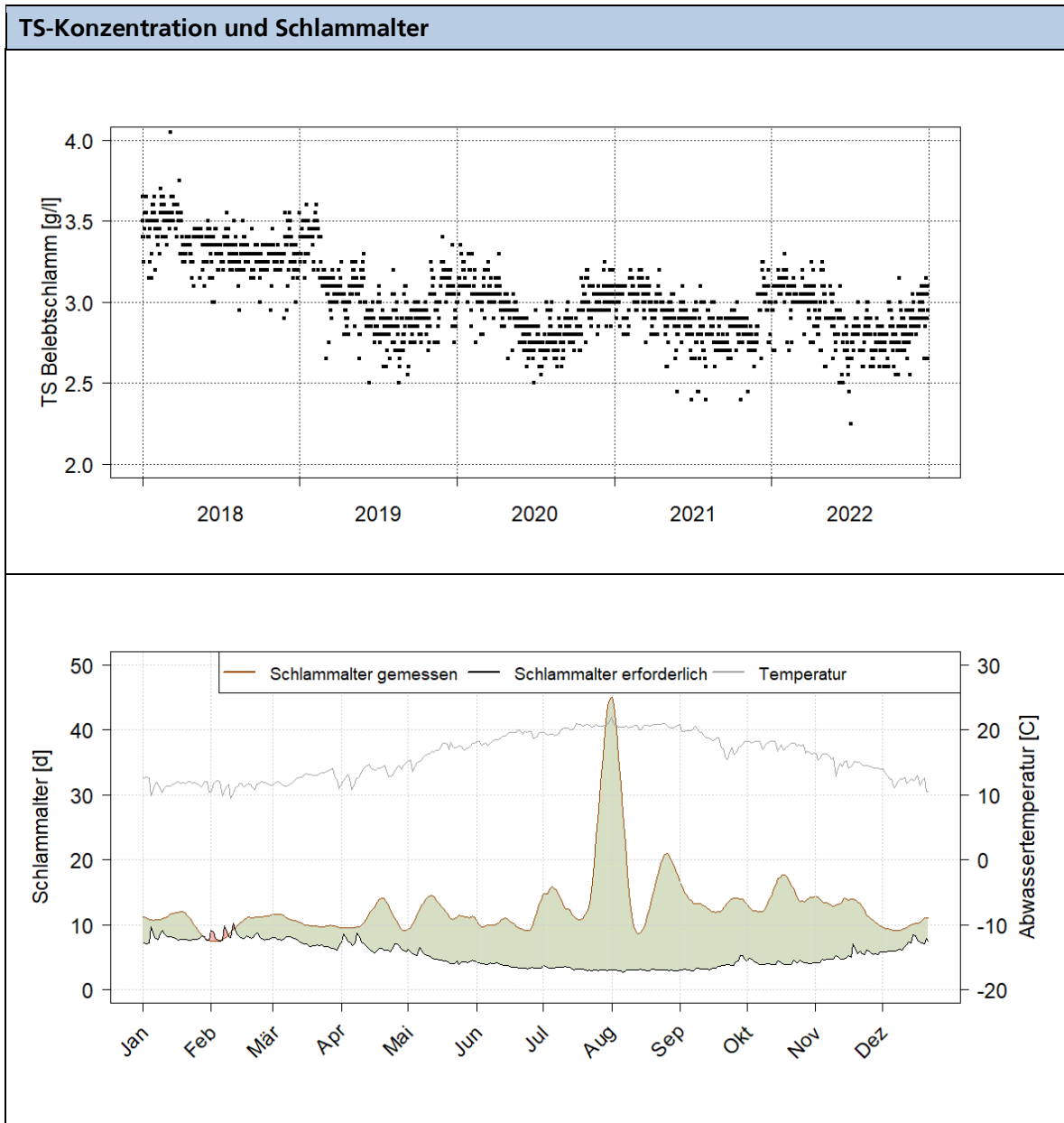
Zur Berechnung des **effektiven aeroben Schlammalters (SA)** wird die Masse der Feststoffe in den Belebungsbecken durch die Schlammverluste je Zeiteinheit (abzogener Überschussschlamm (ÜSS)) dividiert. Das erforderliche Schlammalter ist eine Funktion der Temperatur und wird gemäss ATV-131 mit einem Prüffaktor 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 2x 1'300 m<sup>3</sup>.

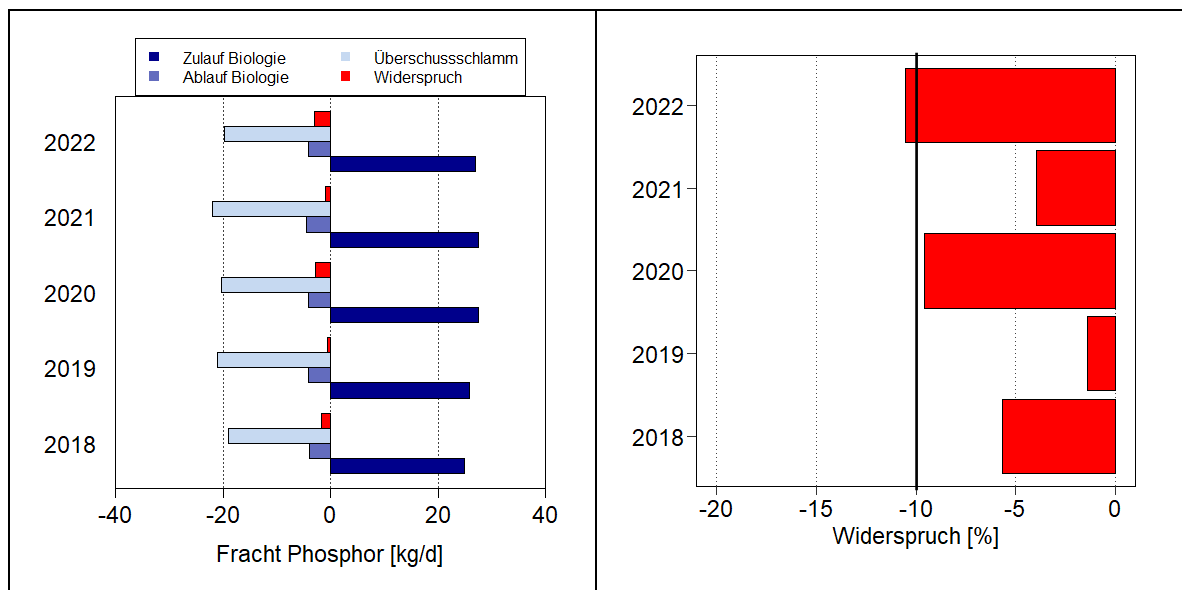


Mit einer **Phosphor-Bilanz** über die biologische Reinigungsstufe werden die Zulaufmessung zur Biologie und die ÜSS-messung überprüft. Zur Bilanzierung wird die Phosphorfracht im Ablauf der Vorklärung, im ÜSS und im Ablauf der Biologie benötigt. Auf der ARA Bassersdorf werden seit 2019 lediglich im 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

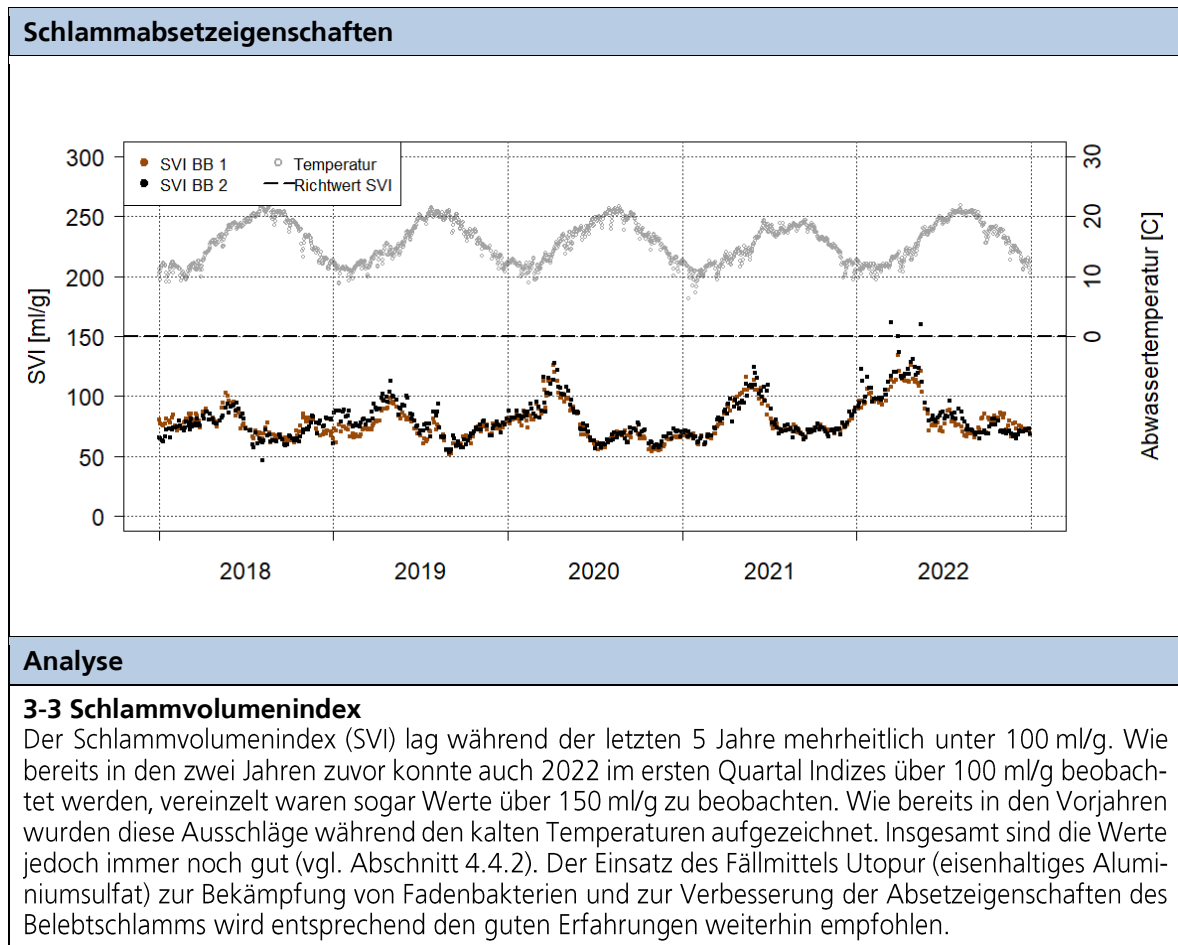
Seit Anfang 2019 konnten die TS-Konzentrationen in der Biologie auf einem tiefen Niveau zwischen 2.5 und 3.2 g/l gehalten werden. Dabei wurde die TS-Konzentration Sommer jeweils erfolgreich reduziert, wodurch die Konzentration im Jahresmittel deutlich gesenkt werden konnte (2018: 3.4 g/l, 2022: 2.9 g/l).

#### 3-2 Schlammalter Biologie

Die Biologie wurde praktisch während des gesamten Jahres mit einem aeroben Schlammalter von 10 Tagen oder mehr betrieben. Einzig Anfang Februar lag das gemessene Schlammalter unterhalb des erforderlichen Schlammalters (rote Fläche). Die Abwassertemperaturen lagen praktisch ganzjährig über 10°C. Das erhöhte Schlammalter von Ende Juli – Anfang/Mitte August geht mit einer Reduktion des Überschussschlammabzugs in diesem Zeitraum einher.

#### 3-3 Phosphorbilanz

Mit der Phosphorbilanz wird die Zulauf- und ÜSS-Messung sowie die TR-Messung im ÜSS verifiziert. Der angenommene Phosphoranteil im ÜSS bringt jedoch Unsicherheiten mit sich. Die Abweichung im Jahr 2022 ist mit ca. 10.5 % höher als im Vorjahr (4 %) und liegt im Bereich des Jahres 2020.



## 4.4 Ablauf ARA

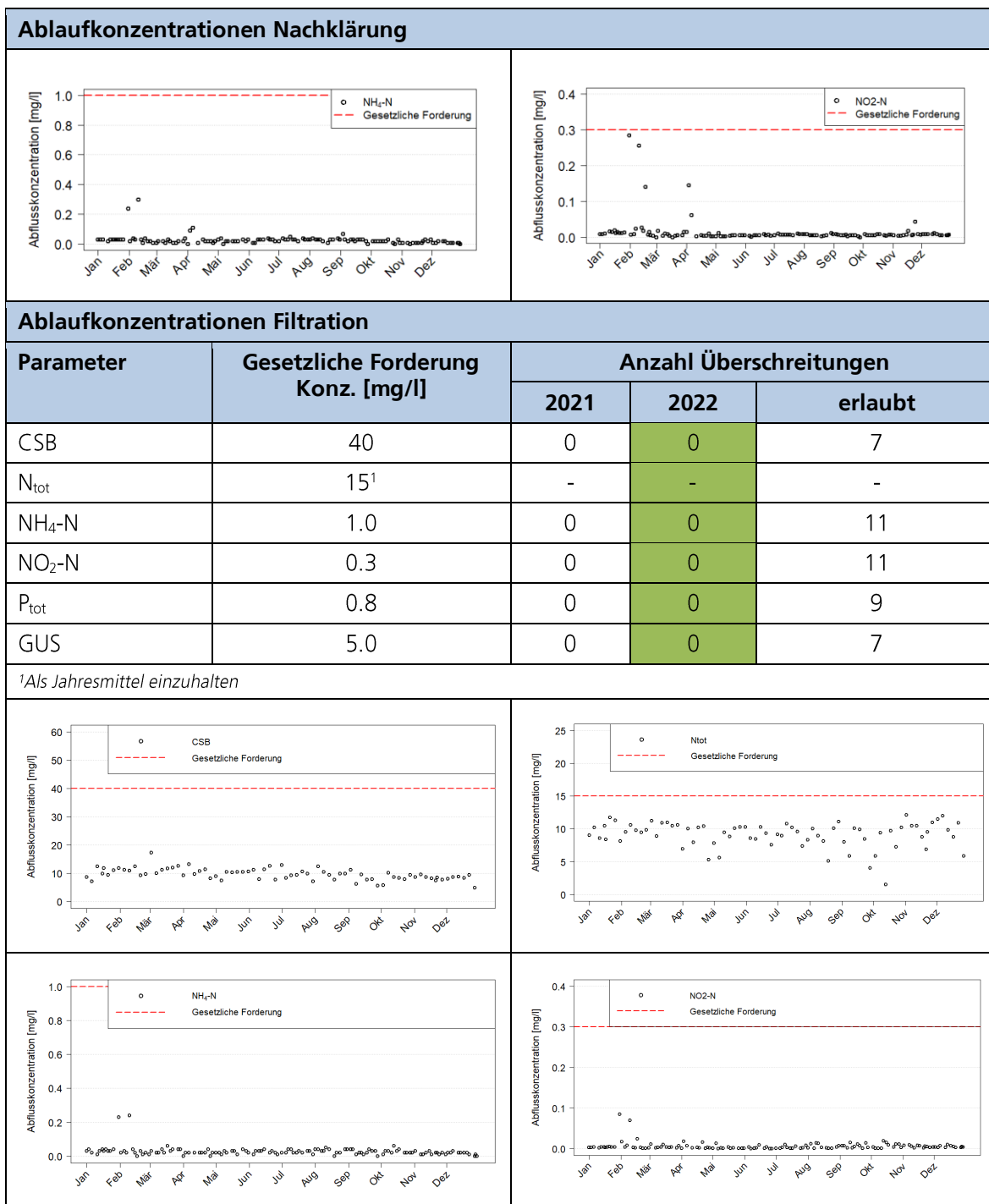
### 4.4.1 Methode

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.

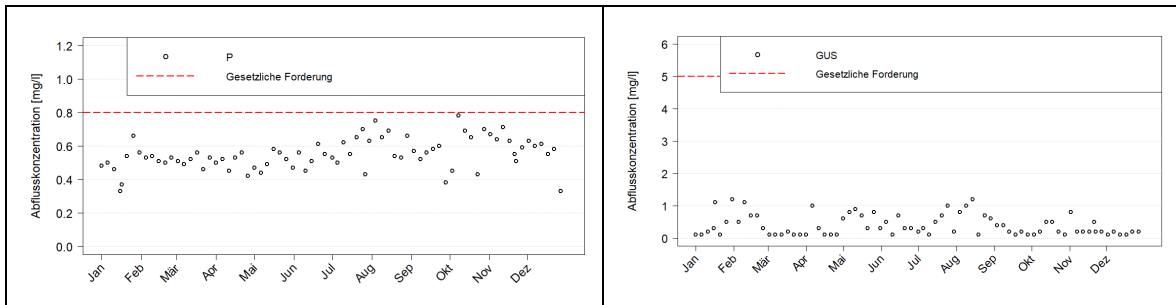
Die **Ablaufwerte aus der Nachklärung** erlauben einen Eindruck über die Reinigungsleistung der Biologie und könnten allfällige Probleme und Engpässe aufzeigen, die bei der Betrachtung über die Filtration nicht ersichtlich wären.

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 ( $i_N = 0.0225 \text{ g N/g CSB}$ ). 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**

Wie die tiefen Ablaufkonzentrationen in der Nachklärung bestätigen, verfügt die biologische Reinigungsstufe noch über ein ausreichend grosse Kapazität. Einzig beim Übergang zwischen den tieferen Abwassertemperaturen im Winter und den höheren Abwassertemperaturen im Frühling werden leicht höhere Nitrit-Konzentrationen beobachtet. Im Ablauf der Filtration sind diese jedoch kaum mehr spürbar.

**4-2 Ablaufkonzentrationen Filtration 2022 im Jahresverlauf**

Die Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage sind nach wie vor sehr gut auf einem tiefen Niveau. Gegen Ende des Jahres haben die Phosphorkonzentrationen aufgrund der Reduktion des Fällmittleinsatzes (Optimierung frachtproportionale Fällmitteldosierung) leicht zugenommen, sind jedoch nach wie vor unter dem Grenzwert geblieben.

Die Konzentration des Gesamtstickstoffs im Ablauf liegt wie in den Vorjahren deutlich unter dem geforderten Grenzwert von 15 mg/l (**Jahresmittel 2022: 9.1 mg N<sub>tot</sub>/l**).

**Eliminationsleistung**

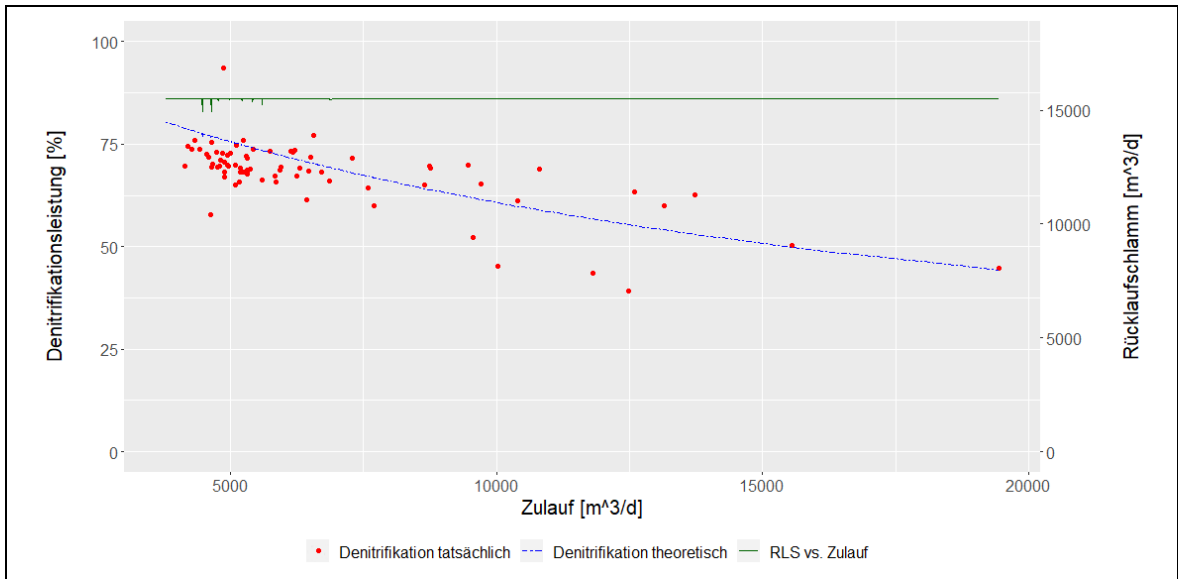
Parameter	Ohne / Mit Filtration					
	2018	2019	2020 <sup>2</sup>	2021 <sup>3</sup>	2022	
CSB	94 / 95	94 / 96	94 / 96	94 / 96	95 / 96	%
NH <sub>4</sub> -N	>99 / >99	>99 / >99	>99 / >99	>99 / >99	>99 / >99	%
N <sub>tot</sub>	67 / 72	59 <sup>1</sup> / 70	67 / 72	69 / 69	75 / 75	%
P <sub>tot</sub>	84. / 85	85 / 85	86 / 86	82 / 85	85 / 86	%
MV	4 / 85	3 / 88	3 / 85	8 / 86	26 <sup>4</sup> / 91 <sup>4</sup>	%

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

<sup>2</sup> Ab 2020 keine regelmässige Probenahme im Abfluss der Nachklärung (ausser NH<sub>4</sub>-N)

<sup>3</sup> Ab 2021 wieder regelmässige Messungen P<sub>tot</sub>

<sup>4</sup> Mittelwert aus 6 Proben



**Analyse**

**4-3 Eliminationsleistungen pro Betriebsjahr**

Die Eliminationsleistungen lagen 2022 wie in den vier Jahren zuvor auf einem hohen Niveau und übertrafen die gesetzlichen Anforderungen. Die Gesamtstickstoffelimination konnte 2022 gegenüber dem Vorjahr auf 75% gesteigert werden.

Die Eliminationsleistung hinsichtlich Spurenstoffen liegt auf einem sehr hohen Niveau auf **über 90%**. Für das Jahr 2023 sind entsprechend wieder nur sechs Probenahmen notwendig.

**4-4 Denitrifikation**

Im Betriebsjahr 2022 wurde der Reaktor 4 ganzjährig anoxisch betrieben. Wie in den vorangehenden Jahren wurde aus dem Verhältnis des Rücklaufschlammes und des ARA Zulaufes die theoretisch maximale Eliminationsleistung berechnet. Die Rücklaufschlammmenge beträgt im Mittel in etwa das 2,5-fache des Trockenwetterzulaufes. Daraus ergibt sich eine theoretische Eliminationsleistung von ca. 70%. Diese theoretische Eliminationsleistung wird 2022 mit einer mittleren tatsächlichen Denitrifikationsleistung von rund 68% fast erreicht.

Der Rücklaufschlamm wurde auch 2022 wie bis anhin konstant abgezogen und nicht an die Zulaufmenge angepasst.

**4.4.3 Massnahmen**

Massnahme	Priorität
<p><b>Dynamischer Betrieb, Biologie mit Lachgasmessung</b>                      Lachgas ist in den meisten ARA der Schweiz das relevante Treibhausgas. Lachgas kann mit Messhauben in der Biologie gemessen werden. Aufgrund der Emissionen können daraus geeignete Massnahmen für einen dynamischen Betrieb abgeleitet werden (z.B. Faulwasserdosierung). Die Messungen werden durch die Stiftung KLIK finanziell unterstützt.</p>	●

**4.5 Phosphor Fällung**

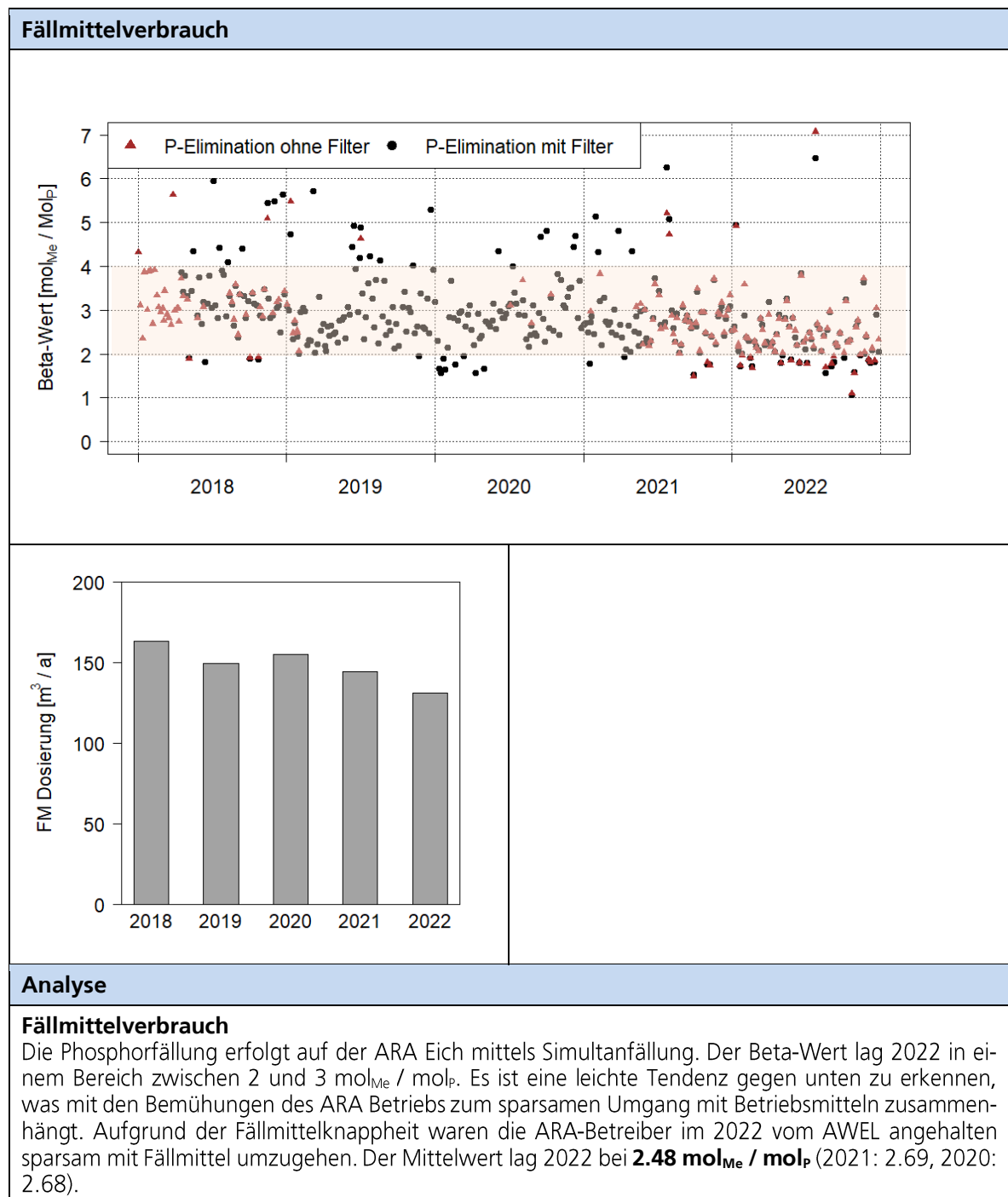
**4.5.1 Methode**

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  $1.53 \text{ mol Me / kg}$  und einer Dichte von  $1.24 \text{ kg/l}$  verwendet (gemäss Datenblatt Feralco, 2016).

#### 4.5.2 Auswertung



Der Erwartungswert für Simultanfällungen liegt bei ca.  $2 \text{ mol}_{\text{Me}} / \text{mol}_{\text{P}}$ . Es gilt zu berücksichtigen, dass der hier berechnete Beta-Wert von der angenommenen Inkorporation des Phosphors in die Biomasse beeinflusst wird.  
Seit 2018 konnte der Fällmittelverbrauch trotz Zunahme der Frachten im selben Zeitraum von rund  $160 \text{ m}^3/\text{a}$  auf  $130 \text{ m}^3/\text{a}$  reduziert werden.

#### 4.5.3 Massnahmen

Massnahme	Priorität
<b>Optimierung Fällmittelbedarf</b> Die frachtproportionale Fällmitteldosierung wurde 2022 fix installiert. Die Dosierung wird im laufenden Betriebsjahr weiter optimiert.	

---

## 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.

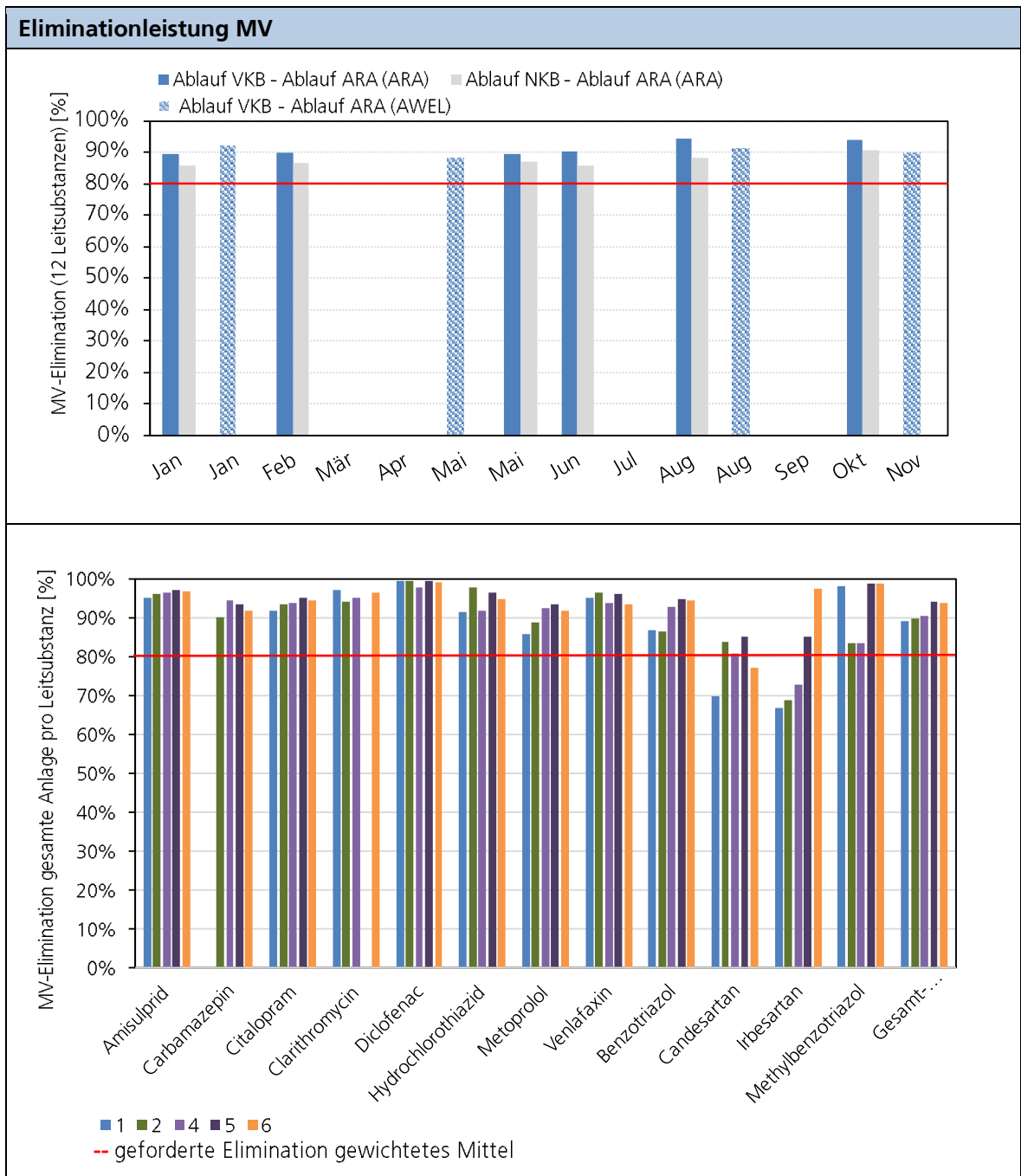
Im Kanton Zürich erfolgt die Berechnung des Reinigungseffekts in der Praxis wie folgt:

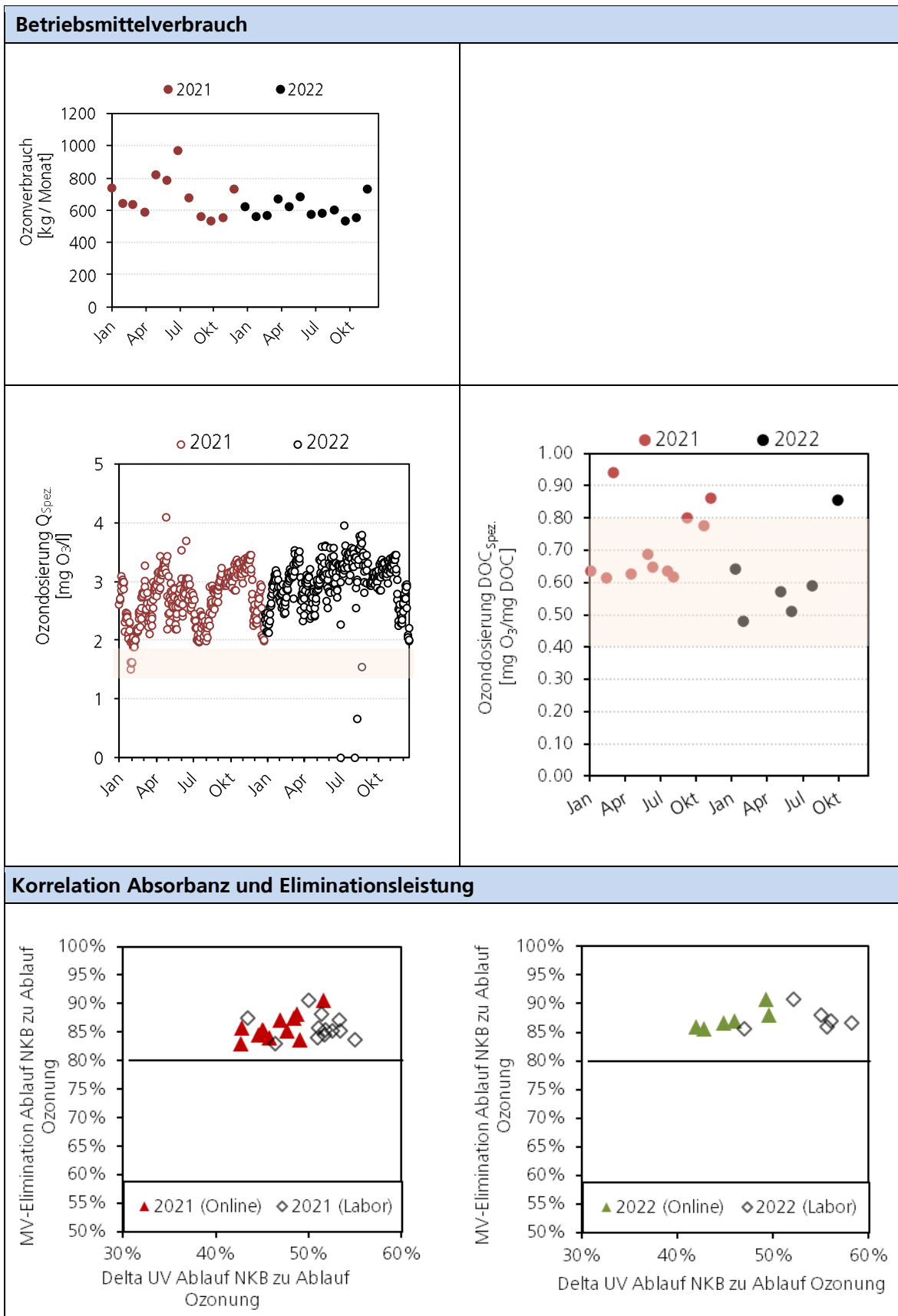
- Falls die Konzentration einer Substanz im Ablauf der ARA kleiner als die Bestimmungsgrenze ist, wird sie für die Berechnung der prozentualen Elimination der Substanz gleich der Bestimmungsgrenze gesetzt.
- Für die Berechnung des Gesamtreinigungseffekts wird die prozentuale Elimination sämtlicher Substanzen 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

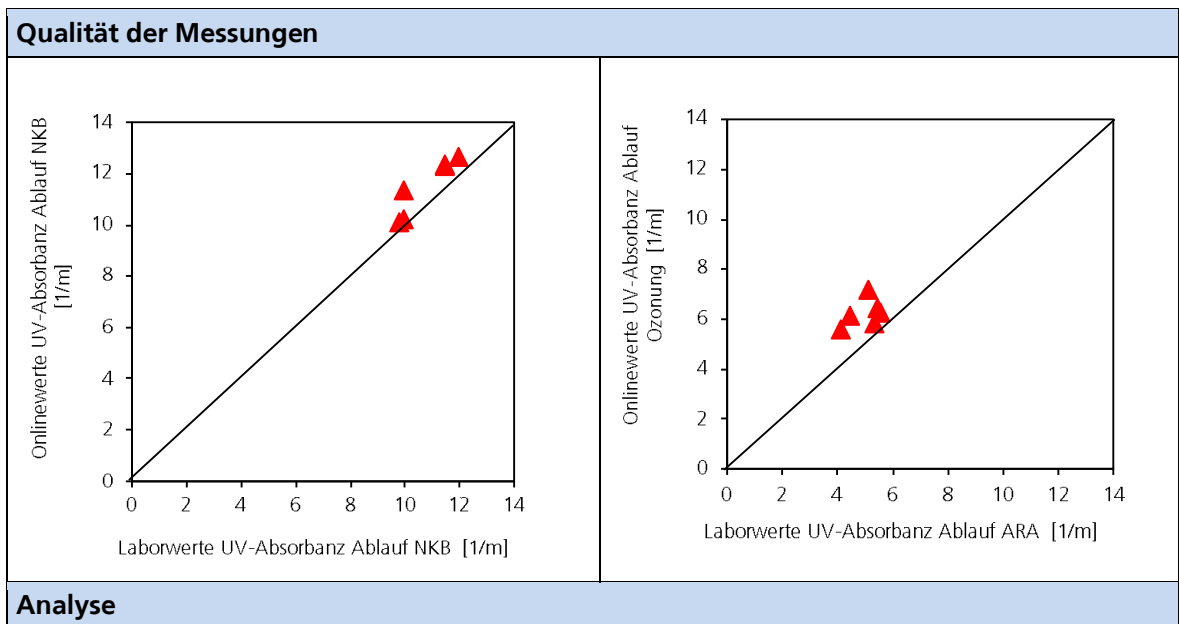
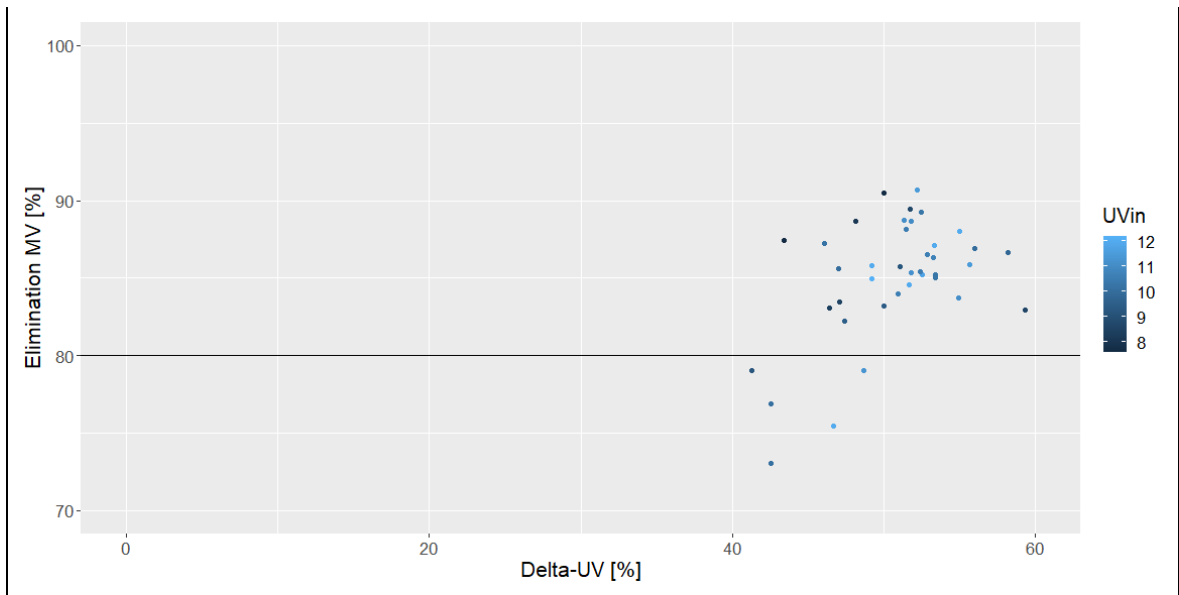
Die massgebende MV-Eliminationsleistung wird von Ablauf VKB bis Ablauf ARA berechnet. Zusätzlich wird nachfolgend auch die Eliminationsleistung der eigentlichen MV-Stufe (Ablauf NKB bis Ablauf ARA) angegeben. Die Substanzen werden in 48-h-Proben gemessen. Dafür werden die beiden 24-h-Proben jeweils im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











<p><b>6-1 Eliminationsleistung Ozonung</b>                  Der Bypass der Ozonung kam 2022 nicht zum Einsatz. Die geforderte Reinigungsleistung von mindestens 80% wurde 2022 in allen Proben deutlich übertroffen (<b>Mittelwert 2022: 91%</b>, inkl. AWEL Proben). Seit Inkrafttretung der revidierten Gewässerschutzverordnung (per 1. Februar 2023) gilt für oberirdische Gewässer ein Diclofenac-Grenzwert von 0.05 µg/l. Im Ablauf der ARA Eich lag die Diclofenac Konzentration im Jahr 2022 in allen Messungen ≤0.5 µg/l. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass der Grenzwert auch im Vorfluter der ARA eingehalten wird. Der tiefe Ablaufwert bestätigt die aktuelle Ozondosierung. Auf anderen Anlagen hat sich gezeigt, dass der Grenzwert bei einer Optimierung auf 80% Eliminationsleistung oft nicht eingehalten werden kann.                  Die DOC spezifische Ozondosierung lag 2022 mit Ausnahme der Probenahme vom Oktober im mittleren oder unteren Bereich der Erwartung. Die hohe Eliminationsleistung bestätigt die aktuelle Betriebsweise.</p> <p><b>6-2 Betriebsmittelverbrauch Ozonung</b>                  Gegenüber dem regenreichen Vorjahr (8'200 kg O<sub>3</sub> /a) lag der Ozon-Eintrag im trockeneren 2022 mit <b>7'273 kg O<sub>3</sub> /a</b> wieder deutlich tiefer. Ausgehend von den Versuchen im Jahr 2018 wurde bei Trockenwetter eine Ozondosierung von ca. 1.5 bis 2 mg O<sub>3</sub>/l (resp. 0.4 mg O<sub>3</sub>/mg DOC) erwartet. Die vergangenen Betriebsjahre haben jedoch gezeigt, dass für die Erreichung der 80%-Eliminationsleistung eine leicht höhere Ozondosierung notwendig ist. Im Betriebsjahr 2022 lag die tatsächliche Ozondosierung mit rund <b>3 mg O<sub>3</sub>/l</b> deutlich über dem Erwartungswert aus den Versuchen. Die DOC spezifische Ozondosierung lag mit 0.63 mg O<sub>3</sub>/mg DOC (basierend auf 6 Labormessungen) jedoch immer noch im typischen Bereich von 0.4 - 0.8 mg O<sub>3</sub>/mg DOC.</p> <p><b>6-3 Regelung nach Absorbanzabnahme</b>                  Auch 2022 wurde die Ozondosierung wie in den Vorjahren aufgrund der UV-Absorbanz im Ablauf NKB geregelt. Diese Regelung hat sich als robust erwiesen. Für die geforderte Eliminationsleistung wird eine Absorbanzabnahme von &gt;40% (Online-Messungen) benötigt.</p> <p><b>6-4 Qualität der Messungen</b>                  Die gemittelten Werte der Onlinemessungen der UV-Absorbanz im Zulauf der MV-Stufe (Ablauf NKB) stimmen gut mit den Werten aus der Labormessung überein. Die mittlere Abweichung lag dabei mit 15% etwas höher als im Vorjahr, wobei die Stichprobengrösse nur halb so gross war.                  Ein ähnliches Bild zeigt sich auch im Ablauf der MV-Stufe mit einer guten Übereinstimmung zwischen Onlinewerten und den Labormessungen, wobei die Onlinewerte aufgrund des unterschiedlichen Standorts der Probenahme (vor der Filtration) höher lagen als die Laborwerte.</p>
--

**4.6.3 Massnahmen**

Massnahme	Priorität
<p><b>Optimierung Regelung Ozonung</b>                      Die Dosierung des Ozons soll in Funktion der Zuflussmenge geregelt werden, resp. bei Regenwetter soll eine reduzierte Dosierung erfolgen. Dies soll im laufenden Betriebsjahr implementiert werden.</p>	●

**4.7 Faulung**

**4.7.1 Methode**

Zur Berechnung der **Aufenthaltszeit** im Faulraum wurde das Volumen (880 m<sup>3</sup>) durch das 20 Tage gleitende Mittel der Frischschlammmenge geteilt. Der heutige Frischschlamm ist ein Gemisch aus dem maschinell eingedickten Überschussschlamm und eingedicktem Primärschlamm.

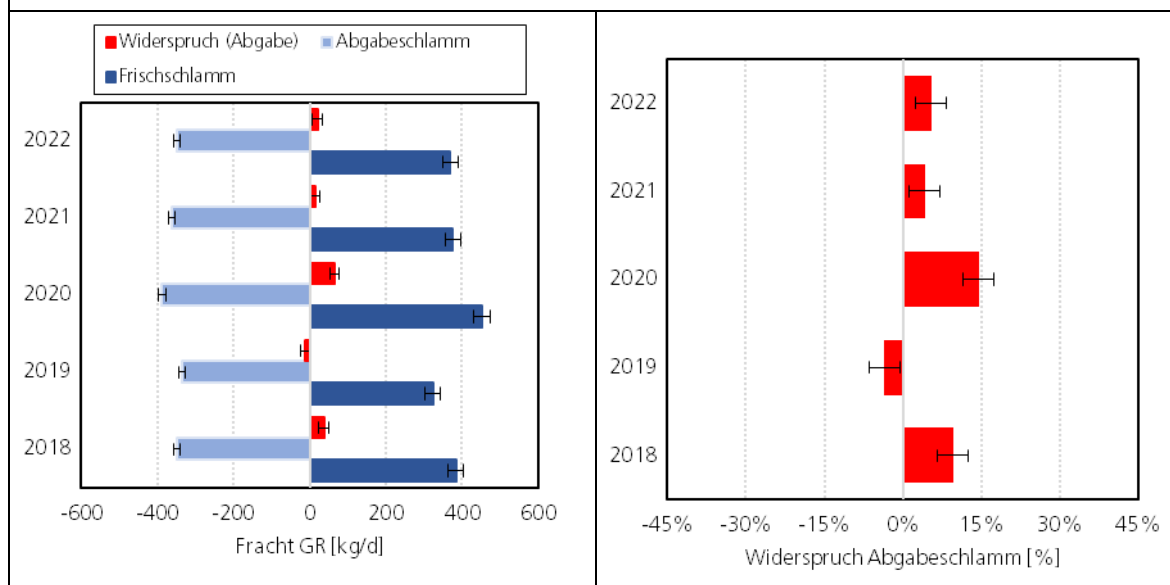
Für die Berechnung der **spezifischen Werte** wurden die 85%-EW der CSB-Frachten verwendet. Die Soll-Werte der Klärgasproduktion sind abhängig von der Aufenthaltszeit in der Vorklärung.

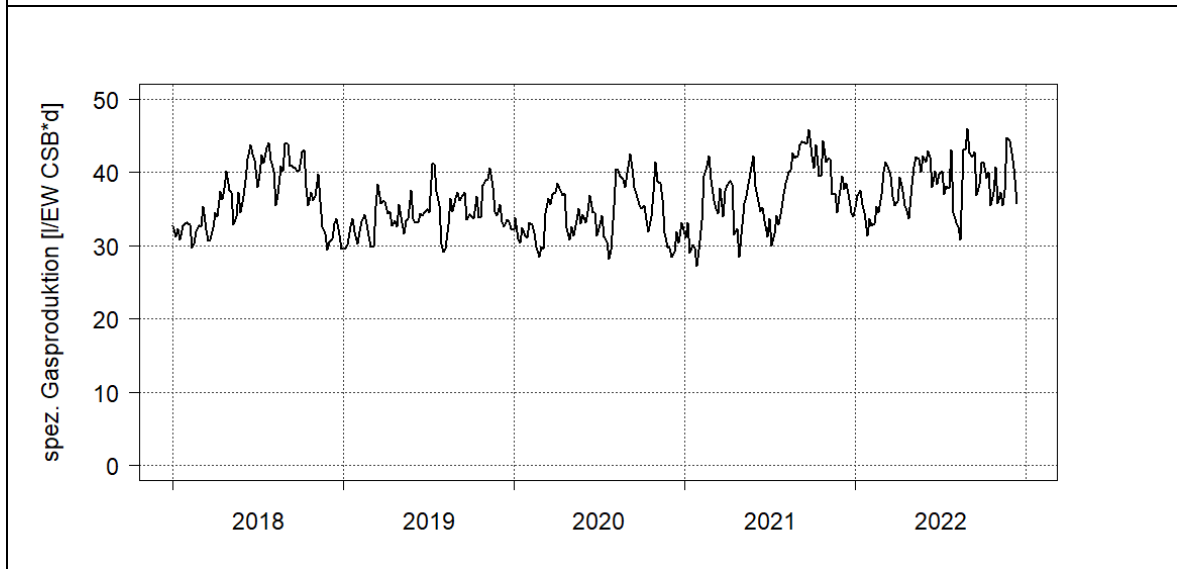
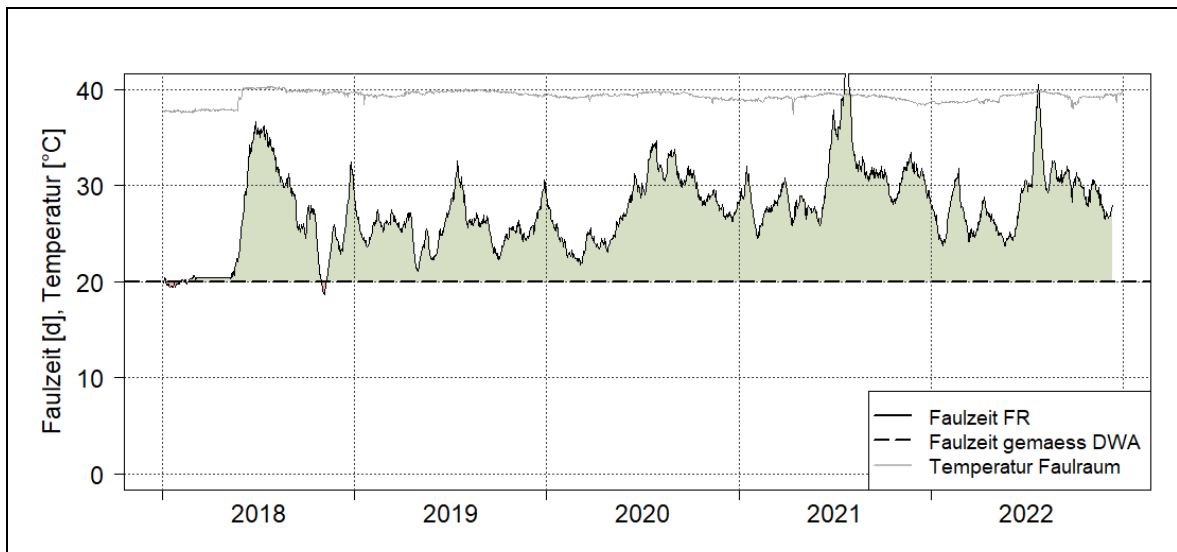
Zur Berechnung der **Glührückstand (GR)-Fracht** wurde das Jahresmittel der Frischschlammengen gebildet. Der TR- und GR-Gehalt im Frischschlamm werden nur an etwa 50 Tagen im Jahr ermittelt. Diese Konzentrationen schwanken wegen der Voreindickung des Frischschlammes jedoch relativ stark. Werden diese 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

Schlammfall, Gasproduktion und Faulzeit						
Parameter	Einheit	2020	2021	2022	SOLL	
<b>Schlammfall<sup>1</sup></b>	kg/d	1'952 ± 113	1'730 ± 106	1'942 ± 75	-	
	g/EW*d	69	60	78	60 - 80	
	Glühverlust (GV)	%	77 ± 2	78 ± 2	81 ± 2	70-75
	Trockenrückstand (TR) FRS	%	6.1 ± 0.4	5.9 ± 0.4	6.2 ± 0.2	4 - 6
<b>Faulung</b>						
Abbau organische TR	%	68 ± 7	65 ± 6	69 ± 4	45 - 50	
Gasproduktion	l/EW*d	29	31	34	22 - 25	
	l/kg oTR	473 ± 39	568 ± 48	498 ± 26	400-465	
	m <sup>3</sup> /d	708	769	783		

<sup>1</sup>Mittelwerte





### Analyse

#### 7-1 Schlammfall und Gasproduktion

Gegenüber dem Vorjahr ist 2022 wieder mehr Schlamm angefallen. Der Trockenrückstand und Glühverlust im Frischschlamm lagen mit 6.2% respektive 81% wie in den Vorjahren über dem Erwartungswert. Mit einer mittleren Gasproduktion von 498 l/kg oTR lag die Gasproduktion 2022 tiefer als im Vorjahr, jedoch immer noch über dem Erwartungswert.

#### 7-2 Glührückstand-Bilanz

Die Bilanz des Glührückstands im Frisch- und Faulschlamm geht für die Messung im Abgabeschlamm auch 2022 gut auf. Der Widerspruch lag trotz der kumulierten Unsicherheit durch die Verwendung von Mittelwerten des Durchflusses Trockenrückstands und Glühverlusts bei nur 5%. Die gemessenen und in diesem Bericht beurteilten Schlammengen und Frachten sind somit als plausibel zu betrachten. In der diesjährigen Auswertung wurde nur noch die Messung des Abgabeschlammes (statt Abgabeschlamm und Faulschlamm) verwendet, weil diese für plausibel gehalten wird.

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.

#### 7-3 Faulzeit

Die minimale Faulzeit von rund 20 Tagen wird 2022 nicht unterschritten und liegt mehrheitlich über 25 Tagen. Dies wirkt sich auch positiv auf den guten Abbau der organischen Trockensubstanz sowie die spezifische Gasproduktion aus.

#### 7-4 Jahresverlauf Gasproduktion

Die mittlere spezifische Gasproduktion konnte 2022 (33.7 l/EW\*d) gegenüber dem Vorjahr (29.9 l/EW\*d) gesteigert werden. Zum Zeitpunkt des reduzierten Überschussschlammabzugs im Sommer war ein leichter Einbruch der CSB-frachtspezifischen Gasproduktion zu beobachten.

### 4.7.3 Massnahmen

Massnahme	Priorität
<b>Möglichkeit der Co-Substrat Zugabe</b> Es soll abgeklärt werden, ob bei den Gastrobetrieben diesbezüglich ein Interesse besteht.	●
<b>Stapelabdeckung</b> Zur Reduktion der Methanverluste und leichten Erhöhung der Gasmengen sollte der Schlammstapel abgedeckt werden.	●

## 4.8 Entwässerung

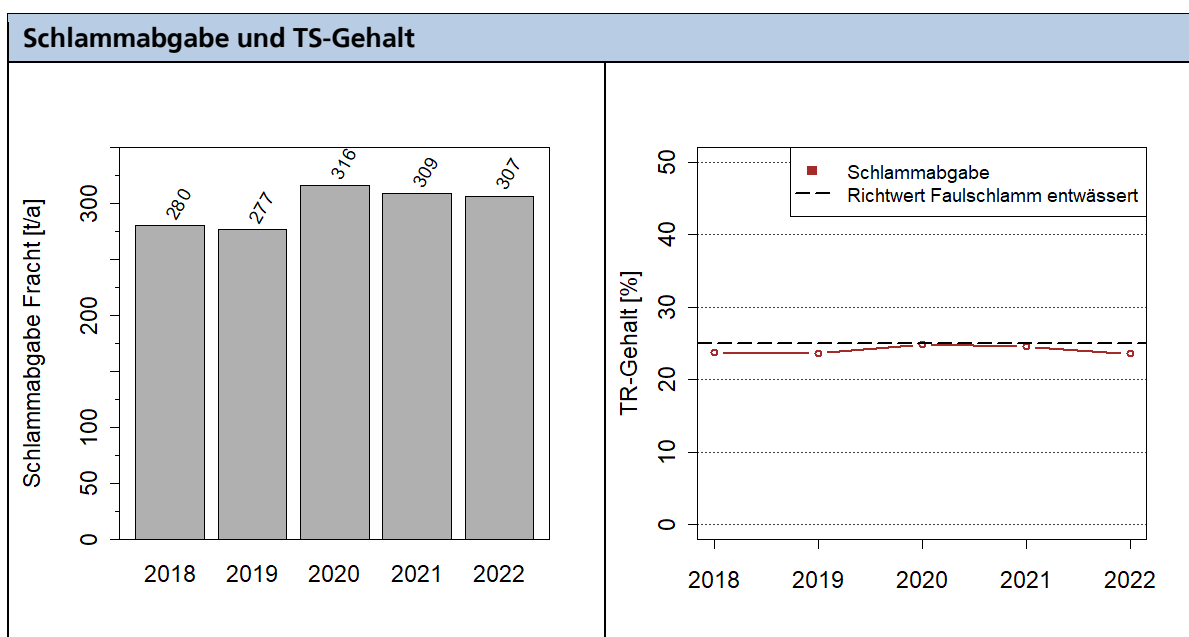
### 4.8.1 Methode

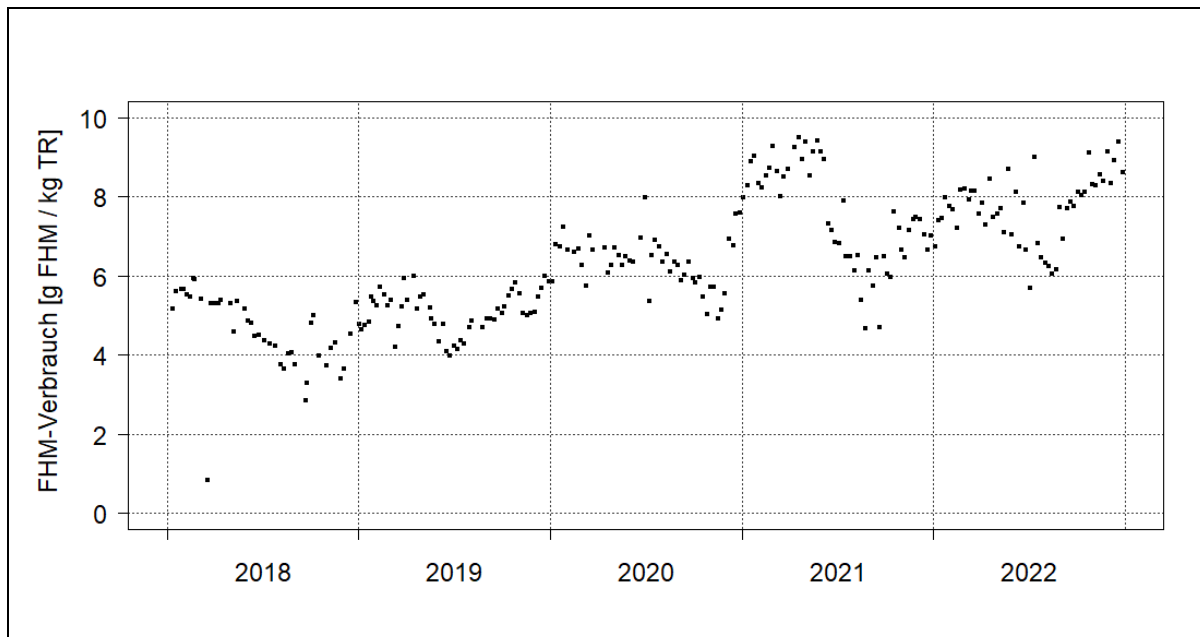
Die Fracht in der Schlammabgabe wird aus der Menge und der TR-Messung bei der Abgabe berechnet.

Beim TR-Gehalt handelt es sich um den Mittelwert im entwässerten Schlamm.

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





### Analyse

#### 8-1 Schlammabgabe und TS-Gehalt

Die TS-Fracht der Schlammabgabe beträgt 2022 rund 307 t und ist somit auf dem gleichen Niveau wie im Vorjahr (309 t). Der Faulschlamm konnte im Jahr 2022 im Mittel auf rund 23.6% TR entwässert werden (2021: 24.6% TR).

#### 8-2 Flockungshilfsmittel Verbrauch

Der TR-spezifische FHM-Verbrauch liegt gegenüber dem Erwartungswert (7.5-15 g FHM/kg TR) relativ tief bei rund 7.7 g FHM/kg TR im Jahresmittel. Die Dosierung liegt damit im Bereich des Vorjahres (7.5 g FHM/kg TR). Der Betrieb der 2022 fest installierten frachtproportionalen Fällmitteldosierung wird aktuell weiter optimiert.

## 4.9 Energie

### 4.9.1 Methode

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

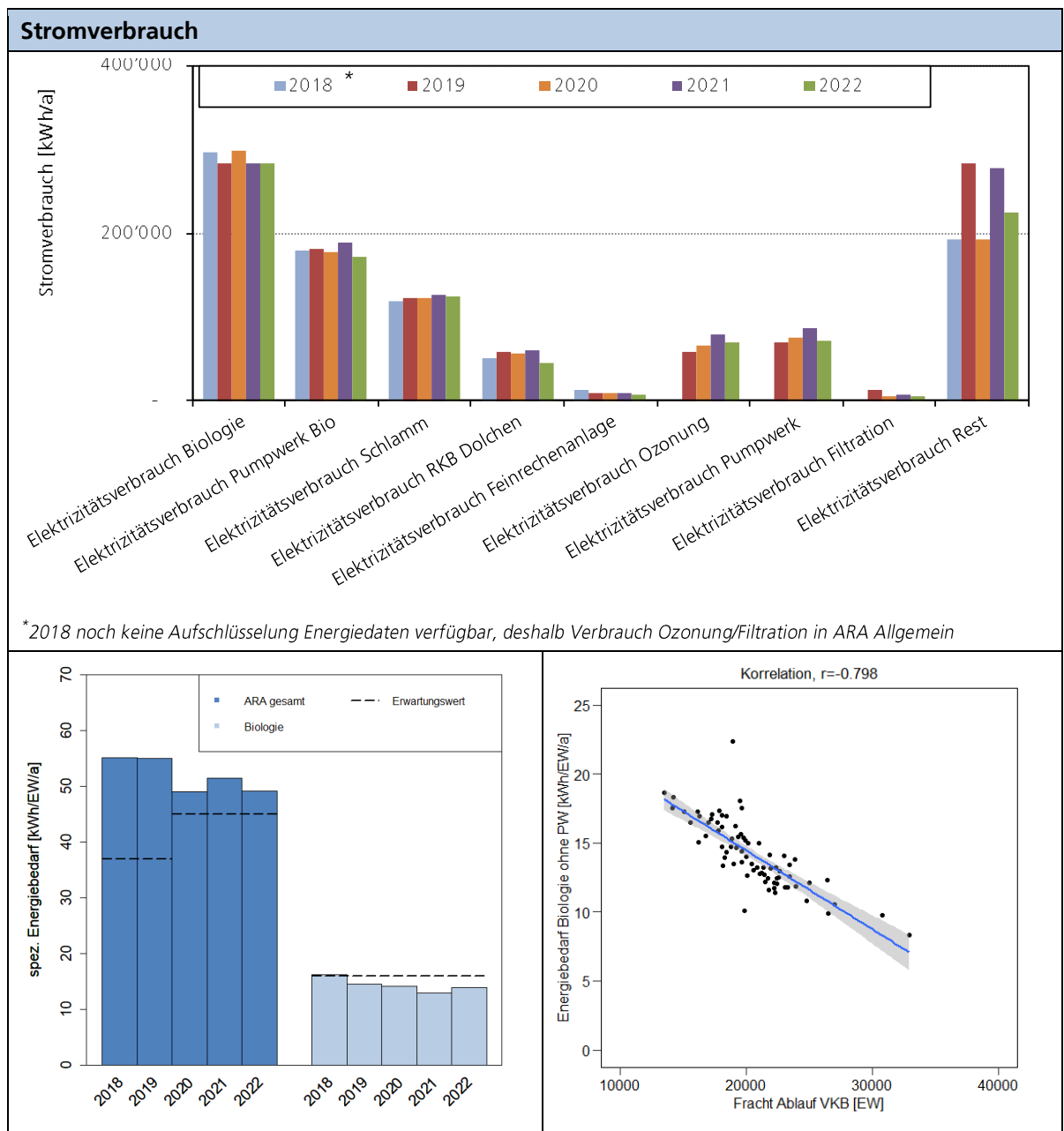
Der «Allgemeine ARA» Stromverbrauch wird im PLS als Differenz des Gesamtstromverbrauchs und den einzelnen Verbraucher berechnet. Die Daten vom PLS beinhalten immer noch die Ozonung und Filtration, welche deshalb auch subtrahiert werden müssen.

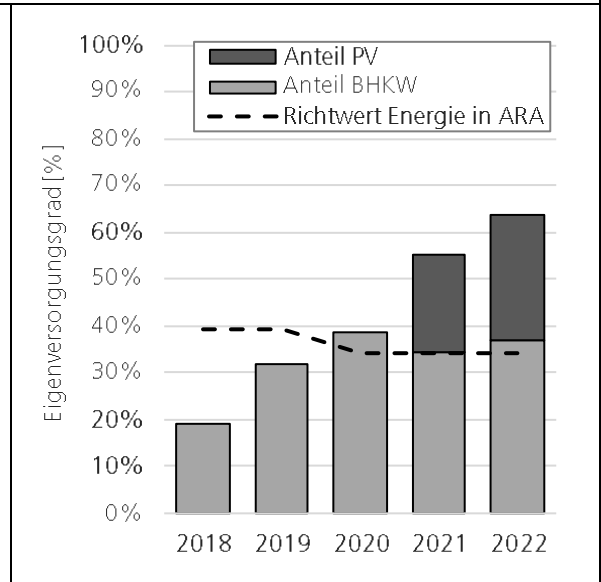
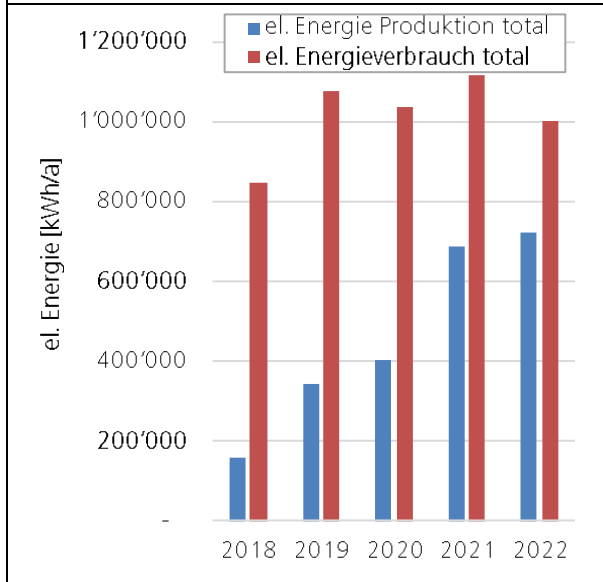
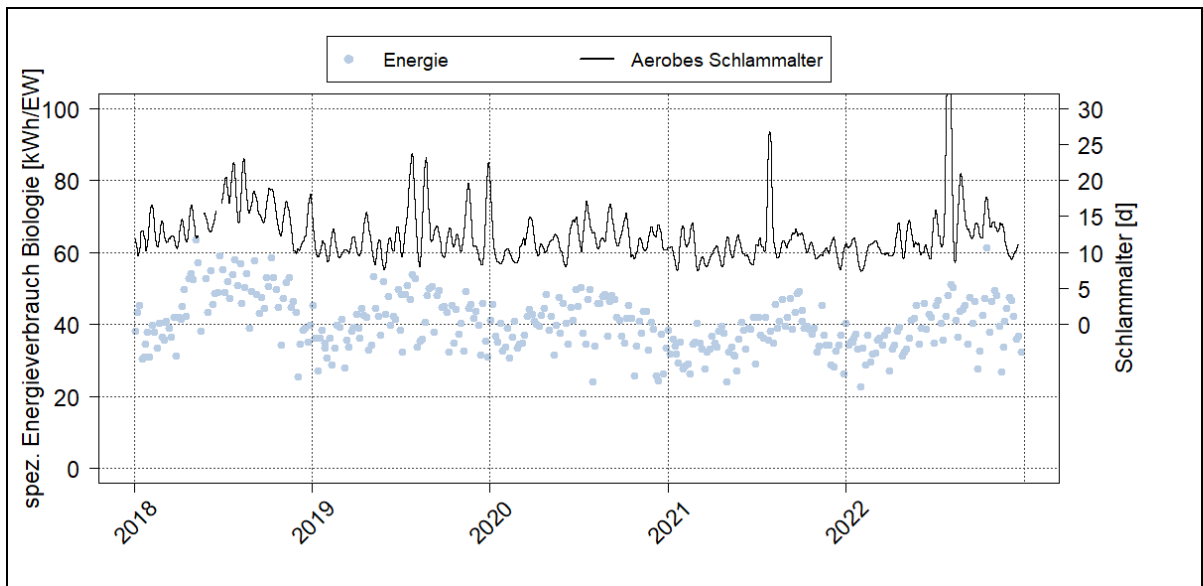
Für das Jahr 2018 gab es noch keine Aufschlüsselung der Energiedaten für **Ozonung und Filtration**, weshalb der «Allgemein ARA» Energieverbrauch erhöht ist. Der Verbraucher Ozon / Filtration beinhaltet sowohl Ozonproduktion, das Pumpwerk und die Filtration. Die Filtration hat einen extrem geringen Anteil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

Der **spezifische Energiebedarf Der Pumpwerke** [kWh/m<sup>3</sup>/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/m<sup>3</sup> berechnet.

### 4.9.2 Auswertung





### 9-1 Anteile Stromverbraucher

Die Anteile der Energieverbraucher sind im Vergleich zum Vorjahr nahezu unverändert. Der Anteil der Biologie verbleibt auf dem Niveau des Vorjahrs. Der totale Stromverbrauch der ARA konnte gegenüber dem Vorjahr um rund 10% gesenkt werden (trockeneres Jahr). Nach einem unerklärlichen sprunghaften Anstieg des Anteils «ARA Allgemein» im Vorjahr hat sich dieser Verbrauch 2022 wieder im Bereich der Jahre 2019 und 2020 eingestellt.

### 9-2 Spezifische Stromverbräuche

Der spezifische **Elektrizitätsverbrauch der ARA** liegt 2022 mit rund **51 kWh/EW\*a** leicht über dem vorgeschlagenen Richtwert von 45 kWh/EW\*a (Energie in ARA Kapitel 8.5, korrigiert für Filtration und EMV ab 2020), konnte jedoch gegenüber dem Vorjahr leicht reduziert werden. Der spezifische **Elektrizitätsverbrauch der Biologie** ist gegenüber dem Vorjahr leicht gestiegen und liegt 2022 bei rund **14 kWh/EW\*a** und damit noch leicht unter dem Erwartungswert von 16 kWh/EW\*a (Energie in ARA). Im Ausbaziel von 28'000 EW (Auslegung Betriebspunkt Aggregate) wird für die Biologie ein spezifischer Energieverbrauch < 12 kWh/EW\*a erwartet (vgl. Grafik Korrelation).

### 9-3 Stromerzeugung

Der **Eigenversorgungsgrad liegt 2022 bei 69%** und somit deutlich höher als der Richtwert von 34% (Energie in ARA Kapitel 8.5, korrigiert für Filtration und EMV ab 2020). Im Jahr 2022 konnten wie im Vorjahr rund **23% des Energiegehaltes** im Klärgas in elektrische Energie umgewandelt werden. Der Richtwert von 33% konnte somit nicht erreicht werden. Der Ersatz des BHKW ist für das laufende Betriebsjahr geplant.

Im Jahr 2022 wurde mit **8'094 Litern** nur geringfügig weniger Heizöl verbraucht als im Vorjahr (8'144 l) verbraucht. Die Heizölmenge fällt je nach Winter in Abhängigkeit der Temperaturen unterschiedlich gross aus. Der Gasverbrauch über die **Fackel** beträgt 2022 insbesondere aufgrund eines Ausfalls des BHKW während etwa 10 Tagen Anfang Juni ca. 3.2%.

Die Produktion der **PV Anlage beträgt 2022 rund 343'700 kWh** Strom. Dies entspricht rund 20% mehr als der Verbrauch der Biologie im selben Jahr.

#### 4.9.3 Massnahmen

Massnahme	Priorität
<b>Ersatz BHKW</b> Das BHKW wird 2023 ersetzt. Der elektrische Wirkungsgrad ist nach dem Ersatz zu beobachten.	●





## 5 Zusammenfassung / Massnahmen 2022

Die ARA Bassersdorf-Eich wird aktuell biologisch im Mittel rund 23'600 EW belastet. Dies entspricht 84% der Auslegung auf 28'000 EW. Die hydraulische Auslastung bei zweifachem maximalem täglichem Trockenwetterzulauf liegt bei ca. 100%.

Die Anlage hat auch 2022 eine sehr gute Reinigungsleistung erbracht, was der guten und umsichtigen Betriebsführung von Patrick Sonderegger und seinem Team zu verdanken ist. Die gesetzlichen Einleitbedingungen werden vollumfänglich eingehalten resp. deutlich übertroffen. Im betrachteten Betriebsjahr konnte eine sehr hohe Stickstoffelimination von 75% erreicht werden, wobei der Energieverbrauch der Biologie konstant blieb.

Die Faulung konnte nach wie vor unter guten Bedingungen betrieben werden, was sich in der hohen spezifischen Gasproduktion zeigt.

Die Ozondosierung konnte 2022 bei weiterhin sehr hohen Eliminationsleistungen weiter optimiert werden. Da die Eliminationsleistung bei allen Proben eingehalten wurde, sind im Betriebsjahr 2023 erneut wieder nur 6 Messungen nötig. In den kommenden Jahren soll insbesondere die Ozondosierung bei Regenwetter weiter optimiert werden.

Zusammenfassend können aus der Betriebsdatenanalyse 2022 folgende betriebliche Massnahmen abgeleitet werden:

Massnahmen	Priorität
<b>Optimierung Zuflussmenge</b> Nach der 2022 erfolgten Ausrüstung der 5. Filterzelle soll die Zulaufmenge optimiert werden.	●
<b>Dynamischer Betrieb, Biologie mit Lachgasmessung</b> Lachgas ist in den meisten ARA der Schweiz das relevante Treibhausgas. Lachgas kann mit Messhauben in der Biologie gemessen werden. Aufgrund der Emissionen können daraus geeignete Massnahmen für einen dynamischen Betrieb abgeleitet werden (z.B. Faulwasserdosierung). Die Messungen werden durch die Stiftung KliK finanziell unterstützt.	●
<b>Optimierung Fällmittelbedarf</b> Die frachtproportionale Fällmitteldosierung wurde 2022 fix installiert. Die Dosierung wird im laufenden Betriebsjahr weiter optimiert.	●
<b>Optimierung Regelung Ozonung</b> Die Dosierung des Ozons soll in Funktion der Zuflussmenge geregelt werden, resp. bei Regenwetter soll eine reduzierte Dosierung erfolgen. Dies soll im laufenden Betriebsjahr implementiert werden.	●
<b>Möglichkeit der Co-Substrat Zugabe</b> Es soll abgeklärt werden, ob bei den Gastrobetrieben diesbezüglich ein Interesse besteht.	●
<b>Stapelabdeckung</b> Zur Reduktion der Methanverluste und leichten Erhöhung der Gasmengen sollte der Schlammstapel abgedeckt werden.	●
<b>Ersatz BHKW</b> Das BHKW wird 2023 ersetzt. Der elektrische Wirkungsgrad ist nach dem Ersatz zu beobachten.	●

Ziel ist es, diese Massnahmen im Verlaufe des Betriebsjahres 2023 umzusetzen.

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

**Schwerpunkte 2022:**

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

**Ausblick 2023:**

- Abschluss Pumpwerk Dolchen
- Realisierung Ersatz BHKW und Heizungssteuerung
- Planung Ersatz ÜSS-Eindickung
- Fremdwassermessung
- Netzbewirtschaftung
- Messstellen Nürens Dorf
- Kostenteiler aktualisieren
- Notstromkonzept Netz
- Cybersecurity, optional

**Ausblick 2024-2026**

- 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, 20. März 2023  
tbr/fum/bue

**HUNZIKER** **BETATECH**

**Hunziker Betatech AG**  
Bellariastr. 7  
8002 Zürich

