



Zweckverband Abwasserreinigung Gossau-Grüningen
Kanton Zürich

Betriebsdatenauswertung 2022

Geschäftsbericht Nr. 17 per Ende 2022

Objekt Nr. 8457.10

Zürich, 21. Februar 2023

HUNZIKER **BETATECH**

EINFACH.
MEHR.
IDEEN.

Impressum

Projektname: Geschäftsbericht Nr. 17

Teilprojekt: Bauherrenberatung Zweckverband ARA Gossau-Grüningen

Erstelldatum: 09. Januar 2023

Letzte Änderung: 21. Februar 2023

Hunziker Betatech AG
Bellariastrasse 7
8002 Zürich

Tel. 043 344 32 82

E-Mail: zuerich@hunziker-betatech.ch

Verfasser: Martin Probst, Projektbearbeitung

Korreferent: Alexandra Fumasoli, Simone Bützer Technische Beraterin Zweckverband

Datei:

\\hunzikerwater.ch\DFS\HBT\Daten-Winterthur\Projekte\8000-18400er\8457 ARA Gossau-Grüningen\8457.10 Betriebsbegleitung\Geschäftsberichte\2022\8457-230119-Geschäftsbericht ARA Gossau-Grüningen.docx



Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen	3
1 Zusammenfassung / Schlussbetrachtung	4
2 Kosten	5
3 Relevante Ereignisse / Betriebszustände	5
3.1 Pilotversuch InDense® Granulierter Schlamm	6
4 Zustand der Anlage	6
4.1 Rahmenbedingungen	6
4.2 Ziele der Auswertung	7
4.3 Hydraulische Belastung Zufluss	7
4.4 Biochemische Belastung Biologie	10
4.5 Biologie	12
4.6 Ablauf ARA	15
4.7 Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen	18
4.8 Phosphor Fällung	22
4.9 Faulung	24
4.10 Entwässerung	27
4.11 Energie	28
5 Betriebliche Aspekte	31
5.1 Schulungs- / Ausbildungsstand	31
5.2 Sitzungstermine	32
6 Massnahmen	33
6.1 Erfolgte Massnahmen 2022	33
6.2 Betriebsoptimierungen 2023	33
6.3 Ausblick Projekte 2023 -2024	33
6.4 Ausblick Projekte 2025-2026	34



Abkürzungen

BB	Belebungsbecken
BG	Betriebsgebäude
BHKW	Blockheizkraftwerk
CSB	chemischer Sauerstoffbedarf
Denitrifikation	Umwandlung von $\text{NO}_3\text{-N}$ zu Luftstickstoff N_2
EMV	Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen
EW	Einwohnerwert
FAS	Faulschlamm
FHM	Flockungshilfsmittel
FRS	Frischschlamm
GUS	gesamte ungelöste Stoffe
GV	Glühverlust (=oTS)
SVI	Schlammvolumenindex
MV	Mikroverunreinigungen
$\text{NH}_4\text{-N}$	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
PAK	Pulveraktivkohle
PVA	Photovoltaik-Anlage
SEA	Schlammmentwässerungsanlage
Summe-N	$\text{NH}_4\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$
TS	Trockensubstanz
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.

1 Zusammenfassung / Schlussbetrachtung

Im vorliegenden Geschäftsbericht werden die Aktivitäten und Projekte rund um die ARA Gossau-Grünigen aufgezeigt und die aktuelle Reinigungsleistung festgehalten. Dabei sollen Abweichungen und Optimierungen dargestellt und anhand der Betriebsdaten charakterisiert werden.

Die biochemische Belastung der ARA Gossau-Grünigen – gemessen am chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) – liegt im Jahr 2022 mit 17'800 Einwohnerwerten (EW) über der Kapazität der Anlage von 15'000 EW. Trotzdem konnten, dank des Einsatzes des Betriebspersonals, die Ablaufwerte für alle Parameter sehr gut einhalten und die benötigte Reinigungsleistung erzielt werden. Gegenüber dem Vorjahr 2021 sank die gemessene Belastung deutlich, was auf die verbesserte Absetzung des Schlammes in der Vorklärung zurückzuführen ist. Die Stoffelimination über die Biologie beträgt rund 46%, wobei die Elimination über die gesamte ARA mit den Betriebsdaten nicht direkt berechnet werden kann.

Mit dem aktuellen Geschäftsbericht erfolgt die erste Auswertung der seit Sommer 2021 betriebenen Pulveraktivkohle (PAK)-Dosierung zur Elimination von Mikroverunreinigungen (EMV). Die geforderte Eliminationsleistung von 80% bezogen auf das gewichtete Mittel der Leitsubstanzen wurde in 10 von 12 Proben eingehalten und somit erfüllt. Damit müssen im Jahr 2023 nur noch 6 Proben analysiert werden. Der Aktivkohleverbrauch liegt mit 15'700 kg deutlich unter dem prognostizierten jährlichen Verbrauch von 27'000 kg.

Im Juni 2022 wurde der Pilotversuch mit granuliertem Schlamm gestartet. Dabei werden mit Hydrozyklonen und geeigneten Prozessbedingungen die Schlammabsetzeigenschaften verbessert. Dadurch kann die Kapazität der biologischen Reinigungsstufe gesteigert werden. Die Installation und die Inbetriebnahme der Hydrozyklone waren erfolgreich und der Betrieb läuft gut. Während dem Versuch wird die Referenzstrasse (Biologie 1) mit der Pilotstrasse (Biologie 2) bezüglich Schlammvolumenindex (SVI) und Nitrifikationsleistung verglichen. Der SVI ist seit Mitte 2021 auf einem sehr guten Niveau und sank im Sommer 2022 in beiden Strassen auf ca. 50 ml/g. Auf die Zugabe von Utopur zur Bekämpfung von Fadenbakterien konnte somit verzichtet werden. Seit Anfang Dezember zeigt sich langsam die erwartete Spreizung des SVI zwischen der Pilot- und Referenzstrasse

Die ARA Gossau-Grünigen weist grundsätzlich einen hohen spezifischen Schlamm- und Gasanfall auf. Ähnlich wie im Vorjahr 2021 kann im Sommer, trotz ausreichender Faulzeit, ein Einbruch der Gasausbeute von bis zu 50% beobachtet werden. Im Jahr 2022 fielen ca. 690 t entwässerter Faulschlamm mit einem Trockenrückstand (TR) von 30.5% an. Trotz des hohen organischen Anteils (63.8%) kann der Garantiewert der Schneckenpresse von 30% TR eingehalten werden. Der Flockungshilfsmittelverbrauch (FHM) liegt mit 18.5 g FHM / kg TR leicht über dem Garantiewert von 15 g FHM / kg TR.

Der Stromverbrauch der ARA Gossau-Grünigen beträgt 580 MWh/a respektive 40 kWh/EW_{CSB}. Mitte 2022 wurden ein Fehler bei der Datenerfassung des totalen Energieverbrauchs der ARA festgestellt und korrigiert. Der elektrische Eigenversorgungsgrad liegt aktuell bei 57%, wobei rund 12% von der Photovoltaik-Anlage (PVA) stammen. Der elektrische Wirkungsgrad des Blockheizkraftwerks (BHKW) beträgt 23%.

Die folgenden Projekte wurden im 2022 abgewickelt und anhand von 4 Vorstandssitzungen behandelt:

- Detailplanung und Realisierung Werterhalt 21/22: Stapel und Stapelabdeckung mit Inbetriebnahme im Frühling 2023
 - Pilotversuch InDense®-Verfahren zur Kapazitätssteigerung Biologie bis im Mai 2023
 - Aufgleisen Projekt abwasserfreier Greifensee
-



2 Kosten

Die laufenden Betriebskosten und Verbindlichkeiten sind in der Jahresrechnung, resp. im Budget für das Folgejahr festgehalten.

Konto	Position	Budget 2023		Budget 2022		Rechnung 2022	
		Aufwand	Ertrag	Aufwand	Ertrag	Aufwand	Ertrag
	Erfolgsrechnung	2'161'400	107'500	2'054'000	104'300	2'001'512	106'900
	Nettoergebnis		2'053'900		1'949'700		1'894'612
711.3120.81	Strom	100'000					
711.3120.88	Wasser, Strom, Öl	-		87'000		86'381	
711.3101.81	Fällmittel	33'000					
711.3130.88	Fällmittel	-		26'000		25'667	
711.3101.83	Pulveraktivkohle	50'000		86'000		34'287	
711.3130.81	Schlammabeseitigung	106'000					
711.3130.87	Klärschlamm ERZ	-		95'000		86'259	

Anmerkungen:

- Mit der Bilanzfähigkeit des Zweckverbandes ab 1.1.2019 werden die Investitionen in der eigenen Bilanz aufgeführt. Dementsprechend fallen die Abschreibungen beim Zweckverband an.
- Das vorgesehene Budget fürs Folgejahr (2023) ist aus der Budgetplanung zu entnehmen. Dieses wird bis im zweiten Quartal 2023 aktualisiert.

3 Relevante Ereignisse / Betriebszustände

Im Betrachtungszeitrahmen (Jahr 2022) sind nachstehende relevante Betriebszustände und wichtige Ereignisse aufgetreten:

- 14. – 19. Januar: Wiederholte Störung der BHKW Notkühlung
- 2. Juni: Inbetriebnahme Pilotversuch mit InDense®-Verfahren in Biologiestrasse 2
- 7. Juli: Umstellung Gebläsesteuerung nach Ammonium-/Nitratsonde in Biologiestrasse 2 Reaktor 2.3
- 7. Juli: Die TS-Sonde und die Fällmitteldosierung in der Pilotstrasse wurden in Reaktor 2.4 versetzt.
- 9. September: Fällmitteldosierung in der Referenzstrasse wurde in Reaktor 1.4 versetzt.
- 5. Oktober: Die Sauerstoffsonde in der Pilotstrasse wurde von Reaktor 2.3 in Reaktor 2.4 versetzt. Reaktor 2.5 wurde ab dann dauerbelüftet.
- 8. Juli. IBN Provisorium Schlamm für Umbau Stapel

3.1 Pilotversuch InDense® Granulierter Schlamm

Im Rahmen der geplanten Kapazitätssteigerung der biologischen Reinigungsstufe wird seit dem 2. Juni 2022 ein Pilotversuch mit granuliertem Schlamm betrieben. Mit dem Verfahren werden die Absetzeigenschaften des Belebtschlammes verbessert und die Reinigungskapazität kann erhöht werden, ohne das Beckenvolumen zu vergrössern. Damit sich die Absetzeigenschaften verbessern, muss sich der Schlamm granulieren. Dies wird einerseits mit geeigneten Prozessbedingungen gefördert und andererseits wird dieser gut absetzbare Schlamm mittels Hydrozyklonen selektiert.

Für den Versuch wurde die Biologiestrasse 2 in eine Pilotstrasse umgebaut. Ein Teilstrom des Rücklaufschlammes wird vom Nachklärbecken 2 über den Hydrozyklon geschickt. Die Reaktorzone 2.3 wird mit einer intermittierenden Belüftung betrieben, welche nach einer Ammoniumsonde gesteuert wird.

Folgende Ziele werden mit dem Versuch verfolgt:

- Kann die Nitrifikationsleistung mit granuliertem Schlamm aufrechterhalten werden?
- Braucht es eine maschinelle Überschussschlamm (ÜSS)-Eindickung?
- Wird Pulveraktivkohle durch die Hydrozyklone akkumuliert und hat dies einen negativen Einfluss?

4 Zustand der Anlage

4.1 Rahmenbedingungen

Die ARA Gossau-Grünigen ist aktuell auf 15'000 EW und auf einen maximalen Zufluss von 150 l/s ausgelegt (siehe Tabelle 4-1).

Mit der kantonalen Baubewilligung BVV 13-0731 wird die Einleitung des Abwassers in den Gossaubach bis 31. Dezember 2025 genehmigt. Mit dem Gossaubach und schliesslich dem Greifensee als einleitendes Gewässer sind verschärfte gesetzlich geforderte Ablaufwerte gemäss Tabelle 4-2 einzuhalten.

Tabelle 4-1: Dimensionierungsgrundlagen und weitere Angaben zur ARA Gossau-Grünigen.

Dimensionierungsgrundlagen	
Einwohnerwerte	15'000 EW
Max. Zufluss ARA	152 l/s
Gewässer	Gossaubach (Greifensee)

Tabelle 4-2: Gesetzliche Ablaufwerte und Zielwerte für die ARA Gossau-Grünigen (gültig bis Ende 2025).

Parameter		Anforderung (mg/l)	Zielwert (mg/l)	Reinigungsleistung (%)
Chemischer Sauerstoffbedarf	CSB (O ₂)	45		> 85
Ammonium bei T > 10°C	NH ₄ -N	1.0		> 90
Nitrit	NO ₂ -N	0.3		
Gesamtphosphor	P _{tot}	0.2		> 80
Ges. ungelöste Stoffe	GUS	5	1	
Mikroverunreinigungen	MV			>80






4.2 Ziele der Auswertung

In diesem Kapitel werden die einzelnen Verfahren der ARA analysiert. Dazu werden die Betriebsdaten der ARA Gossau-Grünigen für die Jahre 2018 bis 2022 ausgewertet. Folgende Ziele werden mit der Betriebsdatenauswertung verfolgt:

- Bestimmung der wichtigsten Kenngrößen
- Analyse der Leistungsfähigkeit der einzelnen Verfahrensstufen
- Vergleich mit Kennzahlen und Grenzwerten
- Erkennen von Trends über einen Zeitraum von 2018 bis 2022
- Qualitätssicherung der Daten
- Hinweise zur Optimierung des ARA Betriebes

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

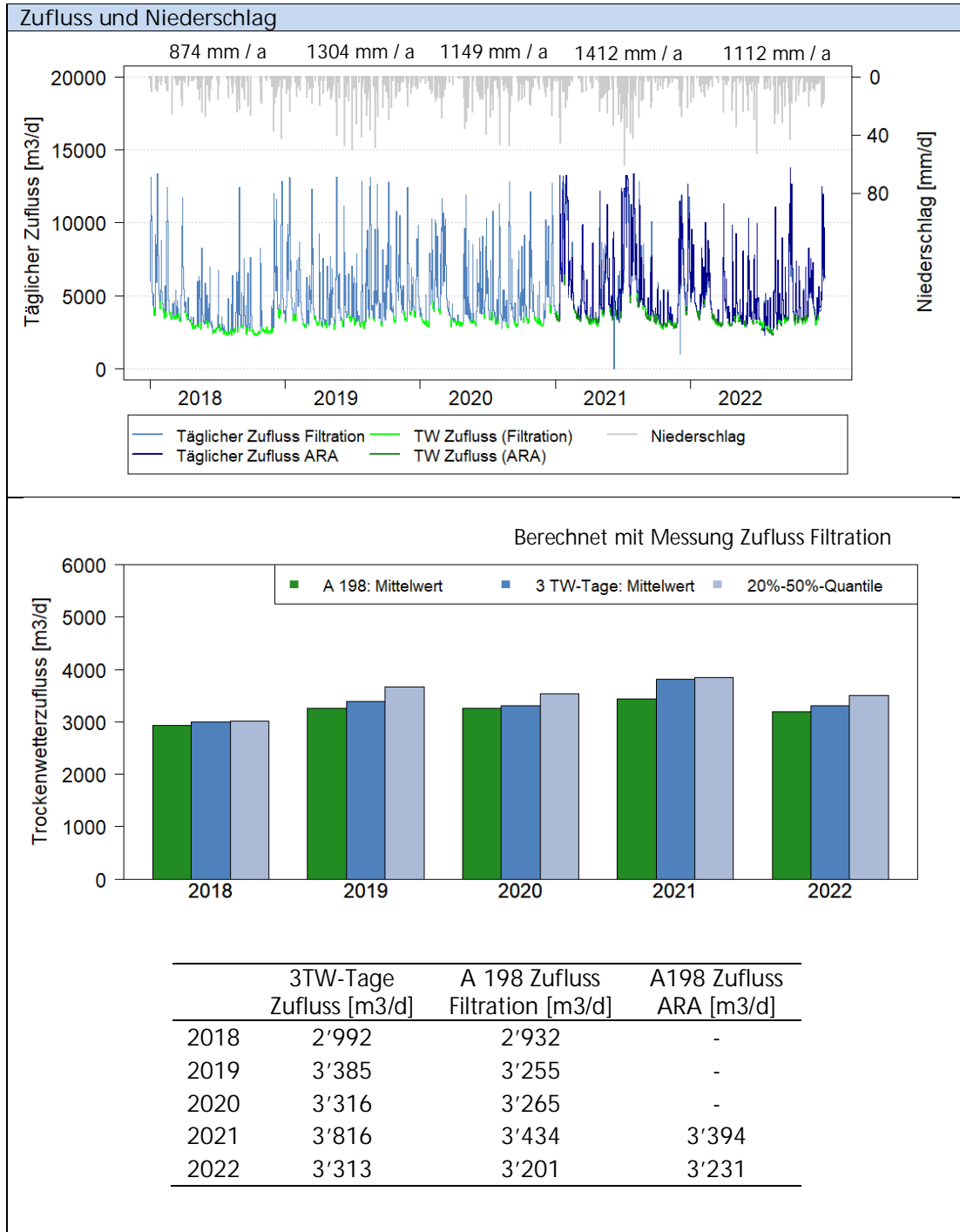
4.3 Hydraulische Belastung Zufluss

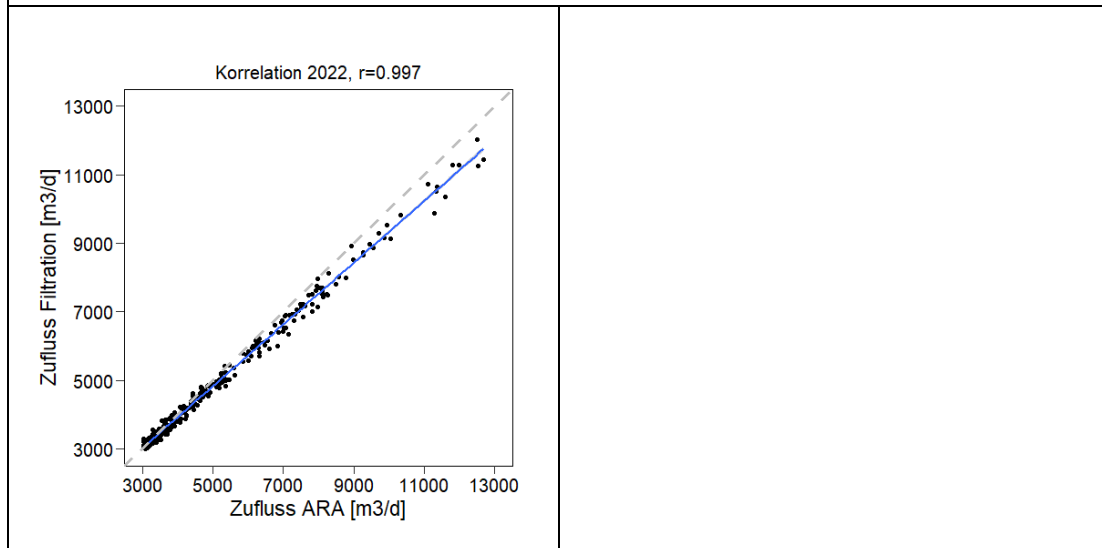
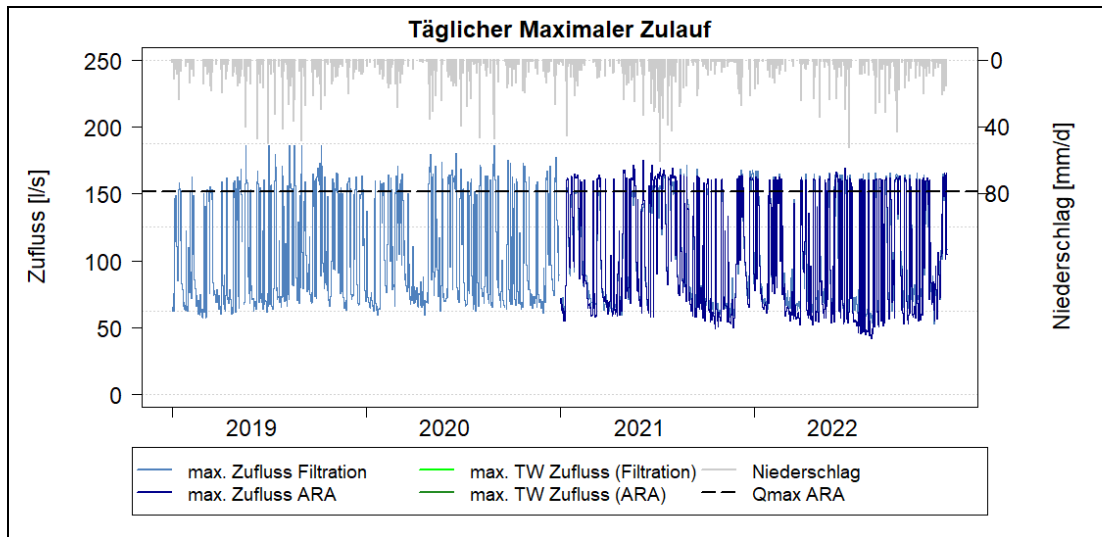
4.3.1 Methode

Zur Bestimmung des Trockenwetters wurde die Methode gemäss Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 198 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 Trockenwetterzufluss 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. Die zweite Methode nimmt den Mittelwert des 20% und des 50%-Quantil aller Durchflussmengen.

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. Für die Berechnung der hydraulischen Auslastung wird seit 2021 die Durchflussmessung im Zulauf der ARA als massgebender Zufluss verwendet.

4.3.2 Auswertung





Analyse

3-1 Zufluss, Trockenwetterzufluss und Niederschlag

Der mittlere Trockenwetterzufluss im 2022 beträgt ca. 3'200 m³/d und lag somit wieder im Bereich der Jahre 2019 und 2020, die ähnlich viel Niederschlag brachten. Die mittlere Zuflussmenge beträgt rund 4'700 m³/d (Zufluss zur ARA) respektive 4'500 m³/d (Zufluss zur Filtration). Der Vergleich zwischen der A 198, der 20/50%-Quantile und 3 TW-Tage Methode zur Berechnung des Trockenwetterzufluss zeigen im 2022 ein konsistentes Bild.

3-2 Maximaler Zufluss

Das 85%-Quantil der maximalen täglichen Trockenwetter-Zuflüsse, berechnet mit dem Zulauf zur ARA beträgt 63.2 l/s im 2022. Daraus resultiert eine hydraulische Auslastung von 83%.

3-3 Vergleich Abflussmessung und Zufluss Filtration

Die mittlere Abweichung zwischen der Messung im Zufluss zur ARA und der Messung vor der Filtration beträgt im Jahr 2022 rund 2%.

4.3.3 Massnahmen

Massnahmen	Priorität
Erhebung Entlastungskennzahlen Netz Im Sinne einer integralen Beurteilung müssen künftig die Entlastungskennzahlen der Sonderbauwerke erfasst und ausgewertet werden.	●

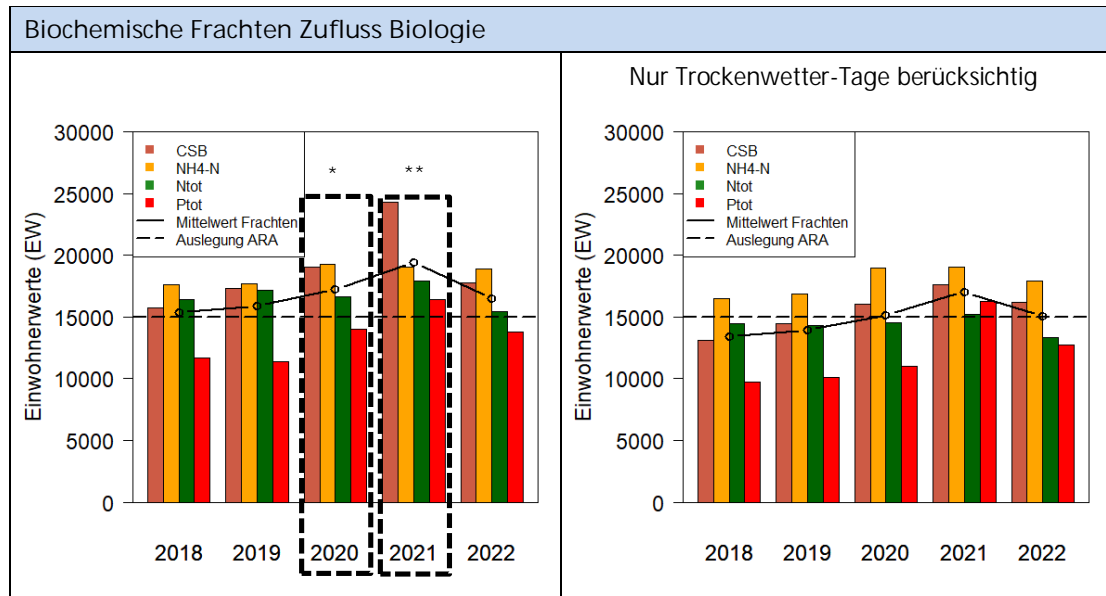
4.4 Biochemische Belastung Biologie

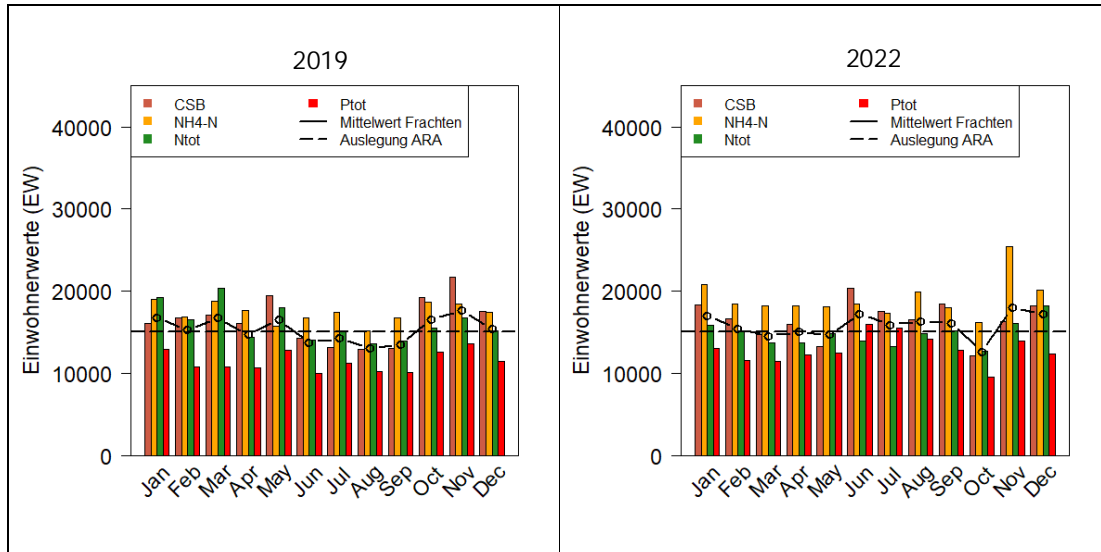
4.4.1 Methoden

Die einzelnen Frachten wurden aus der Durchflussmessung im Zufluss der Filtration und den jeweiligen Konzentrationen im Ablauf der Vorklärung berechnet. Für die Aggregation nach Jahren, Monaten und Wochentagen wurde jeweils der Wert [kg/d] verwendet, welcher an 85% der Tage unterschritten wurde. Zum Vergleich wurden die Einwohnerwerte für die TW-Tage gemäss der Methode A 198 berechnet.

Die Einwohnerwerte (EW) wurden mit den folgenden spezifischen Werten berechnet: 72 g CSB/(EW*d); 6.0 g NH4 - N/(EW*d); 1.6 g P/(EW*d); 10 g N_{tot}/(EW*d). Diese spezifischen Werte wurden an die neue DWA-A 131 angepasst.

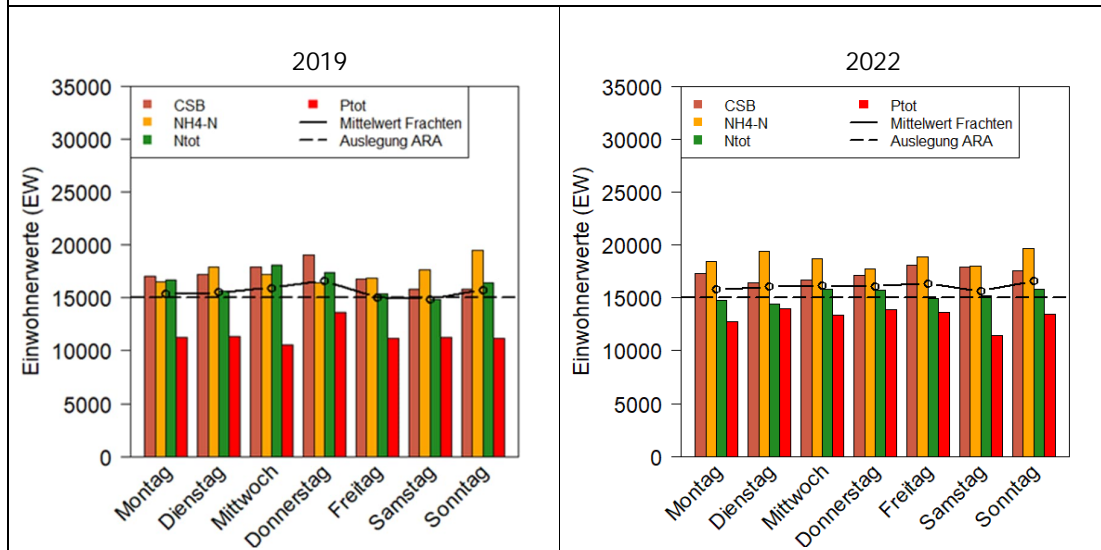
4.4.2 Auswertung





**Die Frachten im März und April 2020 sind nur bedingt aussagekräftig; partikuläre Stoffe (CSB, z. T. P_{tot}) sind durch Schlammabtrieb in der Vorklärung überhöht, gelöste Parameter (v. a. NH_4-N , z. T. N_{tot}) durch Verdünnung aufgrund hoher ÜSS-Resirkulation von bis zu 50% des Abwasseranfalls reduziert. Zusätzlich kam es zu Ablagerungen im Probennehmer, die eine repräsentative Probenahme erschwerten.*

*** Die Frachten der partikulären Stoffe (CSB, P_{tot} , z. T. N_{tot}) der 2. Jahreshälfte 2021 sind sehr hoch und nicht aussagekräftig, da sich der ÜSS in der Vorklärung nicht richtig absetzte. Dadurch zirkulierte er zwischen Vorklärung und Biologie und wurde mehrfach gemessen.*



Analyse

4-1 Biochemische Frachten pro Betriebsjahr

Die biochemischen Frachten bezüglich CSB, Ammonium und Gesamtstickstoff haben über die letzten Jahre eine leicht steigende Tendenz. Sie sind eine Folge der stetig wachsenden Einwohner-Zahl. Es ist jedoch zu beachten, dass die auffällige hohe CSB-Fracht im 2020 (19'100 EW) und 2021 (24'300 EW) vermutlich durch Absetzprobleme des Überschussschlammes in der Vorklärung verursacht wurden. Im aktuellen Betriebsjahr 2022 konnten diese Probleme behoben werden und die CSB-Fracht liegt mit 17'800 EW wieder auf einem tieferen Niveau. Trotzdem muss festgehalten werden, dass die Dimensionierungsgrösse der ARA von 15'000 EW überschritten wird.

Werden nur die Frachten an Trockenwetter-Tagen berücksichtigt, reduziert sich die CSB-Fracht bei Trockenwetter, während die Stickstoff- und Ammoniumfrachten ähnlich sind. Dies zeigt, dass die hohen Frachten vor allem durch die schlechte Absetzung des Schlammes in der Vorklärung bei Regenwetter auftraten.

4-2 Biochemische Frachten pro Monat

Tiefere Frachten im Sommer als im Winter entsprechen einem typischen Jahresverlauf, da vermehrter biologischer Abbau bei höheren Temperaturen in der Kanalisation stattfindet (siehe monatliche Frachten 2019). Allerdings wurden im Sommer 2022 leicht erhöhte Frachten beobachtet. Es ist möglich, dass in der Vorklärung Abbauprozesse stattfinden, welche die organischen Feststoffe in gelösten CSB abbauen. Dieser gelangt dann in den Ablauf der Vorklärung und nicht mit dem Frischschlamm in die Faulung.

4-3 Biochemische Frachten pro Wochentag

Im aktuellen Betriebsjahr 2022 ist kein ausgeprägter Wochengang erkennbar.

4.4.3 Massnahmen

Massnahmen	Priorität
<p>Beobachtung biochemische Belastung</p> <p>Da die Zuflussfrachten die Dimensionierungsbelastung übersteigen, müssen die biochemischen Belastungswerte und die ARA-Ablaufwerte weiterhin beobachtet und in den kommenden Jahren Massnahmen zur Kapazitätssteigerung Biologie und Faulung realisiert werden. Dies ist mit dem Pilotversuch mit dem InDense®-Verfahren bereits in vollem Gange. Die Pilotversuche laufen noch bis Mai 2023.</p>	●
<p>Schlammabzug Vorklärung</p> <p>Das Schlammbett in der Vorklärung muss so tief gehalten werden, dass kein Abbau von organischer Trockensubstanz stattfinden kann.</p>	●

4.5 Biologie

4.5.1 Methode

Zur Berechnung des effektiven aeroben Schlammalters (SA) wird die Masse der Feststoffe in den Belebungsbecken durch die Schlammverluste je Zeiteinheit (GUS Ablauf NKB + abgezogener ÜSS) dividiert. Das erforderliche Schlammalter ist eine Funktion der Temperatur und wird gemäss ATV-131 mit einem Prüffaktor von 1.8 berechnet.

Betrieb bis 02. Juni 2022 und Referenzstrasse:

Von Ende Mai bis Ende Oktober wird die Belüftung in R2 ausgeschaltet. Der Sauerstoffeintrag in R4 und R5 wurde ab Ende Mai 2020 bis am 21. Dezember 2021 nach der Sauerstoffsonde in R4 geregelt. Seither befindet sich die Sauerstoffsonde in R5, welcher jedoch nicht aktiv belüftet, sondern nur gerührt wird.

Betrieb Pilotstrasse von 02. Juni 2022 bis 31. Dezember 2023:

Im Zuge des Pilotversuchs mit granuliertem Schlamm wird der Reaktor 3 in der Biologiestrasse 2 ab dem 7. Juli 2022 mit intermittierender Belüftung betrieben, welche nach einer Ammoniumsonde geregelt wird. Die Zone R2 der Pilotstrasse wurde während des Pilotversuchs nie belüftet. Die Zone R5 der Pilotstrasse wurde ab dem 5. Oktober 2022 ohne rühren belüftet.

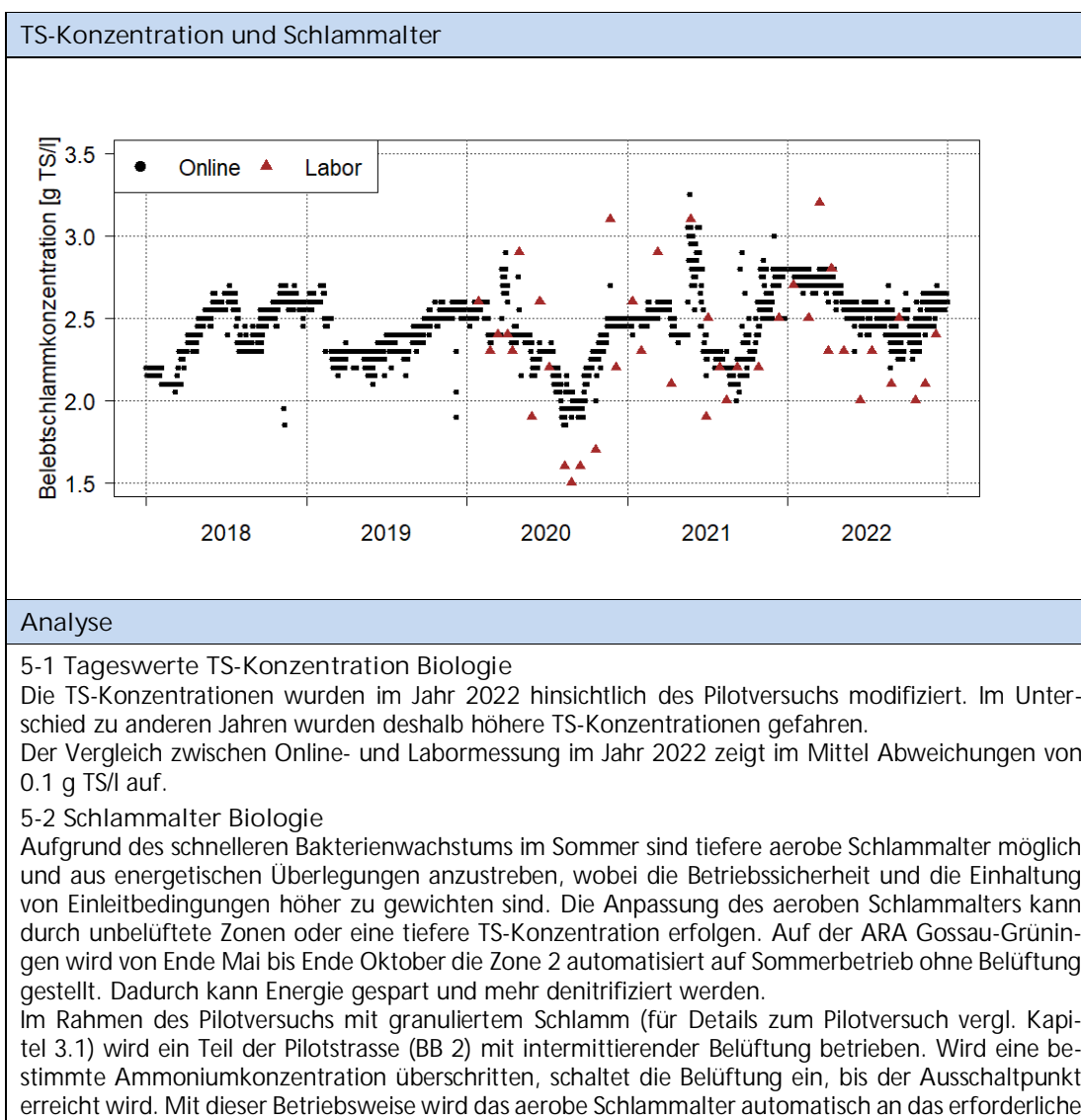
Die Volumina der Reaktoren wurden aus dem FUB von Techfina entnommen und mit den Planunterlagen überprüft. Das belüftete Volumen verringert sich im Sommer von 2x 1140 m³ auf ca. 2x 880 m³.



	R1 (190 m ³)	R2 (160 m ³)	R3 (410 m ³)	R4 (285 m ³)	R5 (285 m ³)	
gerührt		S: gerührt W: belüftet	belüftet	belüftet	gerührt	Normalbetrieb (BB1)
gerührt		gerührt	Intermittierend belüftet	belüftet	belüftet	Pilotstrasse (BB2)

Die Phosphorbilanz wurde mittels Phosphorfracht im Ablauf der Vorklärung und Nachklärung und im Überschussschlamm berechnet. Es wurde ein Phosphoranteil im Überschussschlamm von 3.6 g P/kg TS angenommen. Die Phosphorbilanz kann für das Betriebsjahr 2022 nicht erstellt werden, da aufgrund des Pilotversuchs die ÜSS-Menge nicht vollständig erfasst wird.

4.5.2 Auswertung



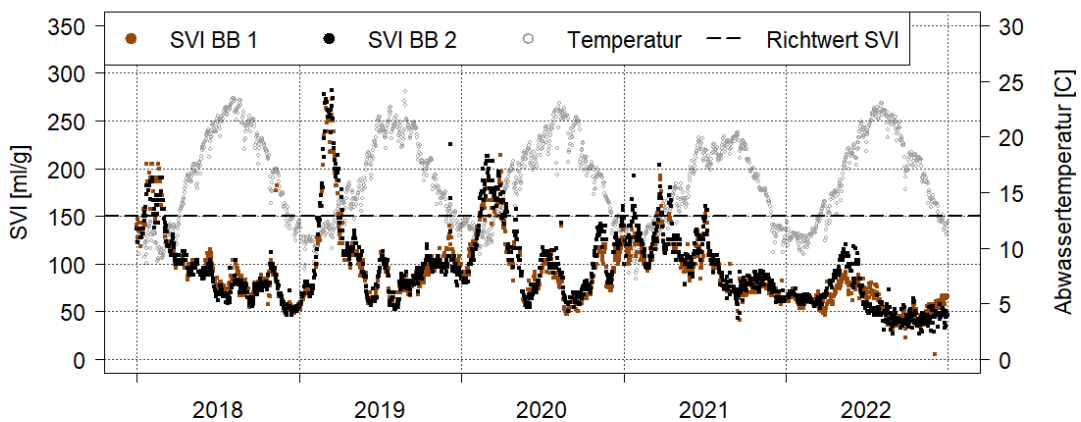
Schlammalter angepasst. Es ist zu beachten, dass nur ein Biologievolumen von 410 m³ mit intermittierender Belüftung betrieben wurde.

Die Ablaufwerte für Ammonium- und Nitrit wurden ganzjährig eingehalten (Vergl. Kapitel 4.6.2), was auf ein ausreichendes aerobes Schlammalter hindeutet.

5-3 Phosphorbilanz

Die Phosphorbilanz kann für das Betriebsjahr 2022 nicht erstellt werden. Aufgrund des Pilotversuchs wird die ÜSS-Menge nicht vollständig erfasst. Die Phosphorbilanz soll im Rahmen der Auswertungen 2023 erneut ausgewertet werden. Der Phosphoranteil des ÜSS soll aufgrund der PAK-Zugabe rechnerisch angepasst werden.

Schlammabsetzeigenschaften



Analyse

5-4 Schlammvolumenindex

Der Schlammvolumenindex (SVI) bildet das Verhältnis von Schlammvolumen zu Belebtschlammkonzentration und charakterisiert die Absetzeigenschaften des Belebtschlammes. Liegt der SVI über 150 ml/g wird von Blähschlamm gesprochen.

In den vergangenen Jahren kam es im Winter zu Blähschlamm. Die Reduktion des SVI erfolgte jeweils durch die Absenkung des TS und der Zugabe von Utopur.

Seit Inbetriebnahme der PAK-Anlage im Sommer 2021 bewegt sich der SVI auf einem tieferen und stabileren Niveau. Es wurde seither kein Utopur mehr dosiert. Seit dem 2. Juni 2022 ist auch der Hydrozyklon für den Pilotversuch in Betrieb (für Details zum Versuch vergl. Kapitel 3.1). Nach Einbau des Hydrozyklons hat sich der SVI in der Pilotstrasse (BB2) sehr schnell abgesenkt und ist in beiden Strassen auf einem sehr tiefen Niveau von 50-60 ml/g. Seit Dezember steigt der SVI in der Referenzstrasse wieder leicht an und es ist eine kleine Differenz zur Pilotstrasse ersichtlich. Es ist zu erwarten, dass besonders im Winter der SVI in der Pilotstrasse durch den Hydrozyklon tiefer ist. Auf die Zugabe von Utopur kann weiterhin verzichtet werden.



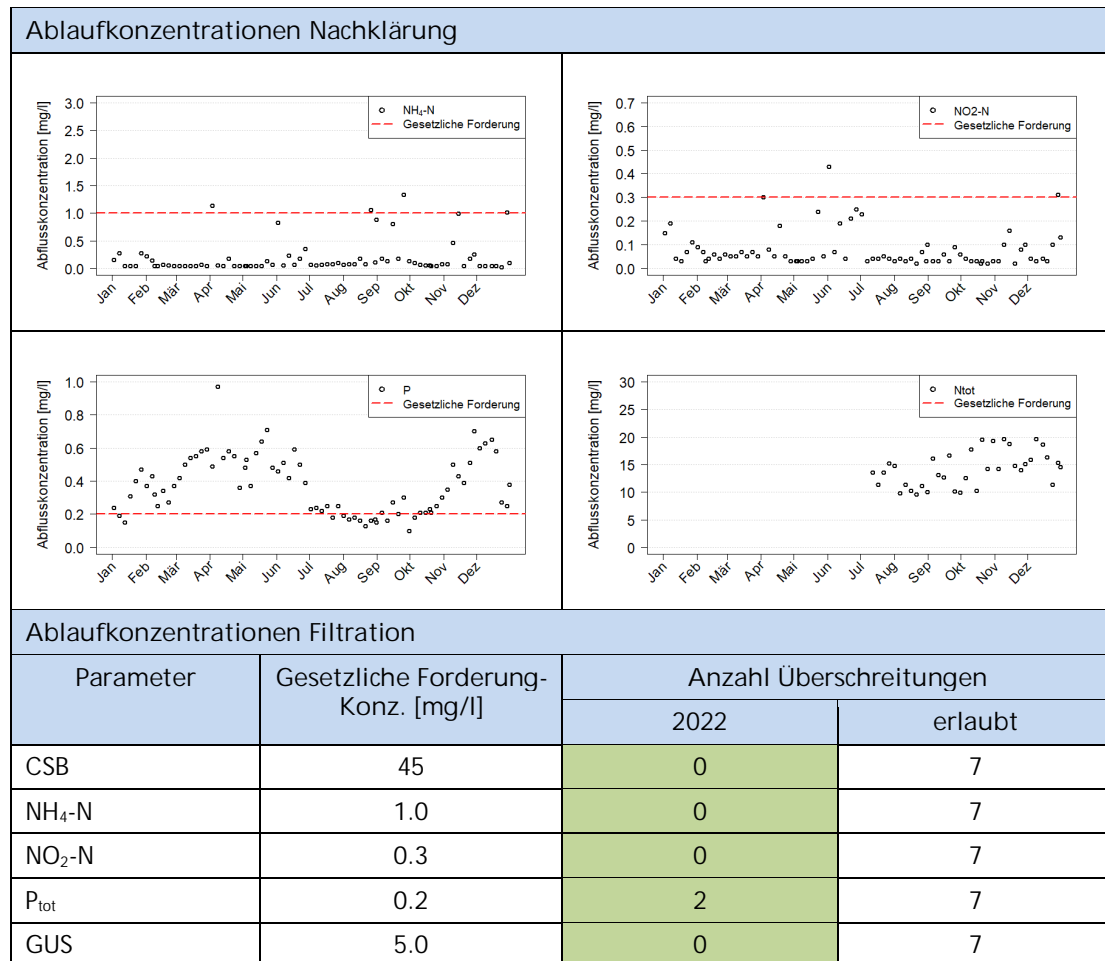
4.6 Ablauf ARA

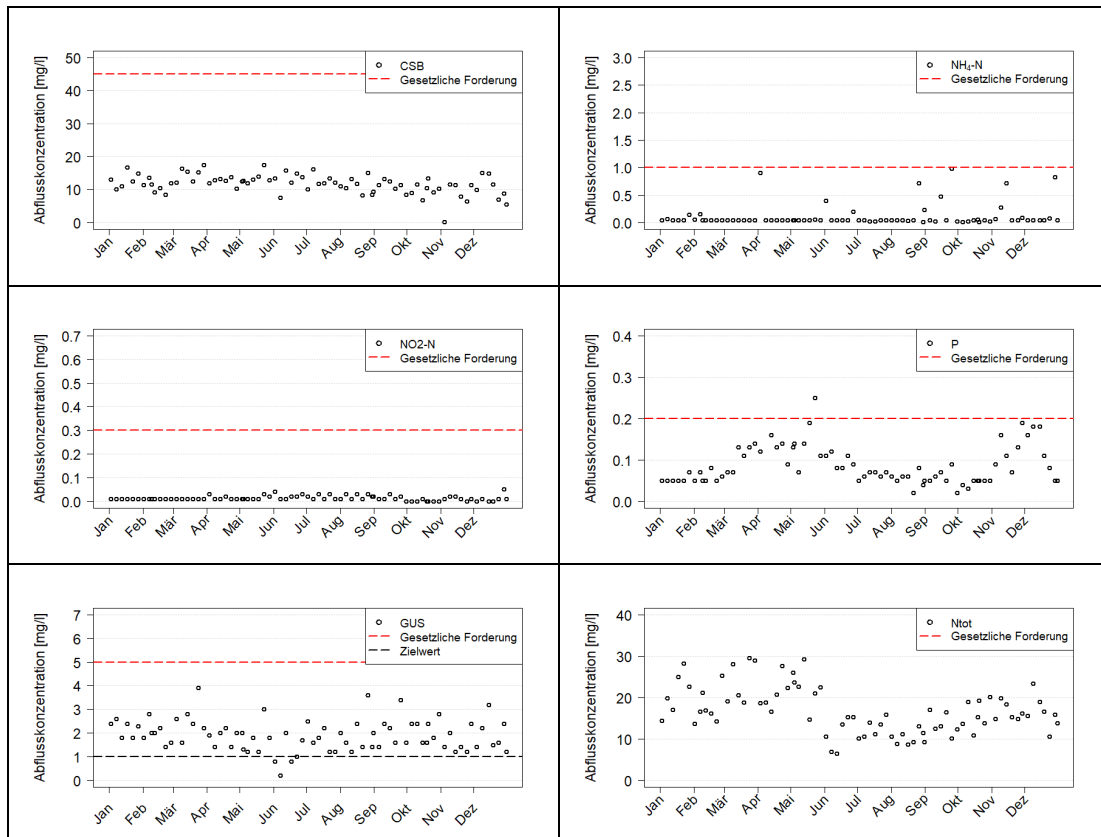
4.6.1 Methode

Im Folgenden werden die gemessenen Ablaufkonzentrationen und die Eliminationsleistungen von verschiedenen Parametern mit den Forderungen des Gesetzgebers verglichen. Die Eliminationsleistungen beziehen sich auf vorgeklärtes Abwasser. Sie beinhaltet die Reinigungsleistung der Biologie und der Filtration.

Die Stickstoffelimination wird aus den Ablaufwerten aus der Vorklärung und den Ablaufwerten aus der Filtration berechnet. Da das Faulwasser direkt in die Biologie dosiert wird, wird dieser Stickstoffanteil vom Probenehmer nicht erfasst. Darum wird die tatsächliche Stickstoffelimination über die Gesamtanlage (Zulauf – Ablauf ARA) vermutlich unterschätzt.

4.6.2 Auswertung





Analyse

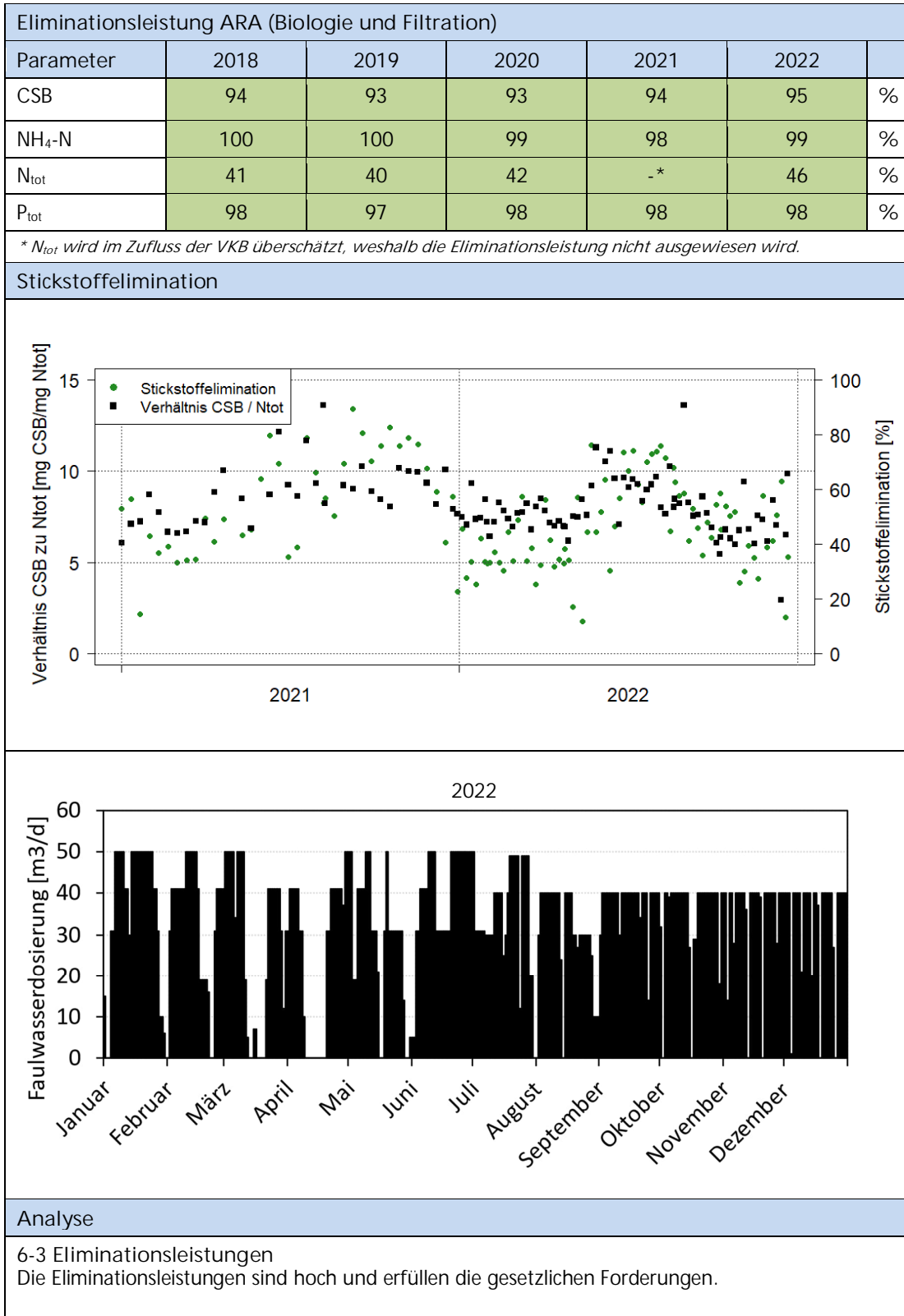
6-1 Ablaufkonzentrationen Nachklärung (Reinigungsleistung Biologie) im Jahresverlauf
Die Ablaufwerte der Nachklärbecken liegen teilweise über den Einleitbedingungen. Durch die Filtration können die Schmutzstoffe jedoch weiter reduziert werden und die Einleitbedingungen werden schliesslich eingehalten. Um einen sicheren Betrieb auch in Zukunft zu gewährleisten, ist eine Kapazitätssteigerung der biologischen Reinigungsstufe jedoch unerlässlich.

6-2 Ablaufkonzentrationen Filtration 2022 im Jahresverlauf

Die Ablaufqualität ist trotz erhöhter Belastung sehr gut. Im Jahr 2022 kommt es mit Ausnahme vom Phosphor zu keinen Überschreitungen. Da es im 2022 Engpässe in Bezug auf die Fällmittel gab, waren die Kläranlagen-Betreiber vom AWEL angehalten, mit den Fällmitteln sparsam umzugehen. Die Ablaufwerte für Gesamtstickstoff sinken im Sommer stark und steigen zum Winter hin wieder leicht an. Ähnliches konnte bereits im Vorjahr 2021 beobachtet werden.

6-3 Ablaufkonzentrationen GUS

Für Verfahren mit Aktivkohle wird vom AWEL ein Zielwert für GUS von 1 mg/L im Ablauf der Filtration verfügt. Damit soll der Rückhalt gewährleistet werden. Es muss festgehalten werden, dass mit dem Stand der Technik ein Zielwert von 1 mg/L nicht erreicht werden kann. Obwohl der Zielwert nicht eingehalten wird, liegen die GUS-Ablaufwerte der ARA Gossau-Grünigen in einem ausgezeichneten Bereich. Auch mit der PAK-Dosierung sind die Werte gegenüber den Vorjahren nicht angestiegen, sondern tendenziell durch die erhöhte Fällung in der Filtration noch verbessert worden. Ausserdem ergaben die PAK-Schlupfmessungen, dass der PAK-Rückhalt auf der ARA gut eingehalten werden kann (siehe Kapitel 4.7.2).



6-4 Stickstoffelimination

Die jährliche mittlere Stickstoffelimination über die Biologie (Faulwasser in Ablauf VKB nicht berücksichtigt) beträgt im 2022 rund 46%. Im Sommer liegt die Elimination bei über 60-70%. Dies hängt einerseits mit dem unbelüfteten Betrieb des Reaktors 2.2 und andererseits mit dem höheren CSB zu Stickstoff-Verhältnis, von bis zu ca. 10 mg CSB / mg N, im Sommer zusammen. Die Stickstoffelimination über die gesamte ARA ist tendenziell eher leicht höher als über die Biologie, da das Faulwasser nach dem Probenehmer zugeführt wird.

6-5 Faulwasserdosierung

Die Faulwasserdosierung wird seit September 2022 sehr gleichmässig verteilt.

4.6.3 Massnahmen

Massnahme	Priorität
Probenahme Rohabwasser Heute werden die Schmutzstoffparameter im Ablauf der Vorklärung gemessen. Forderungen an die Reinigungsleistung (z. B. Elimination MV, Stickstoffelimination) beziehen sich immer auf die gesamte ARA. Deshalb muss auch das Rohabwasser beprobt werden. Dazu kann der Probenehmer des Pilotversuchs nach dessen Abbau versetzt werden. Allfällige bauliche Massnahmen im Verbindungskanal zwischen Sandfang und Vorklärung sind zu prüfen.	●

4.7 Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen**4.7.1 Methode**

Die Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen ist im Juli 2021 in Betrieb gegangen.

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.

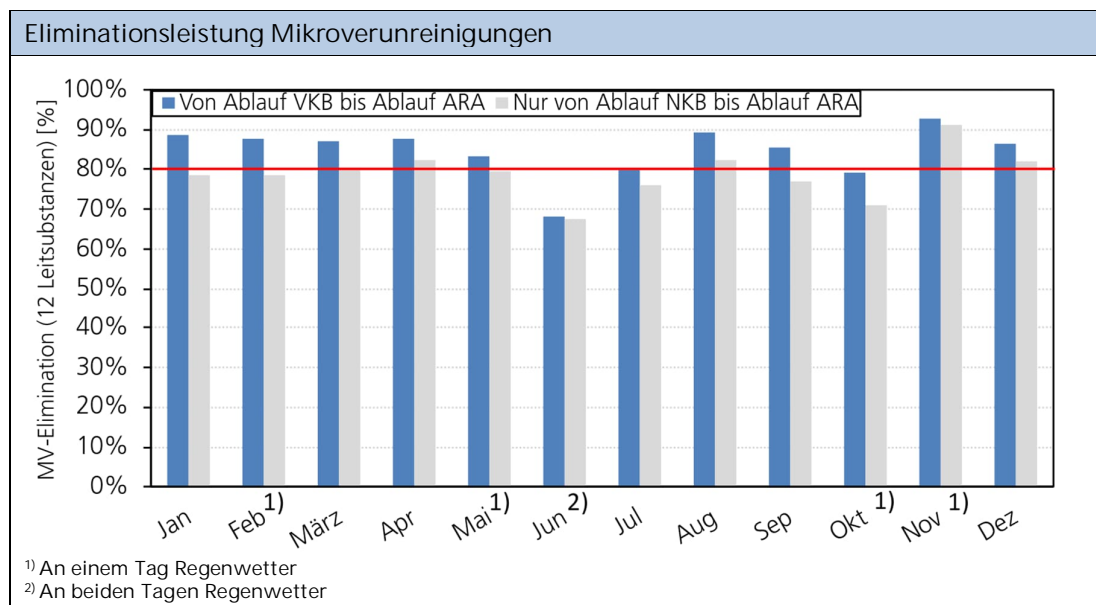


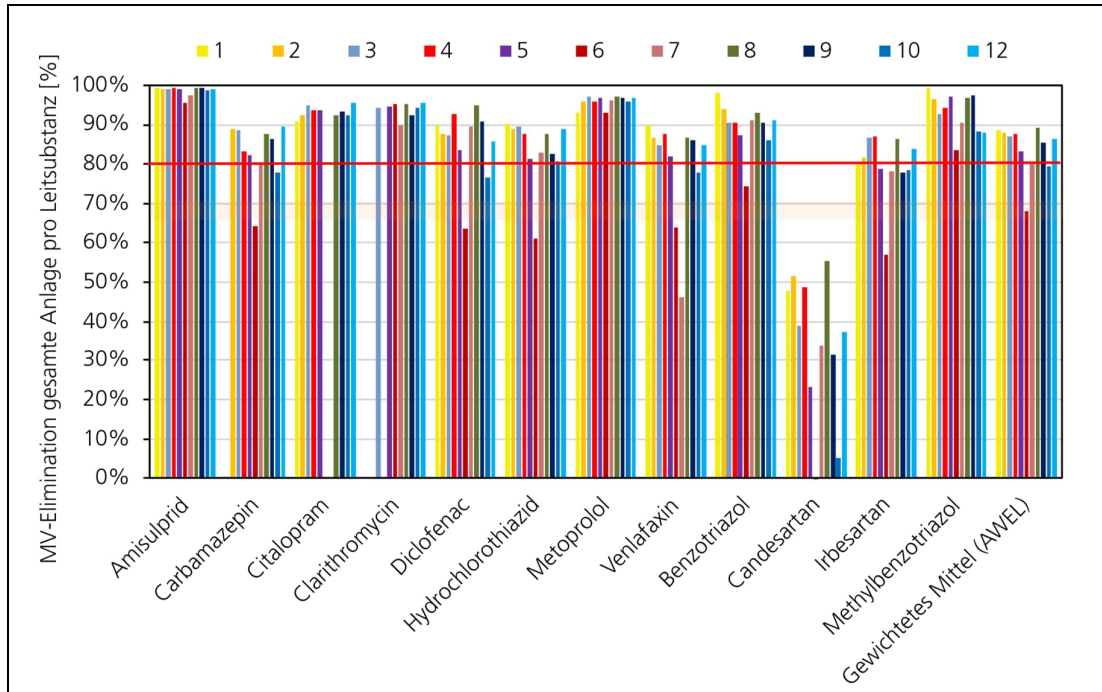
- Der Gesamtreinigungseffekt wird als der im Verhältnis 2 zu 1 gewichtete Mittelwert des arithmetischen Mittelwerts aller prozentualen Eliminationen der Substanzen aus Kategorie 1 zum arithmetischen Mittelwert aller prozentualen Eliminationen der Substanzen aus Kategorie 2 berechnet.
- Die vier Kontrollmessungen des AWEL sind für die Erfüllung der Anforderungen an die Eliminationsleistung relevant.

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.

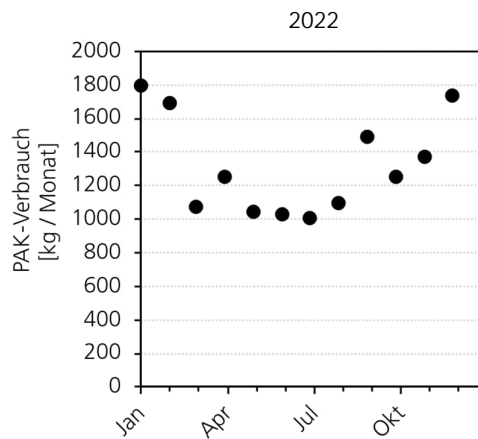
Die Anzahl der jährlichen Probenahmen richtet sich nach der Anlagegrösse: Bei Anlagen unter 50'000 EW sind es mindestens 12 Proben pro Jahr. Ab dem 2. Jahr nach Inbetriebnahme oder Erweiterung der Anlage sind mindestens 6 Proben zu untersuchen, wenn das Abwasser im letzten Jahr die Anforderungen eingehalten 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 16 (12 + 4 Kontrollmessungen) Proben sind maximal zwei Abweichungen zulässig, bei 6 Proben eine.

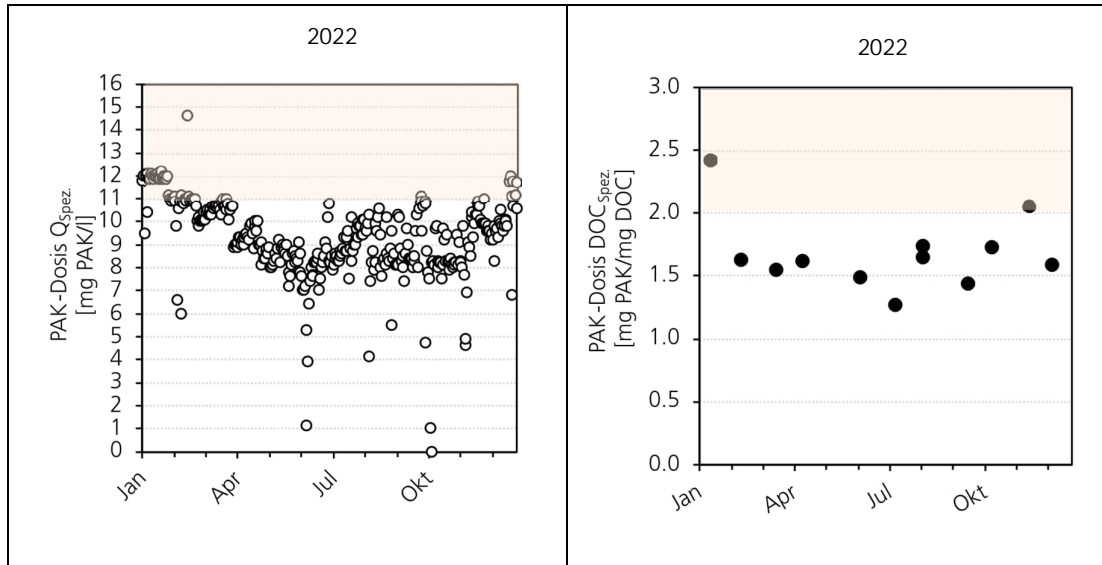
4.7.2 Auswertung



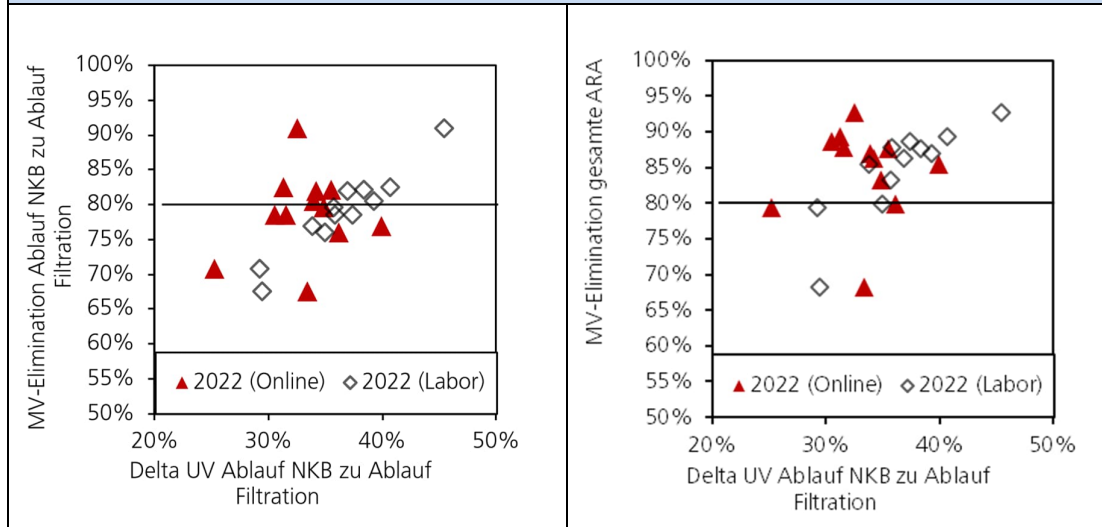


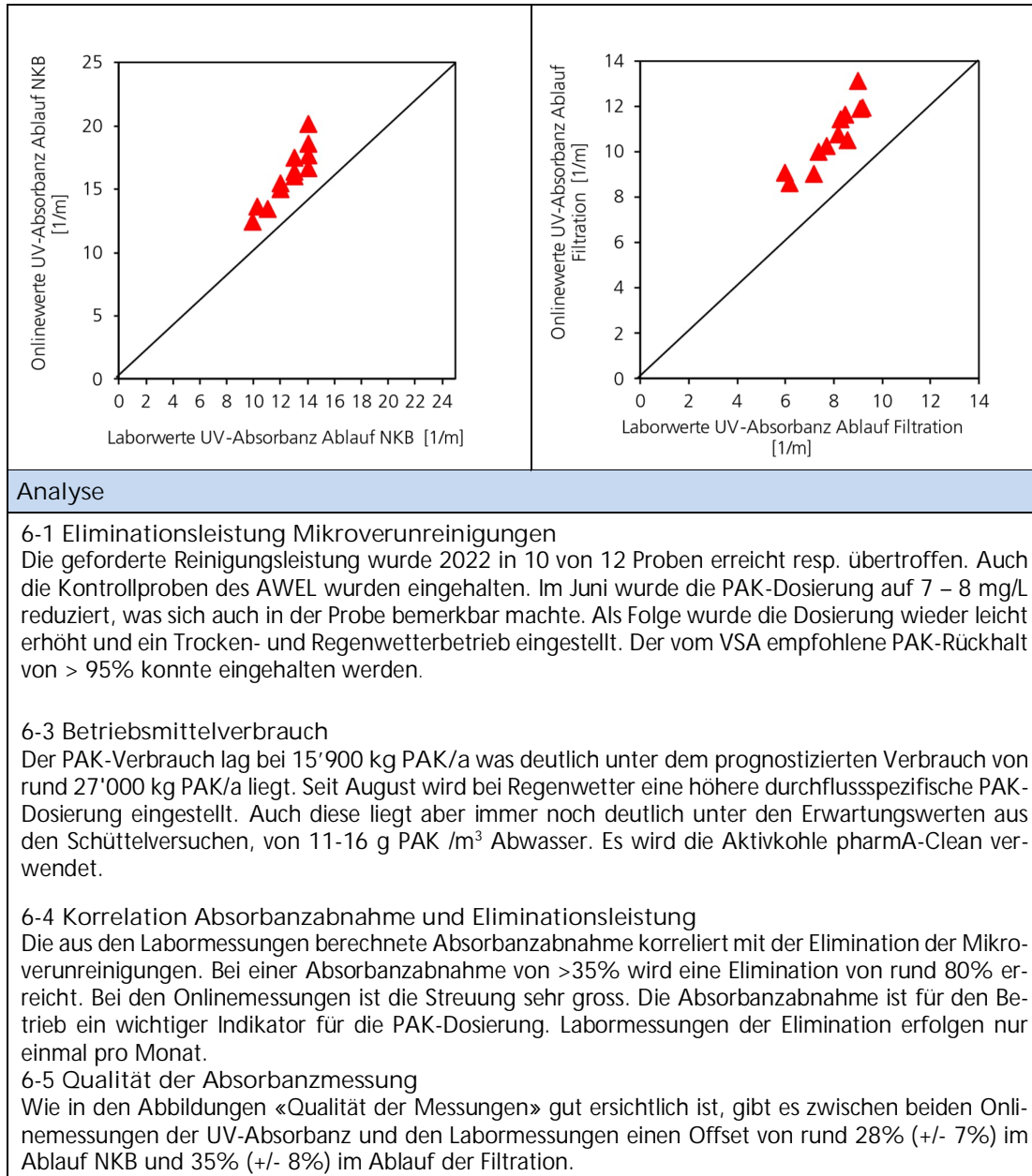
Betriebsmittelverbrauch EMV





Korrelation Absorbanznahem und Eliminationsleistung





4.8 Phosphor Fällung

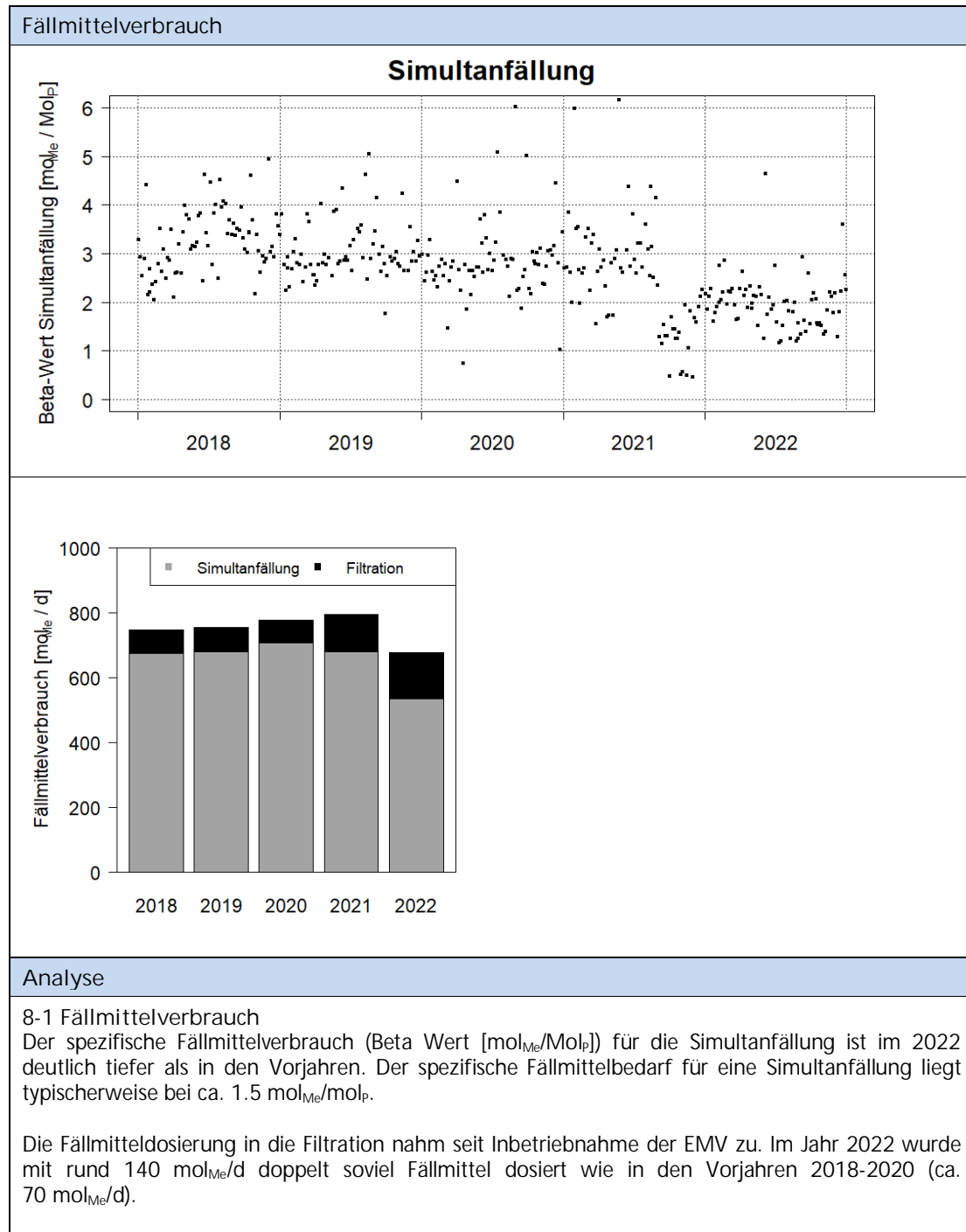
4.8.1 Methode

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 und des in die Biomasse inkorporierten Phosphors berechnet. Die Inkorporation wird als 0.0075 g P/g CSB angenommen.



Seit dem 26. September 2023 wird nicht mehr das Fällmittel Tri-Fer 12.5 (Eisen-III-Chlorid) sondern Tri-Fer 12 S (Eisen-III-Sulfat) verwendet.

4.8.2 Auswertung



Gesamthaft ist der Fällmittelverbrauch um 80 mol_{Me}/d also um rund 10% gesunken. Diese Einsparungen sind der stetigen Optimierung der Fällmitteldosierung durch das ARA Personals zu verdanken.

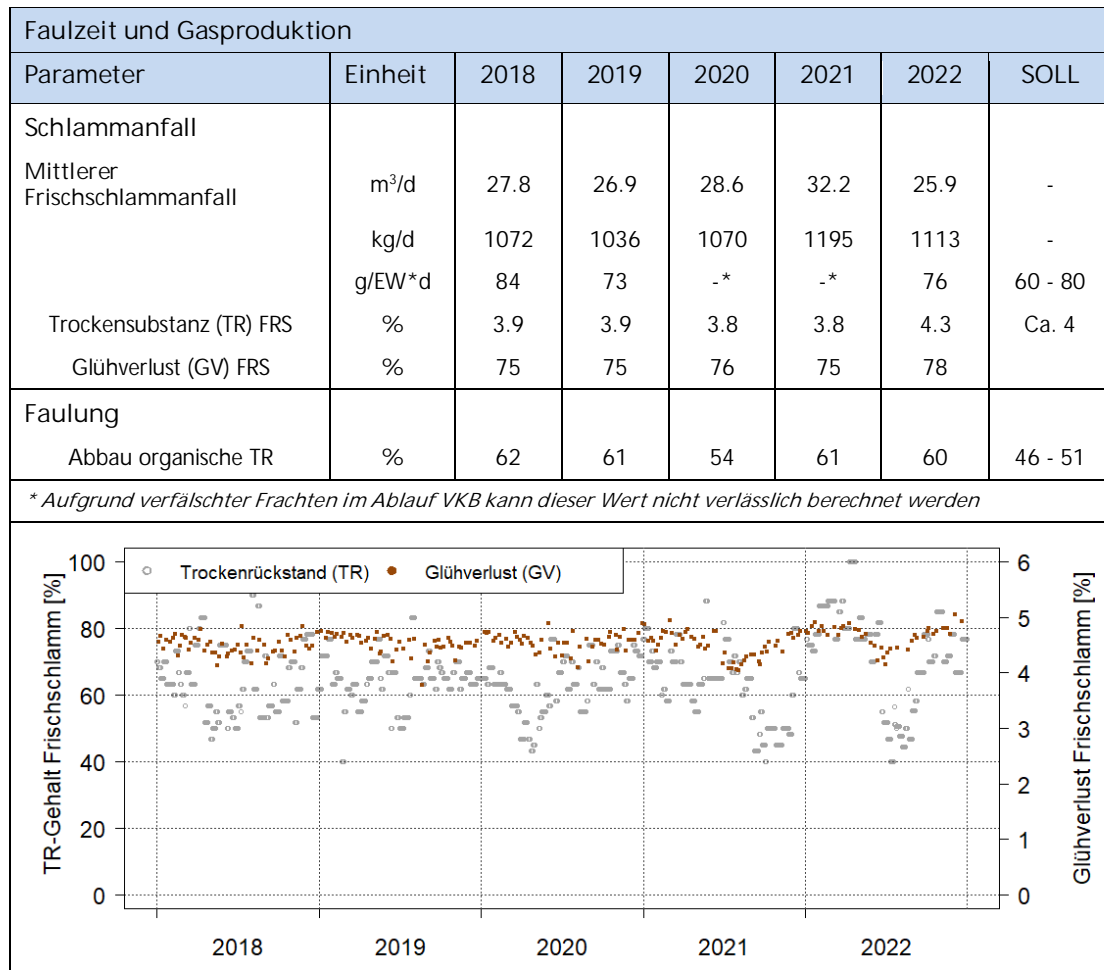
4.9 Faulung

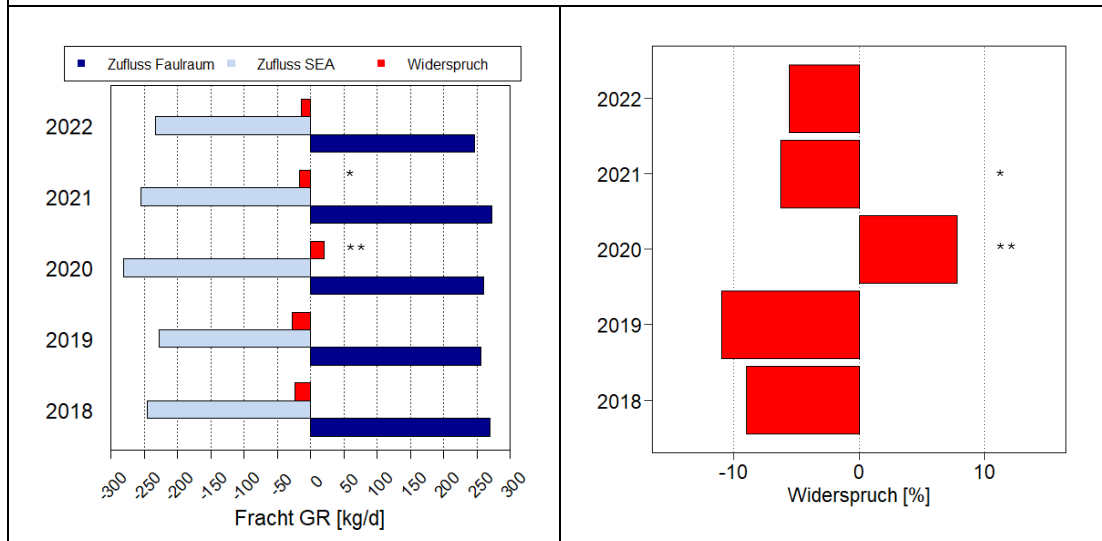
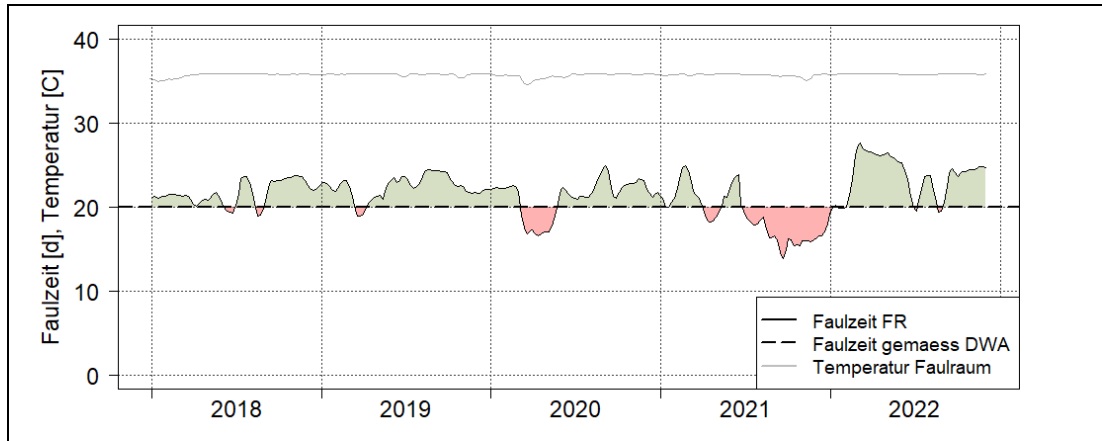
4.9.1 Methode

Zur Berechnung der Aufenthaltszeit im Faulraum wurde das Volumen (600 m³) durch das 20 Tage gleitende Mittel der Frischschlammmenge geteilt.

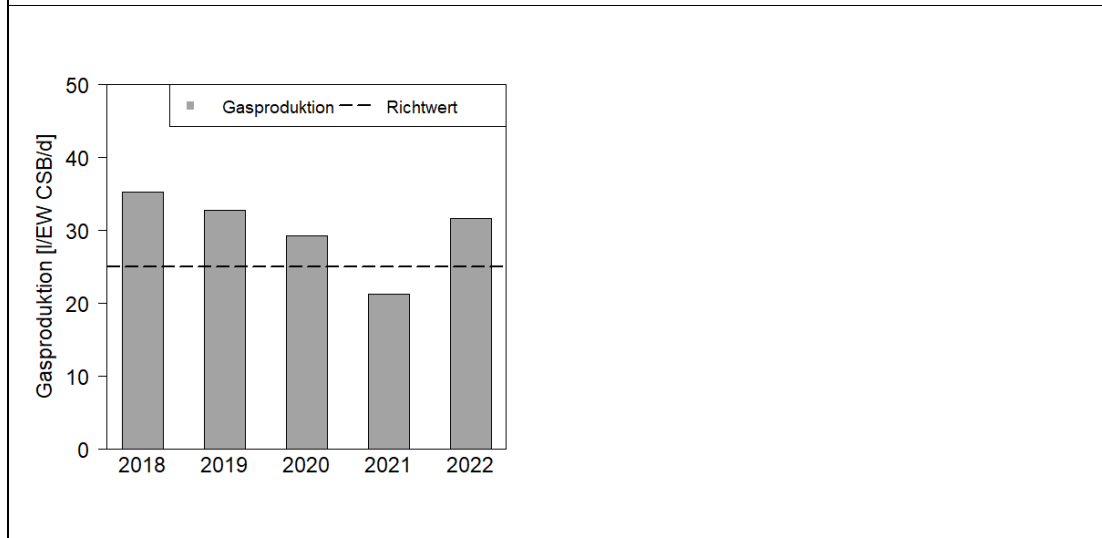
Für die Berechnung der spezifischen Werte wurden die EW berechnet aus den 85%-CSB-Frachten im Ablauf VKB verwendet.

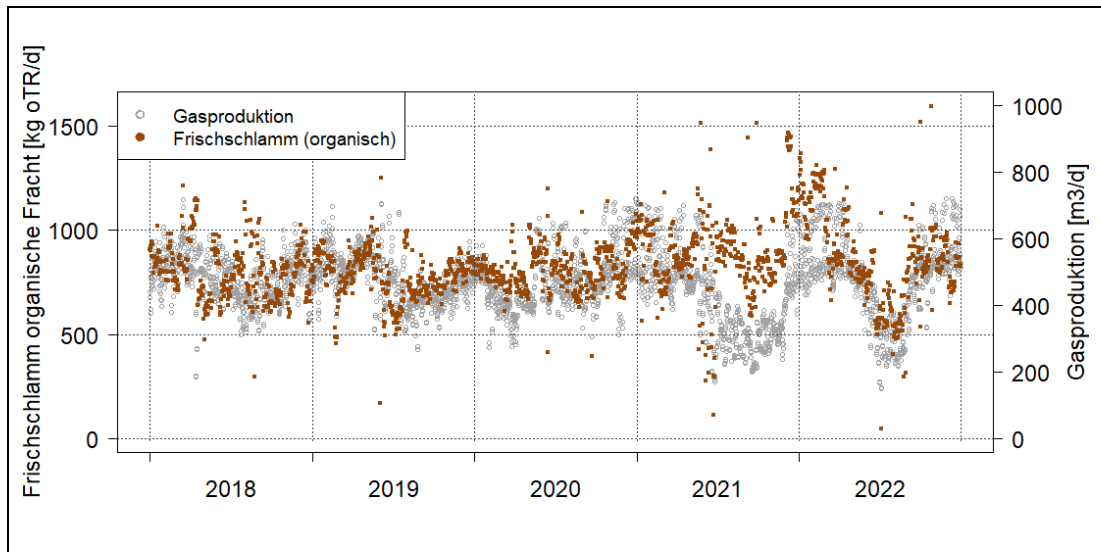
4.9.2 Auswertung





* Für 2021 wurden die Daten ab Juli bis Dezember nicht berücksichtigt.
** Daten vom März bis April 2020 werden nicht berücksichtigt.





Analyse

9-1 Frischschlammeigenschaften

Im Jahr 2022 fiel mit 25.9 m³/d im Mittel wieder deutlich weniger Frischschlamm an als im vorherigen Jahr 2021 (32.2 m³/d), was vor allem auf den höheren TR-Gehalt im Frischschlamm von 4.3% zurückzuführen ist.

9-2 Abbau Organik im Frischschlamm

Die Absetzung in der Vorklärung konnte zuerst mit FHM-Zugabe und anschließend mit kürzerer Aufenthaltszeit deutlich verbessert werden. Trotzdem kam es im Sommer 2022, ähnlich wie bereits im 2021, kurzzeitig zu einer starken TR-Reduktion auf 3%. Ausserdem lässt sich im Glühverlust (GV) seit 2021 ein Jahresgang mit deutlichem Tiefpunkt im Sommer erkennen (bis unter 70%). Wegen der PAK-Zugabe wird übers gesamte Jahr eine Erhöhung des Glühverlusts festgestellt.

9-3 Faulzeit

Trotz des tiefen TR-Gehalts im Sommer konnte die Faulzeit von rund 20 Tagen eingehalten werden. Die Absetzbarkeit des ÜSS im VKB war gut und wurde durch den Pilotversuch bis anhin nicht negativ beeinflusst. Der Abbau der organischen Trockensubstanz liegt mit 60% in einem guten Bereich. Aktuell wird davon ausgegangen, dass im Zusammenhang mit dem granulierten Schlamm keine maschinelle ÜSS-Eindickung notwendig ist.

9-4 Glührückstandsbilanz

Die Bilanz des Glührückstands zeigt für das Jahr 2022 eine Abweichung von -6%. Dies ist eine gute Genauigkeit.

9-5 Gasproduktion

Die spezifische Gasproduktion [l/(EW*d)] lag im Vorjahr 2021 mit 21 l/(EW*d) im Gegensatz zu den früheren Jahren unterhalb des Erwartungswerts. Es wurde vermutet, dass dieser tiefe Wert durch die geringe Aufenthaltszeit in der Faulung verursacht wurde. Obwohl die Aufenthaltszeit im 2022 immer ausreichend war, kam es im Sommer erneut zu einem starken Einbruch der Gasproduktion von bis zu 50%. Während im 2021 die Frischschlammengen noch recht hoch waren, wodurch tatsächlich die Faulzeit limitierend sein konnte, ist dies im 2022 nicht der Fall.

Im Mittel wurden im Jahr 2022 rund 475 m³/d Klärgas produziert. Die spezifische Gasproduktion bezogen auf den organischen TR im Frischschlamm liegt bei rund 532 l/kg oTR.



Schlussfolgerungen: Absatzprobleme Vorklärung und mögliche Abbauprozesse
Die schlechte Absetzung des Schlammes in der Vorklärung im Jahr 2021 könnte durch Zersetzungsprozesse organischer Feststoffe verursacht werden. Die Zersetzungsprozesse lassen sich einerseits im tieferen organischen Anteil (Glühverlust) im Frischschlamm im Sommer beobachten und andererseits auch im tiefen TR-Gehalt. Da dadurch ein Teil der Organik nicht mehr in die Faulung gelangt, sinkt auch die Gasproduktion. Die daraus entstehenden leichtabbaubaren Substanzen haben wiederum eine positive Auswirkung auf die Denitrifikation, welche zwischenzeitlich auf bis zu 80% ansteigt.

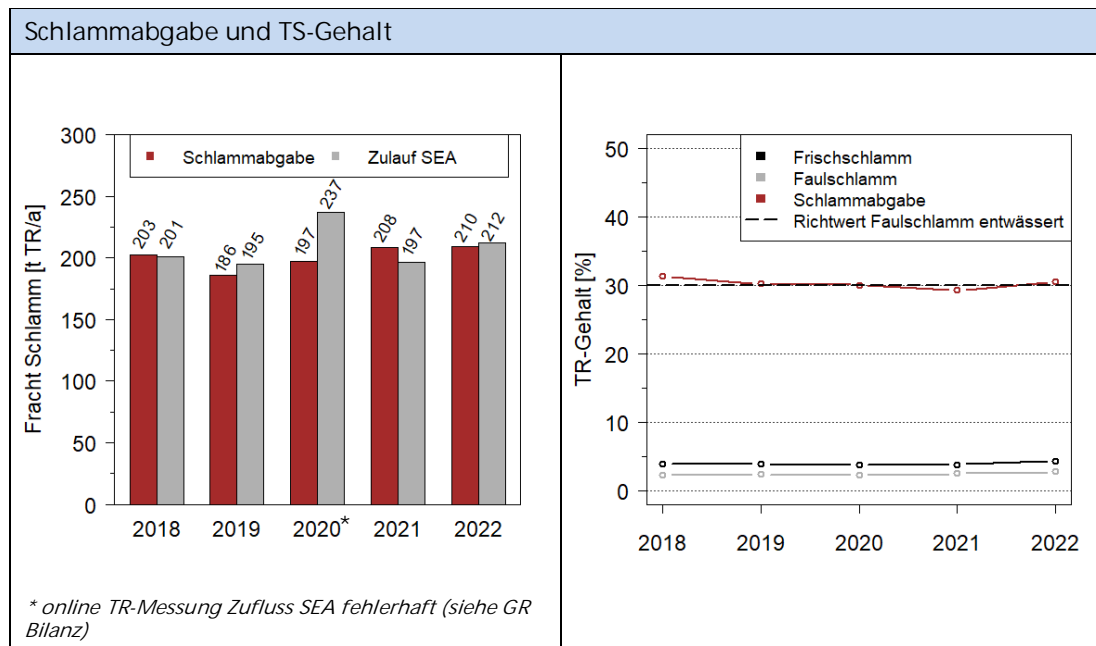
4.10 Entwässerung

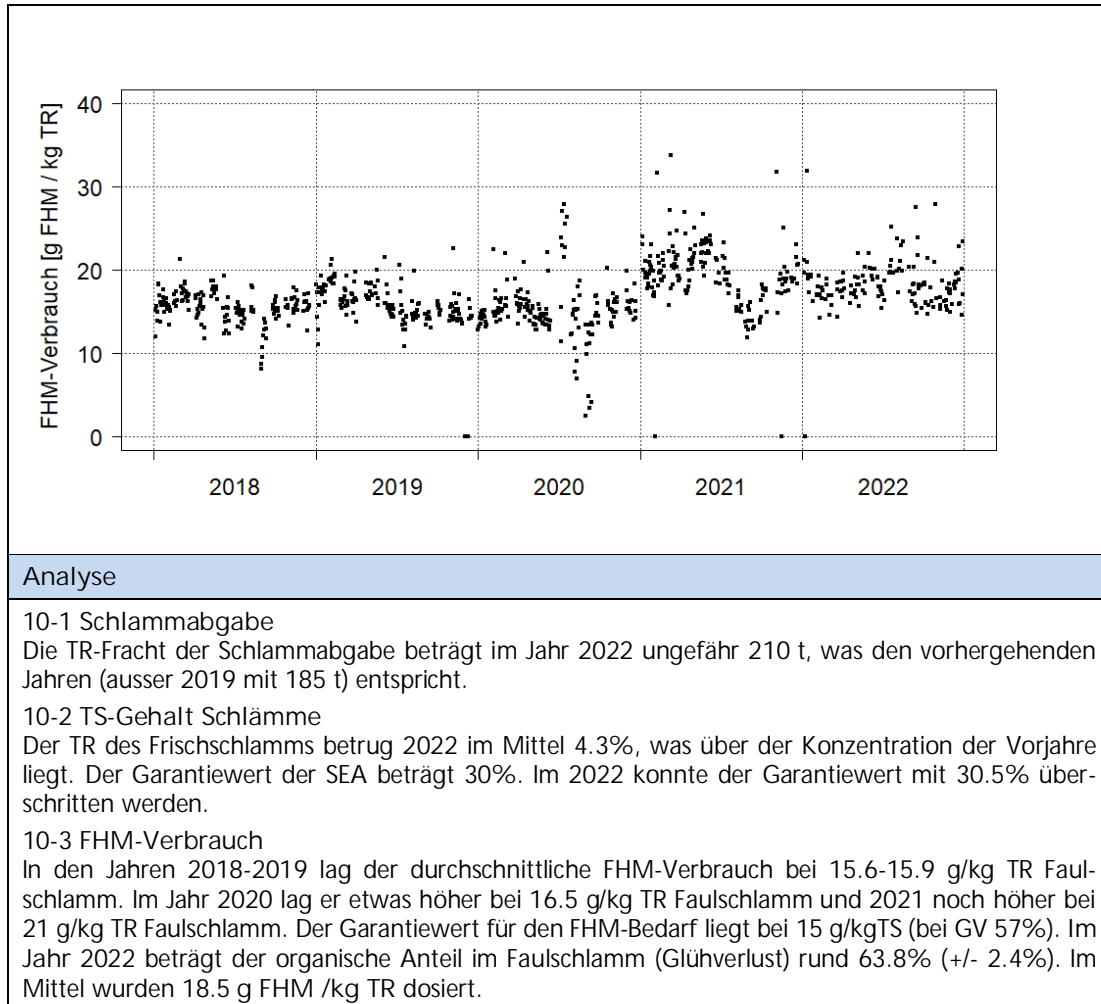
4.10.1 Methode

Von den TR-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.

4.10.2 Auswertung





4.11 Energie

4.11.1 Methode

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

Für den Stromverbrauch der Biologie sind in den Jahren 2019 und 2020 (Umbau UV 8 für PV-Anlage) zwischen dem 28.8. und 3.11.2020 respektive 22.5. und 16.9.2021 keine Daten vorhanden. Der Stromverbrauch für die Biologie in dieser Periode wurde interpoliert.

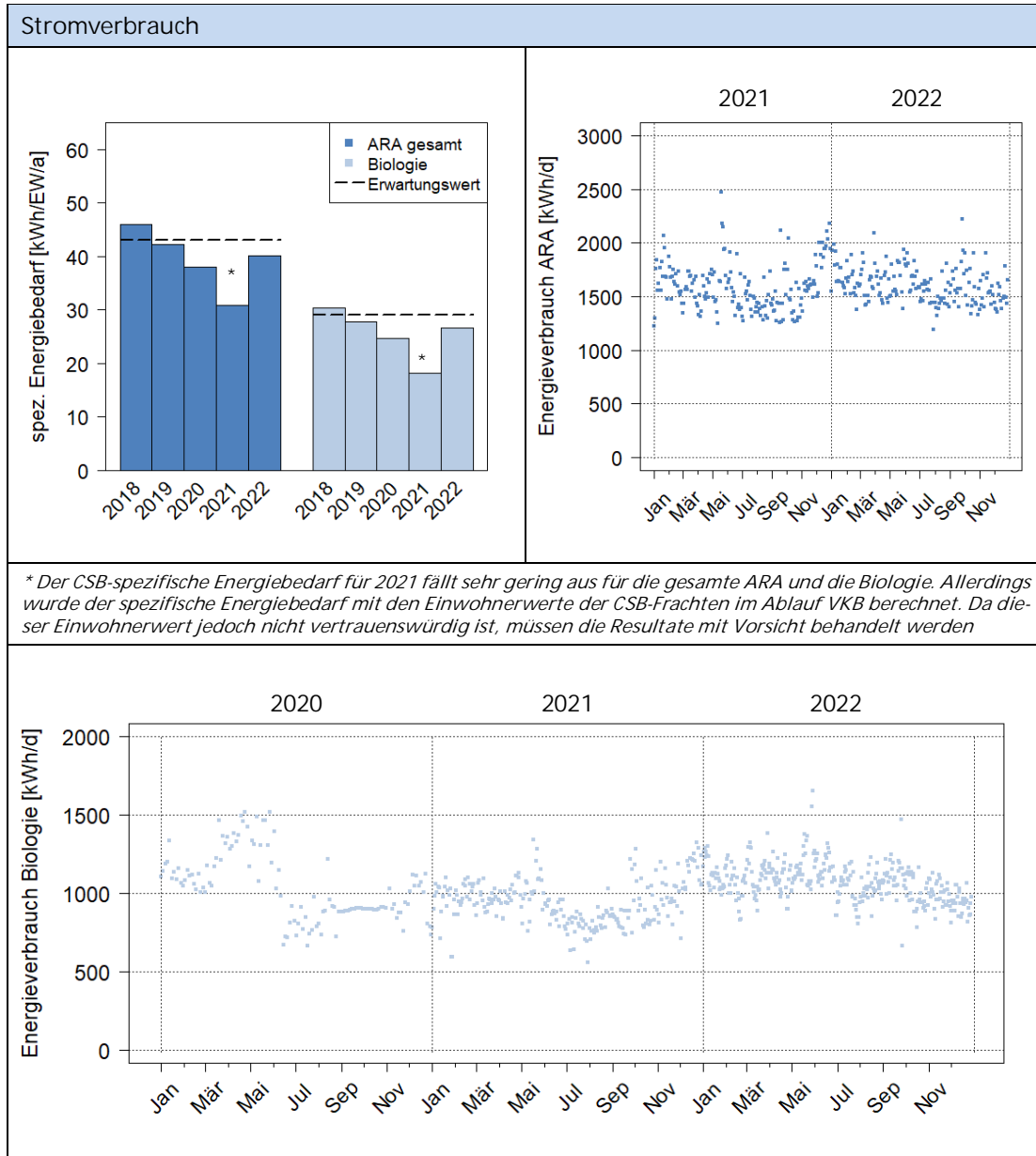
Die PV-Anlage (70 kW) wurde am 1.4.2020 in Betrieb genommen. Die berechneten Energieverbräuche und Kennwerte werden mit Angaben aus dem Handbuch «Energie in ARA» vom VSA verglichen.

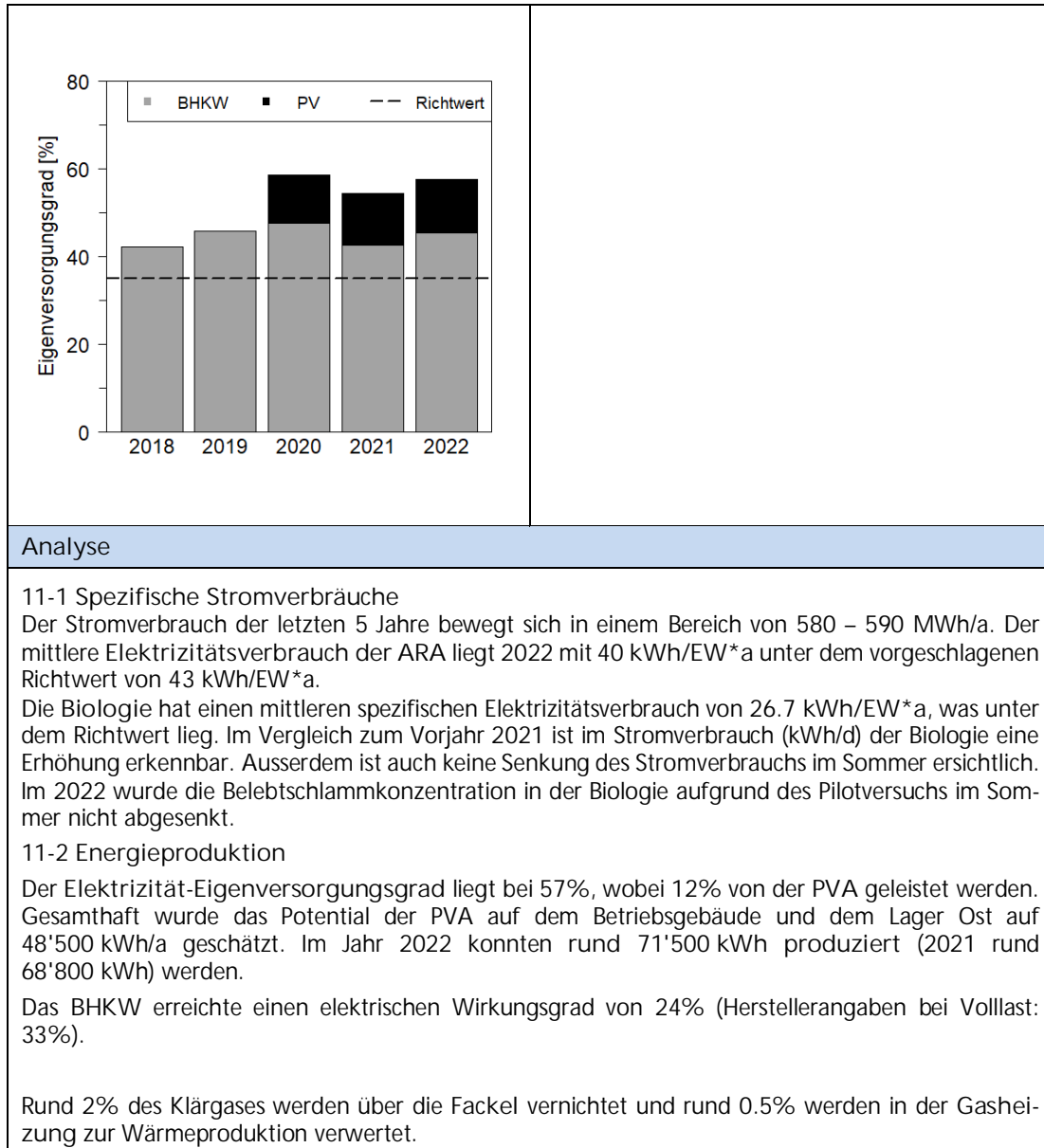
Der Wirkungsgrad des BHKW (45 kW_e) wird unter Annahme eines durchschnittlichen Methangehalts von 65% im Klärgas und einem unteren Heizwert für Methan von 9.968 kWh/m³ berechnet.

Hinweis: Die Datenaufzeichnung des Stromverbrauchs war ab Mitte 2019 fehlerhaft. Die Daten wurden entsprechend korrigiert.



4.11.2 Auswertung







5 Betriebliche Aspekte

5.1 Schulungs- / Ausbildungsstand

Der Stand der Arbeitssicherheit ist sehr gut. Das ARA-Personal kennt und befolgt die für sie relevanten Sicherheitsregeln.

Im Jahr 2022 hat das Betriebspersonal folgende Schulungs-/Weiterbildungskurse belegt:

Stefan Winter (seit 01.10.2015):

- Ausbildungsstand: Klärwerkfachmann BBT
- Weiterbildungen / Tagungen: - Geräteprüfung

Reto Hasler (neu seit 1. Juli 2022):

- Ausbildungsstand: Klärwerkfachmann BBT
- Weiterbildungen / Tagungen: - AWEL Klärwärtertagung

Peter Beer (neu seit 1. Juni 2022)

- Ausbildungsstand: Klärwerkfachmann in Ausbildung
- Weiterbildungen / Tagungen: - interne Schulungen

Remo Achermann (Pikett):

- Ausbildungsstand: Klärwärter VSA
- Weiterbildungen / Tagungen: - interne Schulungen

Der aktuelle Ausbildungsstand von Stefan Winter und Reto Hasler ist sehr gut und aktuell.

5.2 Sitzungstermine

Nr.	Datum	Zeit	Thema / Projekte
1	22.02.2022	17.15	Betrieb: Unterhalt, Anschaffungen Geschäftsbericht 2021: Auswertung Übersicht und Geschäftsbericht Abnahme Jahresrechnung 2021 Werterhaltung 2021/22 Kapazitätssteigerung Biologie und Schlamm
2	07.06.2022	17.15	Betrieb: Unterhalt, Anschaffungen Budget 2023 / Finanz- und Aufgabenplan Werterhaltung 2021/22: Info Stand Projekt, Kosten Pilotversuch InDense®-Verfahren: Terminprogramm und Projektleitplan Vertragserneuerung Generalplaner und Beratungsmandat EMSRL
3	27.09.2022	17.15	Betrieb: Unterhalt, Anschaffungen Kostenteiler Abwasserfreier Greifensee (Zukunft 2050) Werterhaltung 2021/22: Info Stand Projekt, Kosten Pilotversuch InDense®-Verfahren: Terminprogramm und Projektleitplan Entwässerungssystem: Koordinationsstelle Netz Massnahmen 2023: Belagssanierungen Konstituierung des ARA Vorstands
4	01.12.2022	17.15	Betrieb: Unterhalt, Anschaffungen Abwasserfreier Greifensee (Zukunft 2050) Werterhaltung 2021/22: Info Stand Projekt, Kosten Pilotversuch InDense®-Verfahren: Terminprogramm und Projektleitplan Entwässerungssystem: Koordinationsstelle Netz Massnahmen 2023: Belagssanierungen Gas und Wärmeanlagen Neues Betriebsfahrzeug Personelles: Besoldung, Änderung Betriebszeiten und Betriebsleiter Stellvertreter



6 Massnahmen

6.1 Erfolgte Massnahmen 2022

Der Berater hat zusammen mit dem Betrieb und dem Vorstand folgende Arbeiten 2022 erfolgreich durchgeführt:

- Detailplanung und Realisierung Werterhalt 21/22: Stapel und Stapelabdeckung mit Inbetriebnahme im Frühling 2023
- Pilotversuch InDense®-Verfahren zur Kapazitätssteigerung Biologie bis Mai 2023
- Aufgleisen Projekt abwasserfreier Greifensee
- Technische Beratung (laufend bis 2027)
- Werterhaltungsmatrix und Budgetplan aktualisieren, Finanzplan optimieren
- Koordination Entwässerungsplanung, Pflichtenheft V-GEP

6.2 Betriebsoptimierungen 2023

Es bestehen folgende Optimierungspotenziale für das Jahr 2023:

Massnahmen	Priorität
Erhebung Entlastungskennzahlen Netz Im Sinne einer integralen Beurteilung müssen künftig die Entlastungskennzahlen der Sonderbauwerke erfasst und ausgewertet werden.	●
Beobachtung biochemische Belastung Da die Zuflussfrachten die Dimensionierungsbelastung übersteigen, müssen die biochemischen Belastungswerte und die ARA-Ablaufwerte weiterhin beobachtet und in den kommenden Jahren Massnahmen zur Kapazitätssteigerung Biologie und Faulung realisiert werden. Dies ist mit dem Pilotversuch mit dem InDense®-Verfahren bereits in vollem Gange. Die Pilotversuche laufen noch bis Mai 2023.	●
Schlammabzug Vorklärung Das Schlammbett in der Vorklärung muss so tief gehalten werden, dass kein Abbau von organischer Trockensubstanz stattfinden kann.	●
Probenahme Rohabwasser Heute werden die Schmutzstoffparameter im Ablauf der Vorklärung gemessen. Forderungen an die Reinigungsleistung (z. B. Elimination MV, Stickstoffelimination) beziehen sich immer auf die gesamte ARA. Deshalb muss auch das Rohabwasser beprobt werden. Dazu kann der Probennehmer des Pilotversuchs nach dessen Abbau versetzt werden. Allfällige bauliche Massnahmen im Verbindungskanal zwischen Sandfang und Vorklärung sind zu prüfen.	●

6.3 Ausblick Projekte 2023 -2024

Zurzeit sind folgende Projekte in Bearbeitung oder geplant:

- Planungsarbeiten Kapazitätssteigerung Biologie
- Detailplanung und Realisierung Werterhalt 21/22: Inbetriebnahme im Frühling 2023
- Detailplanung und Realisierung Werterhalt 23/24: Belagssanierungen

- Pilotversuch InDense®-Verfahren zur Kapazitätssteigerung Biologie bis Mai 2023
- Detailplanung und Realisierung Ersatz BHKW, Schlammwärmetauscher, Gas/Öl-Heizung inkl. Steuerung und Wärmespeicherung, Energiemanagement BHKW und PV-Anlage, Erweiterungsmöglichkeit PV-Anlage
- Planungsarbeiten Kapazitätssteigerung Schlammbehandlung
- Technische Beratung (laufend bis Ende 2027)
- Werterhaltungsmatrix und Budgetplan aktualisieren, Finanzplan optimieren
- Koordination Entwässerungsplanung, Pflichtenheft V-GEP, Einleitkonzept
- Projekt abwasserfreier Greifensee

6.4 Ausblick Projekte 2025-2026

Es sind folgende Projekte geplant:

- Detailplanung und Realisierung Kapazitätssteigerung Biologie
- Detailplanung und Realisierung Kapazitätssteigerung Schlammbehandlung
- Detailplanung und Realisierung PV-Anlage über Filtration
- Planung Sanierung mechanische Vorreinigung
- Betonuntersuchung Regenentlastungsbecken, Rechengebäude, Sandfang

Zürich, 21. Februar 2023
pro/fum

HUNZIKER **BETATECH**

Hunziker Betatech AG
Bellariastr. 7
8002 Zürich

