



ARA Seelisberg

Jahresbericht 2022

Verfasserin:



AFRY Schweiz AG
Herostrasse 12, Postfach
8048 Zürich

Kunde	Abwasser Uri
Titel	ARA Seelisberg – Jahresbericht 2022
Verfasser	AFRY Schweiz AG
Projekt	AWU Jahresberichte
Projekt Nr.	115000803
Dateiname	_JB_2022_ARA_Seelisberg
Verteiler	Beat Furger (Abwasser Uri, Geschäftsleitung) Daniel Geisser (Abwasser Uri, Geschäftsleitung-Stv.) Roland Gisler (Abwasser Uri, Leitung Betrieb Anlagen) Hansueli Arnold (Abwasser Uri, Leitung Abwasseranlagen)
Original	
Datum	30.03.2023
Verfasser / Position	Jacques Bichler / Projektleiter Fiona Kriwan / Projektingenieur
Kontrolldatum	31.03.2023
Überprüft von / Position	Thomas Morgenthaler / Leiter BU Wasser & Umwelt
Revisionen	
Datum	09.05.2023
Verfasser / Position	Geschäftsleitung Abwasser Uri
Bemerkungen	Koreferat
Datum	
Verfasser / Position	

INHALTSVERZEICHNIS

1	Vorwort der Geschäftsleitung	4
2	Erklärung der Fachbegriffe und Abkürzungen	6
3	Zusammenfassende Beurteilung	7
3.1	Allgemeine Bemerkungen	7
3.2	Abwasserbehandlung	8
3.3	Schlammbehandlung	9
3.4	Energiehaushalt	9
4	Trendübersicht	10
5	Vereinfachtes Fliessschema der ARA Seelisberg	11
6	Ablaufwerte und Gesetzeskonformität	12
6.1	Übersicht Gesetzeskonformität	13
6.2	Ablaufkonzentrationen und Reinigungsleistung	14
6.2.1	Biochemischer Sauerstoffbedarf – BSB ₅	14
6.2.2	Chemischer Sauerstoffbedarf – CSB	14
6.2.3	Gesamt ungelöste Stoffe – GUS	15
6.2.4	Nitritstickstoff – NO ₂ -N	15
6.2.5	Ammoniumstickstoff – NH ₄ -N	16
6.2.6	Totaler Phosphor Ptot	16
6.2.7	Sichtigkeit	17
7	Abwassermengen und physikalische Parameter	18
7.1	Abwassermengen und physikalische Parameter	19
7.1.1	Übersicht Abwassermengen und physikalische Parameter	19
7.1.2	Trinkwasserverbrauch und Abwasseranfall	19
7.1.3	Tägliche Abwassermengen	20
7.1.4	Minimale tägliche Abwassermengen	20
7.1.5	Monatliche Abwassermengen	21
7.2	Abwassermengen Mehrjahresvergleich	21
8	Schmutzstoffkonzentrationen und -frachten	22
8.1	Abwasserzusammensetzung Rohabwasser	22
8.2	Jahresübersicht	23
8.2.1	Konzentrationen	23
8.2.2	Frachten	23
8.3	Mehrjahresvergleich	24
8.3.1	Übersicht Frachtsummen	24
8.3.2	Ammoniumfrachten	24
8.3.3	CSB Frachten	25
8.3.4	Einwohnerwerte und Auslastung	26

9	Biologische Stufe.....	27
9.1	Mehrjahresvergleich-Mittelwerte.....	27
9.2	Feststoffgehalt.....	28
9.3	Schlammalter	28
9.4	Schlammvolumenindex	29
9.5	Schlammbelastung.....	29
10	Schlammbehandlung	30
10.1	Klärschlammanalyse (LdU)	30
10.2	Klärschlammensorgung Mehrjahresvergleich.....	30
11	Energiehaushalt.....	31
11.1	Stromverbrauch – Monatsstatistik	31
11.2	Stromverbrauch – Mehrjahresvergleich.....	32
12	Betriebsmittelverbrauch	33
12.1	Betriebsmittelverbrauch – Monatsstatistik	33
12.2	Betriebsmittelverbrauch – Mehrjahresvergleich	33
13	Entsorgung Reststoffe	34
13.1	Entsorgung – Monatsstatistik	34
13.2	Entsorgung Mehrjahresvergleich	35
14	Bemerkungen zum Betrieb.....	36
14.1	Wichtige Ereignisse.....	36
A	Anhang.....	37
A 1	Schmutzstoffkonzentrationen – Monatsstatistik	37
A 1.1	Konzentrationen im Rohabwasser.....	37
A 1.2	Konzentrationen im Ablauf ARA	39
A 2	Schmutzstofffrachten - Monatsstatistik	40
A 2.1	Rohabwasser - Frachten	40
A 2.2	Frachten Ablauf ARA.....	41
A 3	Jahresverläufe der Schmutzstoffe	42
A 3.1	CSBtot.....	42
A 3.2	BSB5.....	42
A 3.3	Ptot	43
A 3.4	NH4-N	43

1 VORWORT DER GESCHÄFTSLEITUNG

Im Berichtsjahr 2022 stand weiterhin die Realisierung des Abwasserprojekts Urnersee im Mittelpunkt des Geschehens. Nachdem im Februar 2021 mit den Landlosen in den Gemeinden Seedorf und Altdorf gestartet wurde, konnten diese bis im Herbst 2022 realisiert werden. Ein grosser Meilenstein dieses nicht alltäglichen Abwasserprojekts war im Februar/März 2022 das Verlegen aller Seeleitungen auf den Grund des Urnersees. Die nötigen Umbauarbeiten bei den beiden Abwasserpumpwerken Weidbach und Reussmatt in der Gemeinde Seedorf konnten bis im Sommer 2022 ebenfalls realisiert werden. Im Rahmen des Projekts werden die vier Abwasserreinigungsanlagen Isenthal, Bauen-Isleten, Bauen-Dorf und Sisikon neu in Abwasserpumpwerke umgebaut. Im Frühling 2022 wurde mit dem Umbau der ARA Bauen-Isleten begonnen und das neue APW konnte Ende 2022 definitiv in Betrieb genommen werden. Mit den Umbauarbeiten bei der ARA Isenthal wurde im Sommer 2022 begonnen. Das Abwasser der Gemeinde Isenthal konnte im November 2022 definitiv zum neuen APW Isleten geleitet und von dort via See- und Landleitungen zur Endreinigung der ARA Altdorf zugeführt werden. Im Herbst 2022 konnten auch die Umbauarbeiten bei der ARA Bauen-Dorf in Angriff genommen werden, die definitive Inbetriebnahme ist für März 2023 geplant. Als letztes Puzzleteil des Abwasserprojekt Urnersee wird ab März 2023 die ARA Sisikon in ein Abwasserpumpwerk umgewandelt. Die Inbetriebnahme des neuen APW Sisikon ist für Sommer 2023 geplant. Ab diesem Zeitpunkt sind dann von ehemals zwölf Abwasserreinigungsanlagen im Kanton Uri mit der ARA Altdorf und ARA Seelisberg noch zwei klassische Kläranlagen, resp. mit der ARA Arni noch eine Pflanzenkläranlage in Betrieb. Der Abschluss aller Arbeiten im Zusammenhang mit dem Abwasserprojekt Urnersee sollte voraussichtlich bis Ende 2023 realisiert werden können.

Anfang Januar 2020 wurde mit dem Grossprojekt «Sanierung Werkleitungen Erstfeld innerorts» gestartet. Die drei Bauherrschaften Abwasser Uri, Amt für Tiefbau und die Gemeindewerke Erstfeld haben die Kantonsstrasse und die diversen darunterliegenden Werkleitungen saniert, ersetzt oder neu erstellt. Auf rund einem Kilometer Länge vom Bereich Birtschen bis zum Bahnhof Erstfeld wurden diese Arbeiten etappenweise umgesetzt. Die ganzen Bauabläufe und Verkehrsführungen forderten alle Beteiligten, Anwohner und Verkehrsteilnehmer in hohem Mass. Nach rund zwei Jahren Bauzeit konnten die umfangreichen Hauptarbeiten bis Ende 2021 erfolgreich umgesetzt werden. Die fehlenden Deckbelagsarbeiten wurden dann Mitte Mai 2022 wie geplant ausgeführt. Bis Ende Sommer 2022 konnte das Grossprojekt erfolgreich abgeschlossen werden.

Seit dem Jahr 2010 hat Abwasser Uri im ganzen Kanton sehr viele Abwasserprojekte - vor allem Neubauprojekte - realisiert. Die nächsten Jahre werden Abwasser Uri neben dem Wertehalt der diversen Anlagen und Sonderbauwerke vor allem die Umsetzung des «rollenden GEP», resp. der Unterhalt des Leitungsnetzes beschäftigen. Damit diese Aufgaben bewältigt und umgesetzt werden kann, hat Abwasser Uri im letzten Jahr eine zusätzliche Stelle geschaffen.

Abwasser Uri hat 2022 den «Masterplan 2050» erstellt. Dieser soll aufzeigen, wo und wann die ARA's und Sonderbauwerke welchen Sanierungsbedarf aufweisen, resp. wieviel finanzielle Mittel für den Werterhalt dieser Anlagen in den nächsten Jahren bereitgestellt werden müssen. Im Zusammenhang mit dem Masterplan werden bei der ARA Altdorf die nächsten zwei Jahre Sanierungsprojekte für ca. 3 Mio. Franken umgesetzt. Den grössten Investitionsbedarf hat dabei die Sanierung der Schlammentwässerung, welche mit rund 2.7 Mio. Franken voranschlagt ist. Ebenfalls werden der Gasometer, das Feinrechengebäude und die Flachdächer bei der ARA Altdorf saniert.

Abwasser Uri hat 2022 eine Strategie für den Einsatz von erneuerbaren Energien beschlossen. Dabei wurde entschieden, dass in erster Linie Energiegewinnungsanlagen (PV-Anlagen, Solar Tracker, etc.) an Standorten realisiert werden, an denen ein erheblicher Eigenbedarf an Energie besteht (ARA Altdorf, RHB Andermatt, etc.). In zweiter Priorität sollen auch andere Standorte einer vertieften Eignungsprüfung unterzogen werden. AWU hat im Detail geprüft, an welchen Standorten allenfalls Nutzungen erneuerbarer Energien in Frage kommen und wie hoch der finanzielle Bedarf wäre. Als erstes wird der Fokus auf die ARA Altdorf gelegt und 2023 eine 190 Kilowatt-Peak PV-Anlage auf den verschiedenen Flachdächern der ARA installiert. Dazu wurde an der ordentlichen GV im November 2022 ein entsprechender Investitionskredit von CHF 330'000 gesprochen.

Das Betriebsjahr 2022 war geprägt von einem eher trockenen Sommer und verlief wiederum ohne grössere Zwischenfälle oder Anlagenstörungen. Dementsprechend fielen die Reinigungsleistungen analog den Vorjahren gut aus. Die gesetzlichen Einleitbedingungen konnten bis auf wenige Ausnahmen eingehalten werden.

Im Berichtsjahr 2022 reinigten die Abwasserreinigungsanlagen der Abwasser Uri insgesamt 4.13 Mio. Kubikmeter Schmutzwasser (Vorjahr 5.33 Mio.). Sie behandelten eine NH₄-N Fracht von 119'925 kg N/a, eine Phosphor-Fracht von 27'639 kg P/a, sowie eine CSB-Fracht von 2'045'950 kg CSB/a.

Die Frischschlammmenge lag mit 21'618 m³ rund 26% unter dem Vorjahreswert. Aus dem Schlamm konnten 506'213 m³ Biogas gewonnen und zu 986'199 kWh Strom umgewandelt werden. Der gesamte Energieverbrauch der Abwasserreinigungsanlagen lag bei 1'507'302 kWh. Im Durchschnitt ergibt sich daraus ein Stromverbrauch von 0.37 kWh pro Kubikmeter Abwasser.

Die Geschäftsleitung bedankt sich bei allen Mitarbeitenden für die hohe Einsatzbereitschaft und das Engagement zugunsten der Abwasser Uri. Mit ihrem Einsatz stellen sie das ganze Jahr den einwandfreien Betrieb der Anlagen sicher und leisten damit einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz im Kanton Uri.

2 ERKLÄRUNG DER FACHBEGRIFFE UND ABKÜRZUNGEN

ARA	Abwasserreinigungsanlage
AWU	Abwasser Uri
BB	Biologiebecken
BHKW	Blockheizkraftwerk
BSB ₅	Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DOC	Gelöster organischer Kohlenstoff
EL	Eliminationsleistung
EW	Einwohnerwert (Einwohneranzahl plus Einwohnergleichwerte für Industrie und Gewerbe)
EWA	Elektrizitätswerk Altdorf
FB	Festbett / Biofilter
FR	Faulraum
GSchV	Gewässerschutzverordnung
GUS	Gesamte ungelöste Stoffe (Filter 0.45µm Porenweite)
GW	Grenzwert
LdU	Laboratorium der Urkantone
NH ₄ -N	Ammoniumstickstoff
NKB	Nachklärbecken
NO ₂ -N	Nitritstickstoff
NO ₃ -N	Nitratstickstoff
P _{tot}	Totaler Phosphor
PW	Pumpwerk
TKN	Totaler Kjeldahl-Stickstoff
TOC	Totaler organischer Kohlenstoff
TS	Trockensubstanz
TTK	Tauchtropfkörper
VKB	Vorklärbecken

3 ZUSAMMENFASENDE BEURTEILUNG

3.1 Allgemeine Bemerkungen

Die Messungen der Konzentrationen im Zu- und Ablauf der ARA Seelisberg wurden durch Kontrolluntersuchungen des LdU am 24.08.2022 überprüft. Die Resultate weisen darauf hin, dass auf der ARA Seelisberg ausreichend genau gemessen wird und verlässliche Abwasserinformationen vorliegen. Die BSB₅-Bestimmung erfolgt am LdU gemäss EN – Referenzverfahren für BSB₇. Aufgrund der Anwendung alternativer Vorgehensweisen (z.B. manometrische Verfahren) ist die direkte Vergleichbarkeit nicht immer gegeben. Das LdU gibt deshalb für BSB₅ keine Bewertung der Analysequalität ab.

Abweichungen zwischen LdU und ARA Analytik können damit erklärt werden, dass in der ARA mit Küvettentests von Dr. Hach Lange gemessen wird, während das LdU für Nitrat, Nitrit und Ammonium mit einem Durchflussphotometer mit automatischer Dosierung misst. Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor werden dort mit Oxysolv-Aufschluss und anschliessender Photometrie (Skalar) bestimmt. Insgesamt bietet die Analytik des LdU die Möglichkeit, auf Störungen (Trübung, Eigenfärbung etc.) in der Probe zu reagieren, während die Küvettentests in den ARA eher anfällig sind für falsch positive Werte.

Die Auswertung der Gesetzeskonformität wurde auf Grundlage der seit 01.01.2018 gültigen Einleitbedingungen durchgeführt.

Die kleinen Abwasserreinigungsanlagen im Kanton Uri werden seit der Übernahme durch die Abwasser Uri 2010 professionell betrieben und unterhalten. So wurden beispielsweise etliche Verbesserungsmassnahmen durch das Betriebspersonal durchgeführt (z. B. Zuflussmessung).

Für die Jahresberichte 2022 werden weiterhin (beginnend mit dem Betriebsjahr 2016) die tatsächlich angeschlossenen Einwohner anstelle der insgesamt gemeldeten Einwohner einer Gemeinde für die Berechnungen und spezifischen Kennzahlen verwendet. Im Jahr 2018 wurden die Einwohnerzahlen und somit auch die an Abwasserreinigungsanlagen angeschlossenen Einwohner neu erhoben. Es hat sich gezeigt, dass teils mehr Einwohner an die ARA der AWU angeschlossen sind als bisher angenommen. Die Auswirkungen auf die Auswertungen im Rahmen der Jahresberichte sind jedoch gering, zumal ein allfälliges natürliches Bevölkerungswachstum nicht ausgeschlossen werden kann.

3.2 Abwasserbehandlung

Vorbemerkung

Mitte Jahr 2019 konnte die sanierte und ausgebaute Anlage mit der neuen biologischen Reinigungsstufe nach dem SBR-Verfahren in Betrieb und anschliessend die alten Tauchtropfkörper ausser Betrieb genommen werden. Die neue Anlage läuft seit Oktober 2019 stabil.

Die Reinigungsleistungen und Ergebnisse der neuen Anlagen können aufgrund der vorliegenden Ergebnisse als ausgezeichnet eingestuft werden. Die Auswertung der Betriebsdaten ab 2020 zeigt, dass die ARA Seelisberg mit dem neuen biologischen Verfahren das gesamte Jahr hindurch die gesetzlichen Bestimmungen zum Gewässerschutz durchgehend einhalten kann.

Frachten und Gesetzeskonformität

Insgesamt wurde im Betriebsjahr 2022 mit 81'110 m³ minimal weniger Abwasser als im Vorjahr behandelt (2021 mit 83'080 m³, -1.2%). Der spezifische Trockenwetteranfall und Trinkwasserverbrauch pro Einwohner lagen bei 238 l/(E·d), beziehungsweise 205 l/(E·d). Dadurch dass der Abwasseranfall der Gemeinde Seelisberg stark durch den Tourismus geprägt ist, können die erwähnten, spezifischen Kennwerte im Vergleich zu vorangegangenen Betriebsjahren grössere Schwankungen aufweisen.

Die Dimensionierungswassermenge von 1'123 m³/d wurde im Jahr 2022 erneut zu keinem Zeitpunkt überschritten.

Insgesamt wurden im vergangenen Betriebsjahr eine CSB Fracht von 55'039 kg CSB/a und eine Ammoniumstickstoff Fracht von 1'938 kg NH₄-N/a auf der ARA Seelisberg behandelt. Die Schmutzstofffrachten sind somit im Vergleich zum Vorjahr deutlich um 34% respektive 64% angestiegen. Dies ist nicht zuletzt auf eine Zunahme der angeschlossenen Einwohner auf 723 E zurückzuführen (2021: 626 E, +16%). Auffällig war 2022 die starke Frachtbelaastung von Juli bis Oktober, so dass von einem signifikanten Einfluss des Tourismus in der Region ausgegangen werden kann. Weiterhin kann die erhebliche Frachtzunahme ein Hinweis für die Einleitung von Prozessabwasser der Bergkäserei darstellen.

Der BSB₅-Ablaufgrenzwert von 20 mg BSB₅/l konnte mit einem Mittelwert von 5 mg BSB₅/l und einer Jahreseliminationsleitung von 97% wie in den beiden Vorjahren sehr gut eingehalten werden. Zu keinem Zeitpunkt kam es zu einer Abweichung in Bezug zu den gesetzlichen Anforderungen.

Seit dem 01.01.2016 gelten für die ARA Seelisberg Grenzwerte im Ablauf für die GUS (20 mg GUS/l) und die Sichtigkeit nach Snellen (30 cm). Im Rahmen des Umbaus wurde 2019 die Messausrüstung des Labors vor Ort ersetzt. Seitdem können wieder GUS Konzentrationen gemessen werden, welche nach dem Einfahren der neuen Anlage deutlich unter dem Grenzwert lagen. Im Betriebsjahr 2022 wurde der GUS Grenzwert sowie die Anforderungen an die Sichtigkeit in allen 47 Proben einwandfrei eingehalten.

Die NH₄-N und NO₂-N Konzentrationen im Ablauf der Anlage sind ebenfalls seit Ende 2019 durchgehend sehr tief. Die neu ab dem 01.01.2020 geltenden Grenzwerte für die beiden Stickstoffparameter konnten ohne Probleme in sämtlichen Proben eingehalten werden.

Auch die gemessenen P_{tot} Ablaufkonzentrationen lagen 2022 ausnahmslos unter dem geforderten Grenzwert von 0.80 mg P_{tot}/l. Die Jahresmittelkonzentration lag bei 0.49 mg P_{tot}/l.

Auslastung

Die CSB Auslastung lag bei 1'800 Einwohnerwerten (EW) und damit rund 13% über dem Auslegungswert von 1'600 EW (2021: 1'300 EW). Dies hatte jedoch keine nennenswerten Auswirkungen auf die Ablaufkonzentrationen und deren Gesetzeskonformität. Die Entwicklung der organischen Belastung sollte in kommenden Betriebsjahren aufmerksam verfolgt werden, so dass bei Bedarf frühzeitig eine allfällige Massnahmenplanung veranlasst werden kann.

Die NH₄-N Auslastung betrug im vergangenen Betriebsjahr 1'200 EW und liegt damit bei 75% der zugrunde gelegten Behandlungskapazität.

3.3 Schlammbehandlung

Schlammengen

Im Betriebsjahr 2022 fielen auf der ARA Seelisberg insgesamt 1'641 m³ Überschussschlamm mit 8.7% TS an, welcher in dafür vorgesehene Schlammtapelbehälter zwischengespeichert wurden.

Über eine mobile Schlammentwässerungsanlage (Lohnentwässerung) wurden 739 m³ gestapelter Schlamm entwässert und in Luzern (REAL) entsorgt. Die entsorgte Schlammmenge betrug im vergangenen Betriebsjahr 78 m³, was bei einem mittleren Entwässerungsergebnis von 19.5 %TS einer Feststoff-Fracht von 15 t TS entspricht (2021: 64 m³, 13 t TS). Der ARA Seelisberg wurde die Entsorgung von 82 t entwässerter Klärschlamm in Rechnung gestellt (2021: 68 t).

3.4 Energiehaushalt

Der erfasste Stromverbrauch betrug 2022 insgesamt 82'110 kWh, was im Vergleich zum Vorjahr einer moderaten Zunahme von 7% entspricht. Es kann davon ausgegangen werden, dass der erhöhte Stromverbrauch gegenüber 2021 auf den generellen Anstieg der Schmutzfrachten zurückzuführen ist.

Es zeigte sich bereits in den beiden vorangegangenen Betriebsjahren, dass das neue Abwasserreinigungssystems (SBR) im Vergleich zu den Jahren vor 2020 einen zusätzlichen Stromverbrauch (Pumpen, Prozessluftgebläse) verursacht. Der Energiebedarf pro Kubikmeter Abwasser stieg seit 2019 kontinuierlich an und betrug 2022 1.0 kWh/m³.

Der spezifische Energiebedarf pro Einwohnerwert lag bei 45.6 kWh/(EW·a)) und ist im Vergleich zum Vorjahr aufgrund der signifikant angestiegenen EW-Belastung (+39%) gesunken (2021: 59.1 kWh/(EW·a)). Trotz des kontinuierlichen Anstiegs des Stromverbrauchs muss betont werden, dass im Vergleich zu Literaturwerten und unter Berücksichtigung der Anlagengrösse der spezifische Verbrauch pro EW in einem üblichen Bereich liegt (55 kWh/(EW·a)) für Grössenklassen zwischen 1'000 und 5'000 EW).

4 TRENDÜBERSICHT

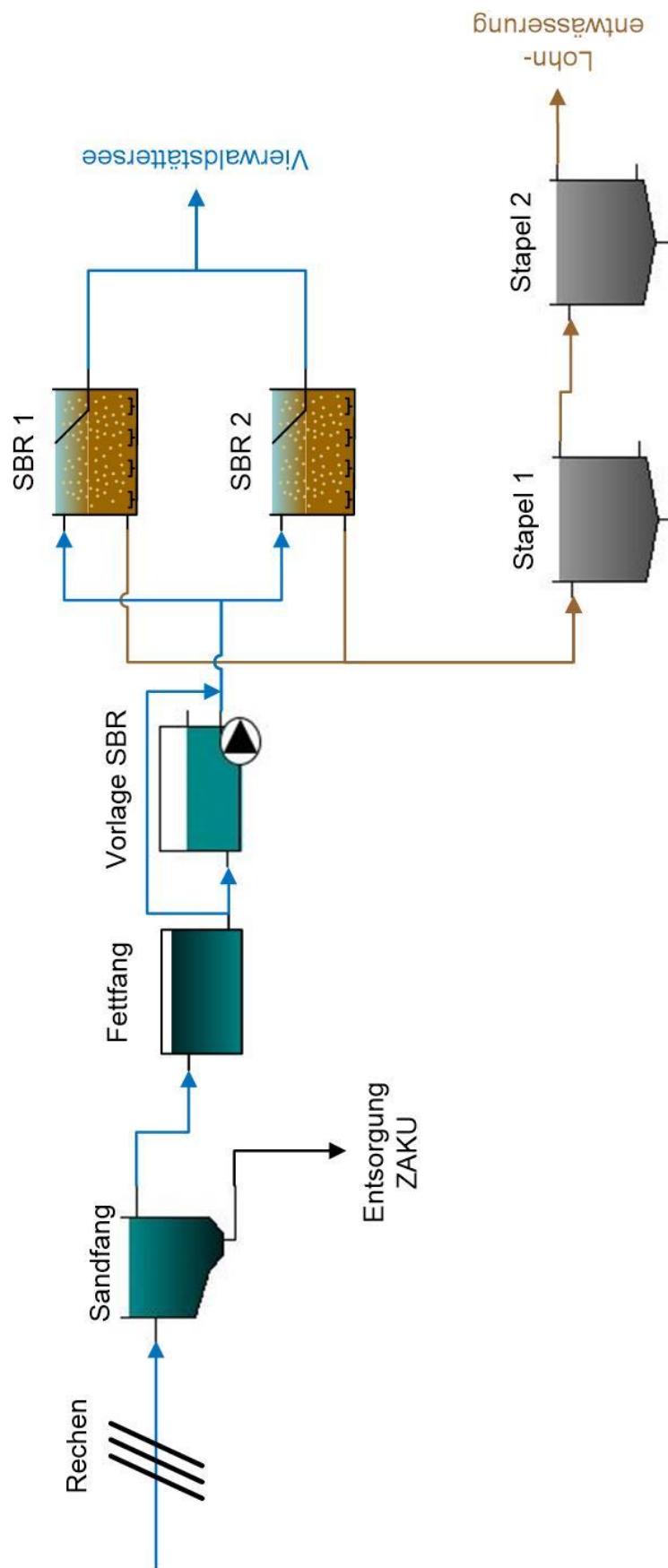
In nachfolgenden Tabellen ist ein Vergleich des aktuellen Betriebsjahres mit den drei vorangegenden Jahren dargestellt. Für den Vorjahresvergleich wurden Trends auf Basis einer statistischen Auswertung der Mittelwerte der drei Vorjahre berechnet. Für Erläuterungen der Trends siehe entsprechende Kapitel. Aufgrund der Umrüstung auf das SBR-Verfahren Ende 2019 und Schwierigkeiten im Betriebsjahr 2020 sind die Trendindikatoren nur bedingt sinnvoll und mit Vorsicht zu interpretieren.

Legende

- | | | | |
|--|-----------------|--|-----------------|
| | Zunahme | | Leichte Abnahme |
| | Leichte Zunahme | | Abnahme |
| | Gleichbleibend | | |

Parameter	Einheit	2019	2020	2021	2022	Trendvergleich mit Vorjahren
Abwassermengen u. physikalische Parameter						
Abwassermenge	[m ³]	65'216	77'549	83'080	82'110	
Spezifischer Trockenwetteranfall	[l/(E·d)]	206	233	236	238	
Spezifischer Trinkwasserverbrauch	[l/(E·d)]	225	205	223	205	
Schmutzstofffrachten						
<i>Rohabwasser - Frachten</i>						
NH ₄ -N-Fracht	[kg N/a]	1'895	2'386	1'182	1'938	
CSB-Fracht	[kg CSB/a]	40'869	51'402	41'158	55'039	
Einwohnerwerte und Auslastung						
Angeschlossene Einwohner	[E]	609	626	626	671	
Einwohnerwerte (CSB)	[EW]	1'200	1'600	1'300	1'800	
Auslastung (EW CSB)	[%]	75%	100%	81%	113%	
Energiehaushalt						
Stromverbrauch	[kWh]	45'512	69'818	76'873	82'110	
spezif. Energiebedarf	[kWh/(EW·a)]	38	44	59	46	
spezif. Energiebedarf	[kWh/m ³]	0.70	0.90	0.93	1.00	
Betriebsmittelverbrauch						
Fällmittel	[kg]	2'318	1'097	1'200	1'082	
Entsorgung Reststoffe						
Rechen- & Sandfanggut	[kg]	1'534	853	1'605	1'429	

5 VEREINFACHTES FLIESSSCHEMA DER ARA SEELISBERG



6 ABLAUFWERTE UND GESETZESKONFORMITÄT

Die hier angewandten Grenzwerte und Reinigungsleistungen beziehen sich auf die seit dem 01.01.2018 geltenden gesetzlichen Anforderungen.

Die Betriebsdaten des Jahres 2022 zeigen, dass alle Grenzwerte durchgehend zuverlässig eingehalten werden konnten.

Mit einer sehr guten, mittleren BSB_5 Ablaufkonzentration von rund 5 mg BSB_5/l wurde der Grenzwert bezüglich der Ablaufkonzentration in sämtlichen Proben eingehalten. Die BSB_5 -Eliminationsleistung auf der ARA Seelisberg ist mit 97% als weiterhin sehr gut zu bewerten. Die mittlere CSB_{tot} Konzentration im Ablauf liegt mit 30 mg $\text{CSB}_{\text{tot}}/\text{l}$, was einer Jahreseliminationsleistung von 95% entspricht. Damit liegt die Reinigungsleistung bezüglich CSB_{tot} auf Vorjahresniveau.

Die gesetzlichen Anforderungen bezüglich GUS und Sichtigkeit wurden im Betriebsjahr 2022 wie auch schon im Vorjahr bei allen Proben ausnahmslos eingehalten.

Seit der Inbetriebnahme der neuen SBR-Anlage im Mai 2019 konnten durchgängig stabile und sehr tiefe Ammoniumstickstoffablaufwerte gemessen werden. Damit zeigen die $\text{NH}_4\text{-N}$ Ablaufwerte des Betriebsjahr 2022, dass die neue biologische Verfahrensstufe ganzjährlich und zuverlässig nitrifizieren kann. Im Mittel betrug die Ablaufkonzentration ähnlich zum Vorjahr 0.2 mg $\text{NH}_4\text{-N}/\text{l}$, was einer Jahreselimination von fast 100% entspricht. Somit wird deutlich, dass der seit 01.01.2020 gültige Grenzwert von 2 mg $\text{NH}_4\text{-N}/\text{l}$ ohne Schwierigkeiten eingehalten werden kann. Mit einem Jahresmittelwert von 0.11 mg $\text{NO}_2\text{-N}/\text{l}$ konnte der seit dem 01.01.2020 gültige Ablaugrenzwert von 0.3 mg $\text{NO}_2\text{-N}/\text{l}$ bei sämtlichen Proben eingehalten werden.

Die P_{tot} - Ablaufkonzentrationen des Betriebsjahrs 2022 betrugen im Mittel 0.49 mg $\text{P}_{\text{tot}}/\text{l}$. Der Grenzwert konnte zuverlässig eingehalten werden.

6.1 Übersicht Gesetzeskonformität

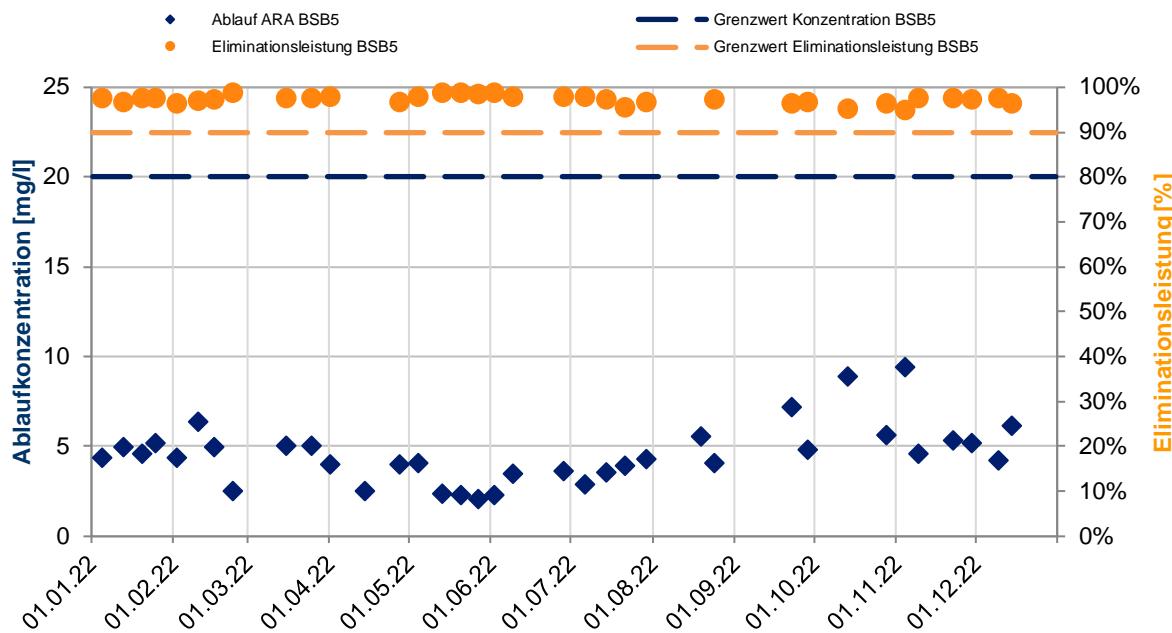
Nachfolgende Tabelle zeigt die wichtigsten Informationen bezüglich der Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen. *EL* steht dabei für Eliminationsleistung und *GW* für Grenzwert. Die Bedeutung der Farbcodierung ist wie folgt:

Eingehalten	Kritisch	Nicht eingehalten
-------------	----------	-------------------

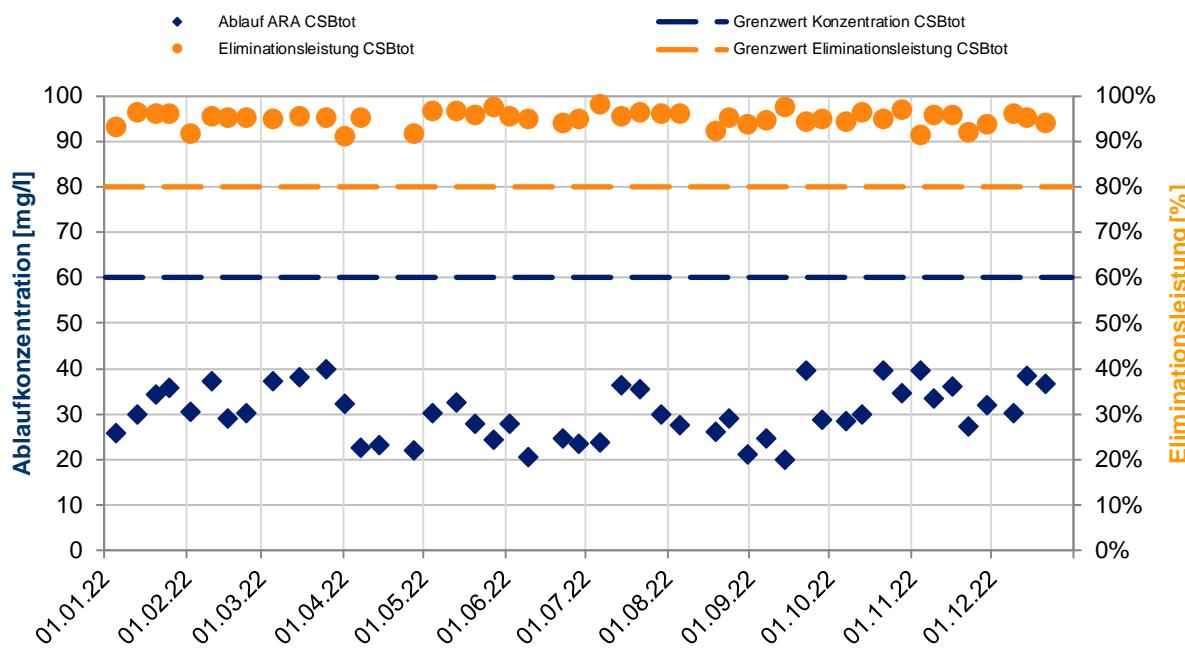
Parameter	Einheit	Grenzwert	Mittelwert	90%-Wert	Geforderte Eliminationsleistung	Jahres-eliminationsleistung	Anzahl Proben	Überschreitungen			Beurteilung
								zulässig	bezogen auf GW	bezogen auf EL	
GUS	[mg/l]	20	6	6	-	-	47	5	0	-	
BSB₅	[mg/l]	20	5	6	90%	97%	36	4	0	0	
CSB_{gel}	[mg/l]	-	21	21	-	-	1	0	-	-	
CSB_{tot}	[mg/l]	60	30	38	80%	95%	47	5	0	0	
DOC	[mg/l]	-	10.0	13.0	-	93%	47	5	-	-	
Sichtigkeit	[cm]	30	57	65	-	-	47	5	0	-	
NH₄-N >10°C	[mg/l]	2.0	0.2	0.4	80%	100%	32	4	0	0	
NH₄-N	[mg/l]	-	0.2	0.4	-	99%	47	5	-	-	
NO₂-N	[mg/l]	0.3	0.11	0.19	-	-	47	5	0	-	
P_{tot}	[mg/l]	0.80	0.49	0.74	80%	95%	47	5	0	0	

6.2 Ablaufkonzentrationen und Reinigungsleistung

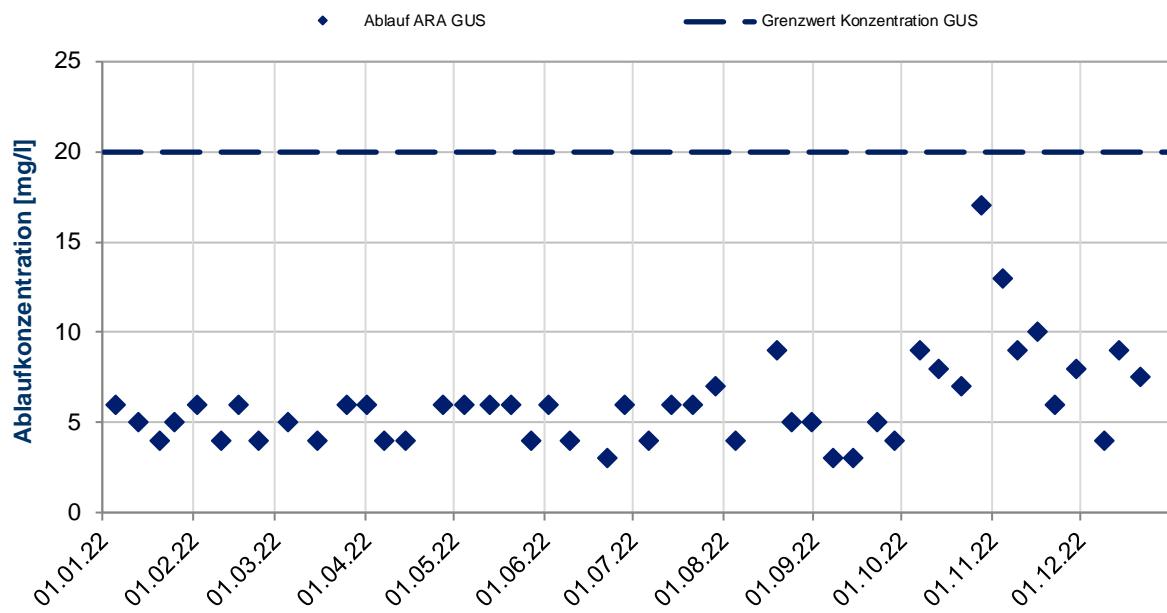
6.2.1 Biochemischer Sauerstoffbedarf – BSB₅



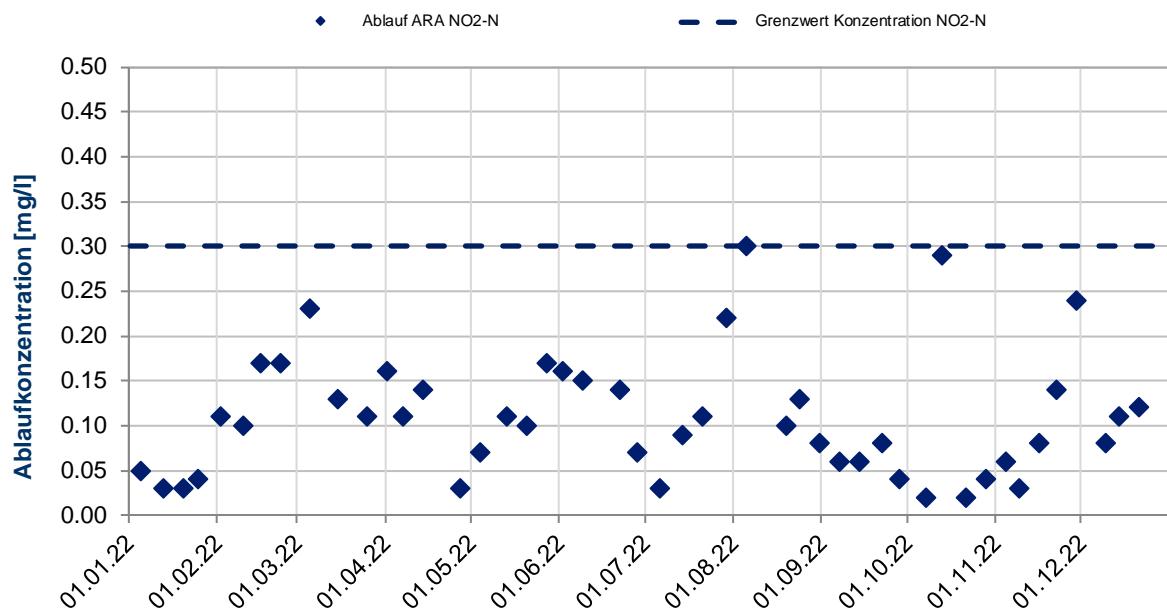
6.2.2 Chemischer Sauerstoffbedarf – CSB



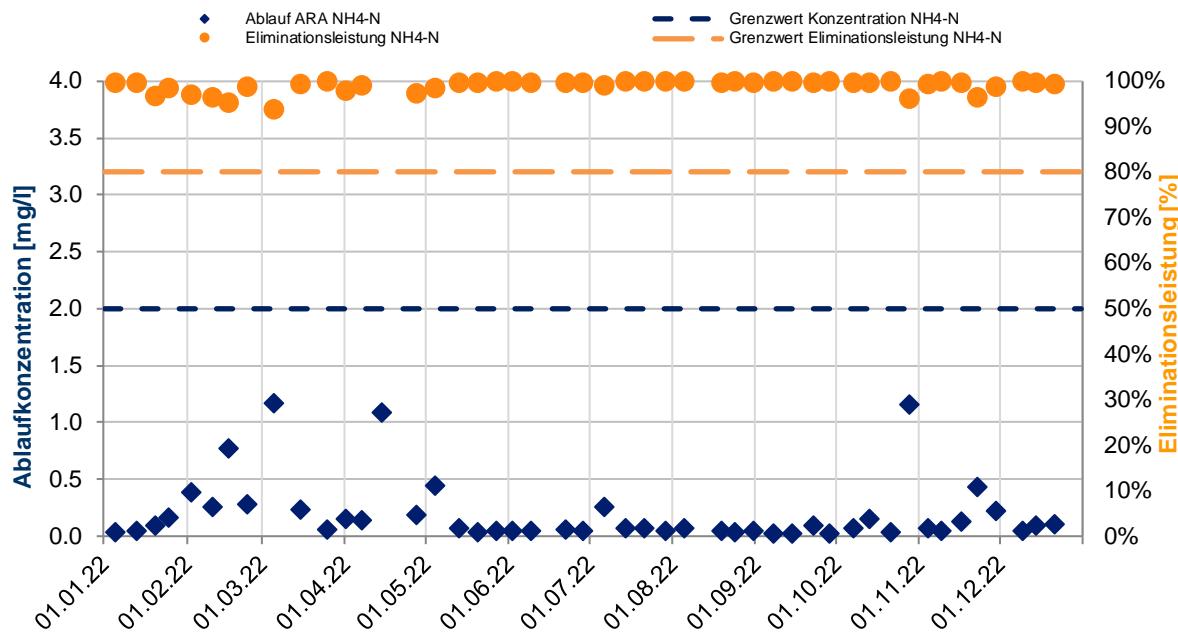
6.2.3 Gesamt ungelöste Stoffe – GUS



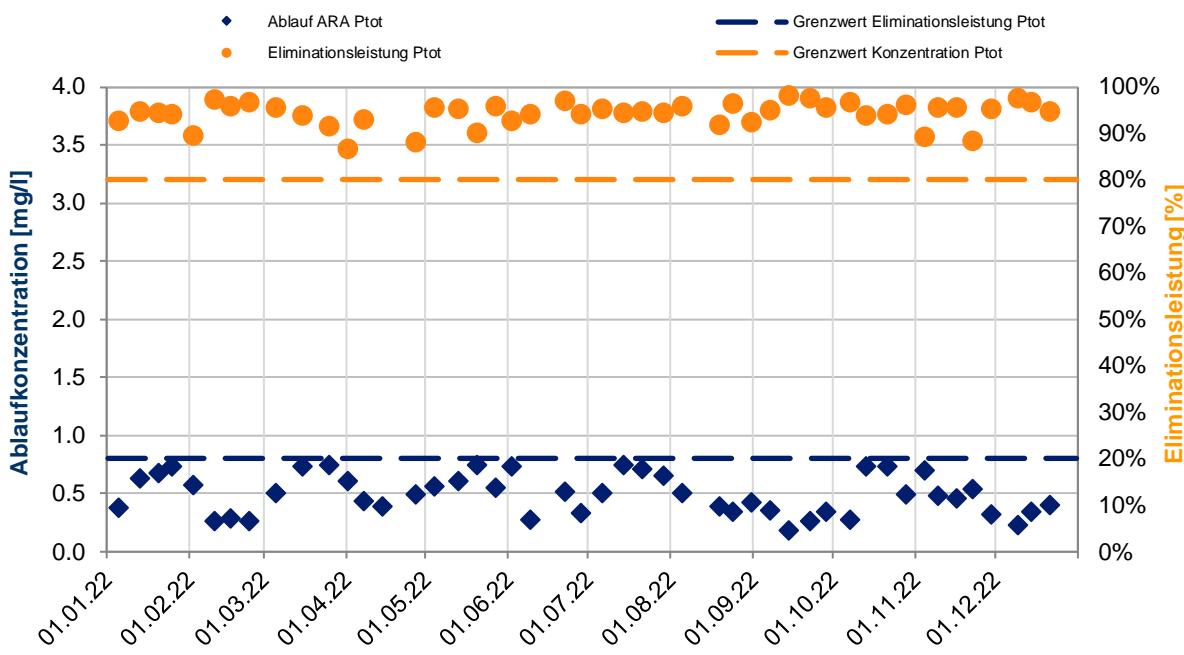
6.2.4 Nitritstickstoff – NO2-N



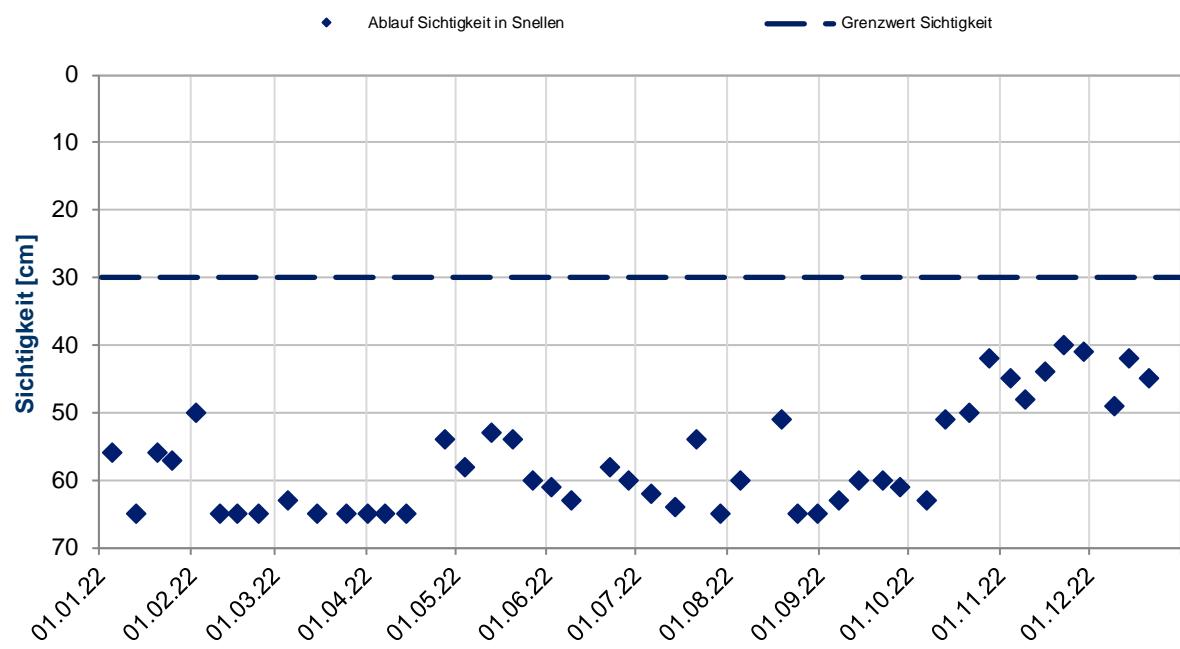
6.2.5 Ammoniumstickstoff – NH4-N



6.2.6 Totaler Phosphor Ptot



6.2.7 Sichtigkeit



7 ABWASSERMENGEN UND PHYSIKALISCHE PARAMETER

Durch die Inbetriebnahme der sanierten und ausgebauten Anlage im Sommer 2019 ist die ARA neu auf eine Behandlungskapazität von 1'600 EW ausgelegt. Die neue Dimensionierungswassermenge liegt bei 1'123 m³/d.

Im Jahr 2022 wurden mit 82'110 m³ fast genau so viel Abwasser als im Vorjahr gereinigt und dem Vierwaldstättersee zugeführt. Der maximale, tägliche Mischwasserzufluss von 943 m³/d fiel am 02.02.2022 an, während der September mit 10'948 m³ der abwasserreichste Monat war. Die festgelegte, tägliche Dimensionierungswassermenge wurde zu keinem Zeitpunkt überschritten.

Der spezifische Trockenwetteranfall pro Person lag 2022 bei 238 l/(E·d) (2021: 236 l/(E·d)) und der theoretisch abgeschätzte Fremdwasseranteil betrug 14% (2021: 6%). Die Zunahme des rechnerischen Fremdwasseranfalls ist auf die Zunahme des spezifischen Trockenwetteranfalls bei einem gleichzeitigen Rückgang des spezifischen Trinkwasserverbrauchs pro angeschlossenen Einwohner zurückzuführen (2022: 205 l/(E·d), 2022: 223 l/(E·d)).

Die Abwassermenge konnte im Mai 2019 nicht erfasst werden, da in dieser Zeit mit der Umstellung auf den SBR-Betrieb begonnen wurde. Aufgrund dessen wurde das Abwasser damals provisorisch über das Regenbecken geleitet, sodass die Messstelle umfahren wurde. Im Zuge der Sanierung wurde ebenfalls ein neues Prozessleitsystem (PLS) installiert, weshalb Einträge in dieser Zeit nicht möglich waren. Es wird davon ausgegangen, dass aus diesem Grund die Jahresabwassermenge 2019 im Vergleich zu den drei nachfolgenden Betriebsjahren 2020, 2021 und 2022 eher zu gering ausfällt.

Die Registrierung der minimalen und maximalen Zulaufmenge wurde zu Beginn des Jahres 2020 wieder eingeführt. Die Trockenwetterzuflussmengen wurden aus dem Mittelwert der 50%- und 20%-Quantilwerte der Tagesabwassermengen bestimmt.

7.1 Abwassermengen und physikalische Parameter

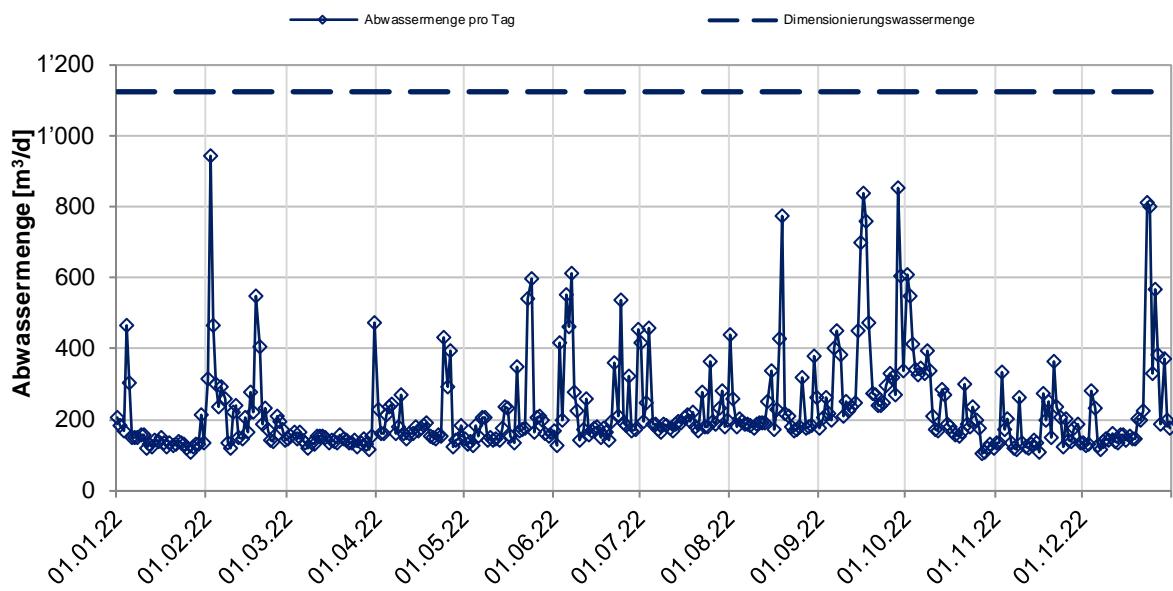
7.1.1 Übersicht Abwassermengen und physikalische Parameter

Monat	Abwassermenge			Abwassertemperatur			pH		
	Q_mittel [m³/d]	Q_min [l/s]	Q_max [l/s]	T_mit [°C]	T_min [°C]	T_max [°C]	pH_mit [-]	pH_min [-]	pH_max [-]
Januar	158	0	17	7.4	7	9	7.7	8	8.0
Februar	258	0	17	7.0	5.6	7.9	7.7	7.4	7.9
März	152	0	16	8.3	6.8	9.6	7.6	7.2	8.0
April	195	0	17	10.5	8.7	11.8	7.6	7.2	7.9
Mai	200	0	19	14.3	11.9	16.0	7.4	7.2	7.8
Juni	257	0	25	17.1	13.6	18.7	7.4	7.0	7.5
Juli	218	0	17	19.3	17.8	20.3	7.5	7.4	7.7
August	245	0	19	19.7	17.7	20.5	7.5	7.3	7.9
September	365	0	18	17.2	13.8	19.2	7.5	7.0	7.9
Oktober	245	0	17	15.3	14.3	15.6	7.7	7.3	8.0
November	175	0	17	12.7	11.0	15.2	7.7	7.4	8.3
Dezember	237	0	17	9.7	8.6	10.8	8.0	7.5	8.5
2022	225	0	25	13.2	5.6	20.5	7.6	7.0	8.5

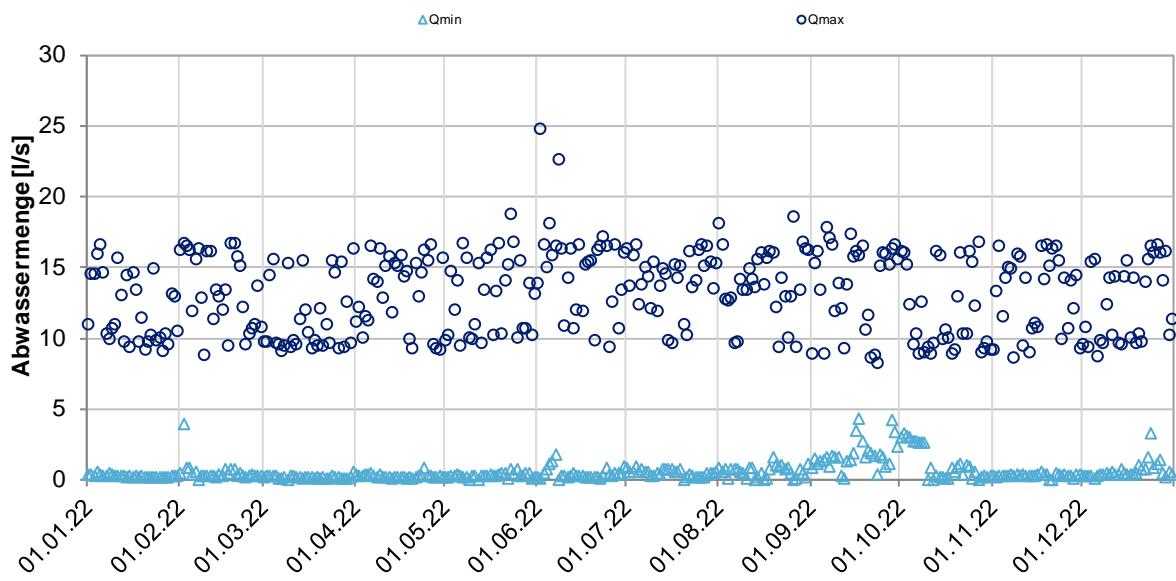
7.1.2 Trinkwasserverbrauch und Abwasseranfall

Wasseranfall und -verbrauch	Einheit	Wert
Gesamter Mischwasseranfall	m³/a	82'110
Mischwasseranfall pro Tag	m³/d	225
Mittlerer Trockenwetteranfall (empirisch)	m³/d	160
Spezifischer Trockenwetteranfall	l/(E·d)	238
Spezifischer Trinkwasserverbrauch	l/(E·d)	205
Abgeschätzter Fremdwasseranteil	%	14%

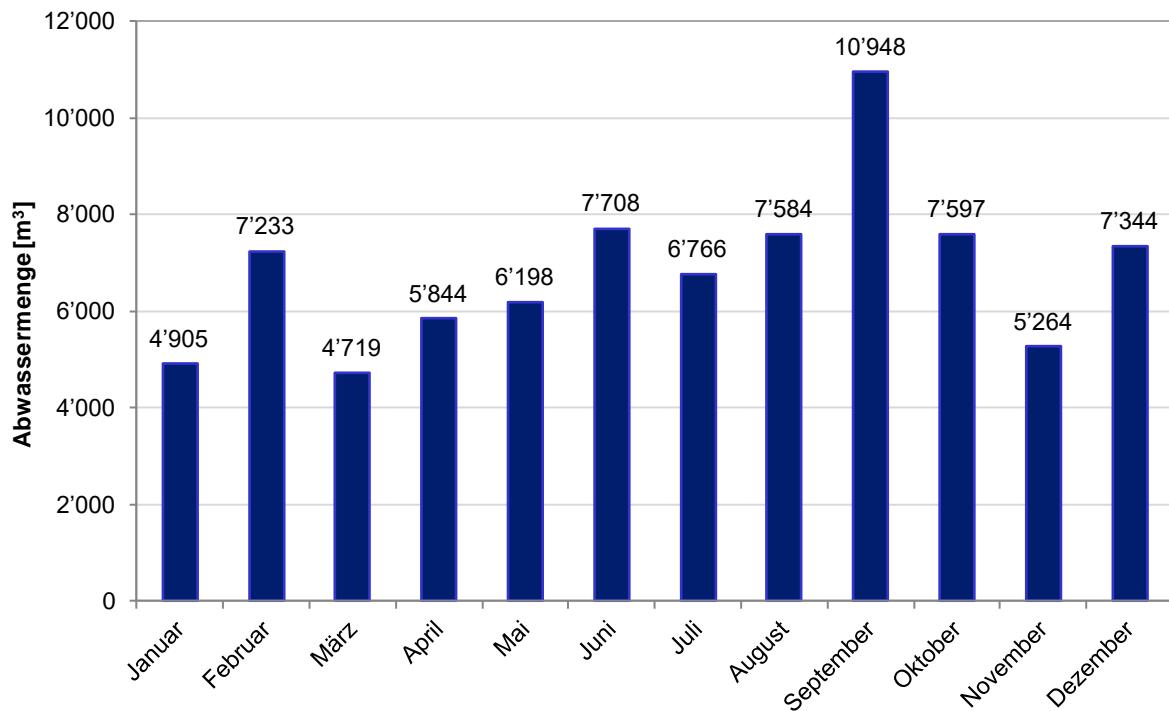
7.1.3 Tägliche Abwassermengen



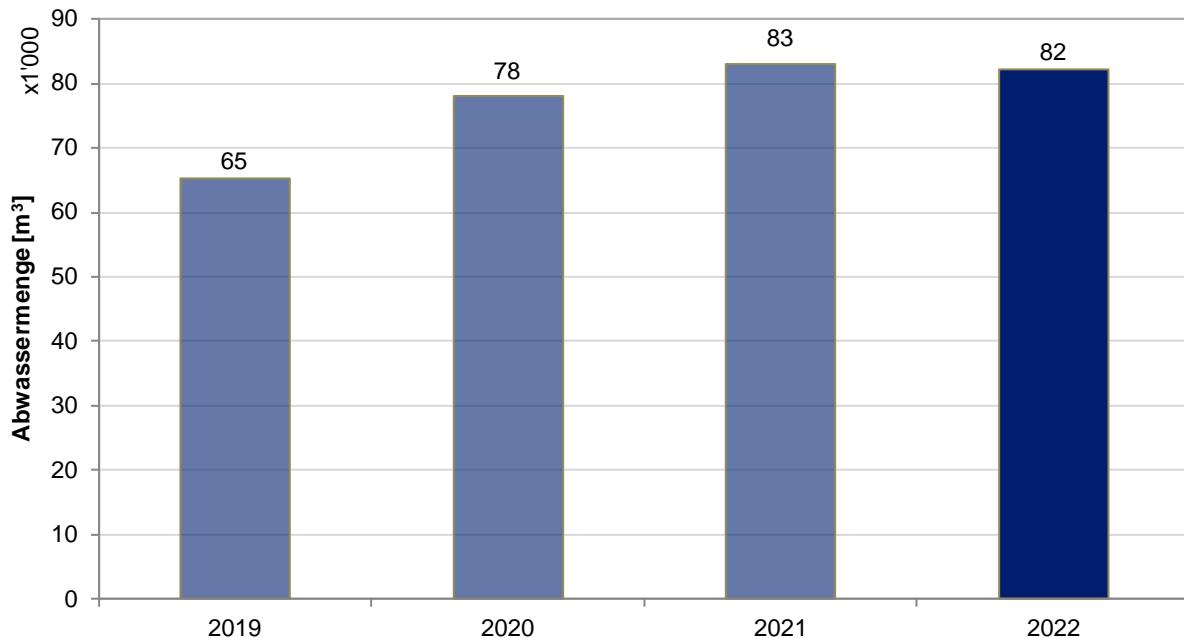
7.1.4 Minimale tägliche Abwassermengen



7.1.5 Monatliche Abwassermengen



7.2 Abwassermengen Mehrjahresvergleich



8 SCHMUTZSTOFFKONZENTRATIONEN UND -FRACHTEN

In den nachfolgenden Kapiteln wird mit Hilfe einer detaillierten statistischen Auswertung aller gemessener Parameter eine Übersicht über Konzentrationen und Frachten gegeben.

Wie schon in den Vorjahren entspricht die Nährstoffzusammensetzung 2022 mehrheitlich typisch kommunalen Abwasser. Das vergleichsweise hohe $\text{CSB}_{\text{tot}} : \text{BSB}_5$ Verhältnis wurde bereits in vergangenen Betriebsjahren beobachtet und deutet darauf hin, dass das organische Material des Abwassers einen höheren refraktären Anteil hat. Es kann von einem erhöhten Gewerbeanteil am Abwasser und von einem teilweisen Abbau leicht abbaubarer organischer Substanzen im Kanalnetz ausgegangen werden. Dies hat jedoch nachweislich kaum negative Auswirkungen auf die Abbaubarkeit der Organik oder auf die entsprechenden Ablaufkonzentrationen.

Die CSB_{tot} Jahresfracht im Rohabwasser hat 2022 mit 55'039 kg CSB gegenüber dem vorangegangenen Betriebsjahr wieder deutlich zugenommen (+34%) und liegt damit über dem hohen Niveau von 2020. Die Fracht im Ablauf der ARA ist mit 2'658 kg CSB ebenfalls deutlich höher als im Vorjahr (2021: 1'888 kg CSB, +41%). Die im Vorjahr registrierten, starken Schwankungen der CSB_{tot} -Zulaufkonzentration wurden auch im Betriebsjahr 2022 wieder beobachtet.

Im Vergleich zu Vorjahr liegt die $\text{NH}_4\text{-N}$ Fracht im Zulauf mit 1'938 kg $\text{NH}_4\text{-N}$ um 64% höher, während die Fracht im Ablauf mit 16kg $\text{NH}_4\text{-N}$ rund 10% tiefer liegt (2021: 17kg $\text{NH}_4\text{-N}$).

Weitere Auswertungen und Grafiken zu den gemessenen Parametern sind auch im Anhang zu finden. Hier kann unter anderem auch die Veränderung der Konzentrationen über die Anlage deutlich verfolgt werden.

8.1 Abwasserzusammensetzung Rohabwasser

Abwasserzusammensetzung Rohabwasser			Literaturwerte		
CSB_{tot}	:	BSB_5	CSB_{tot}	:	BSB_5
4.2		1	2.0		1
CSB_{tot}	:	$\text{NH}_4\text{-N}$	CSB_{tot}	:	$\text{NH}_4\text{-N}$
72.2		2.4	60.0		3.5
P_{tot}	:	CSB_{tot}	P_{tot}	:	CSB_{tot}
0.015		1	0.017		1

8.2 Jahresübersicht

8.2.1 Konzentrationen

Parameter		Einheit	BSB ₅	CSB _{tot}	CSB _{gel}	DOC/ TOC*	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	P _{tot}	PO ₄ -P	GUS
Rohabwasser	Konzentration	Anz. Proben	[#]	35	47	0	46	47	0	0	47	0
		Mittelwert	[mg/l]	174.9	675.5		157.5	22.6			9.5	
		50%-Wert	[mg/l]	182.0	722.0		161.0	22.6			9.8	
		90%-Wert	[mg/l]	206.2	938.0		212.5	35.7			13.2	
Ablauf ARA	Konzentration	Anz. Proben	[#]	36	47	1	47	47	47	47	47	47
		Mittelwert	[mg/l]	4.5	30.4	20.9	10.0	0.2	0.1	14.1	0.5	0.3
		50%-Wert	[mg/l]	4.4	29.9	20.9	9.8	0.1	0.1	14.9	0.5	0.3
		90%-Wert	[mg/l]	6.2	38.2	20.9	13.0	0.4	0.2	21.2	0.7	0.5

*Im Rohabwasser wird der TOC und im Ablauf der DOC gemessen

8.2.2 Frachten

Parameter		Einheit	BSB ₅	CSB _{tot}	CSB _{gel}	DOC/ TOC**	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	P _{tot}	PO ₄ -P	GUS
Rohabwasser	Fracht	Anz. Proben	[#]	35	47	0	46	47	0	0	47	0
		Mittelwert	[kg/d]	37.6	150.8		37.1	5.3			2.2	
		50%-Wert	[kg/d]	30.2	123.3		26.4	3.9			1.7	
		90%-Wert	[kg/d]	52.8	235.5		61.9	9.8			3.7	
		Summe	[kg]	13738	55039		13526	1938			798	
		EW*	[EW]	900	1'800			1'200			1'900	
Ablauf ARA	Fracht	Anz. Proben	[#]	36	47	1	47	47	47	47	47	47
		Mittelwert	[kg/d]	1.1	7.3	9.4	2.5	0.0	0.0	3.3	0.1	0.1
		50%-Wert	[kg/d]	0.7	6.0	9.4	1.8	0.0	0.0	2.4	0.1	0.1
		90%-Wert	[kg/d]	2.1	10.2	9.4	3.4	0.1	0.1	5.7	0.2	0.1
		Summe	[kg]	411	2658	3448	900	16	9	1221	42	24
												531

* Die Einwohnerwerte werden über den 85%-Wert berechnet

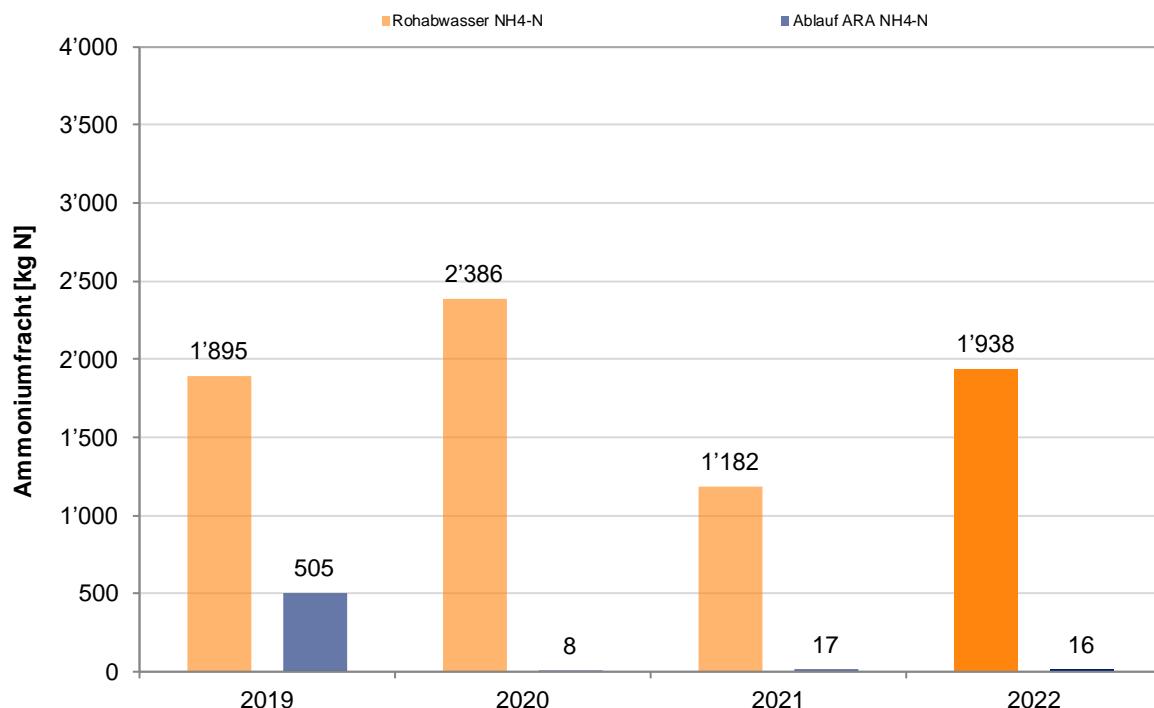
** Im Rohabwasser wird der TOC und im Ablauf der DOC gemessen

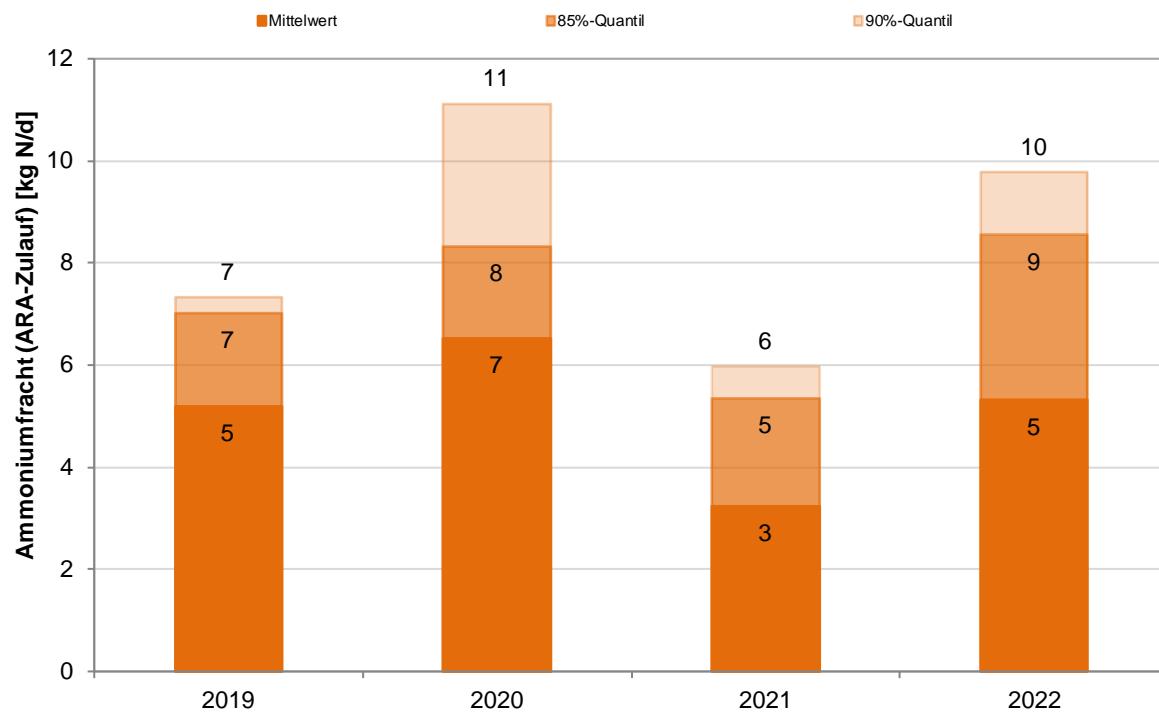
8.3 Mehrjahresvergleich

8.3.1 Übersicht Frachtsummen

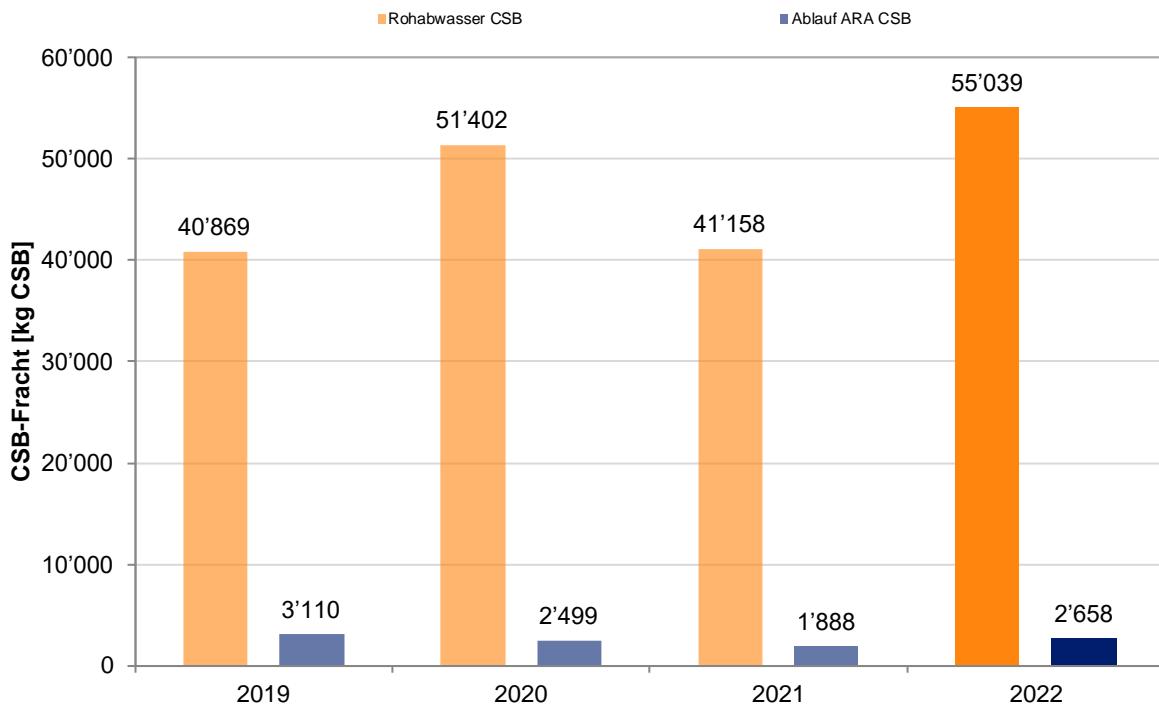
Parameter	Einheit	2019	2020	2021	2022
NH ₄ -N	Rohabwasser [kg]	1'895	2'386	1'182	1'938
NH ₄ -N	Ablauf ARA [kg]	505	8	17	16
CSB	Rohabwasser [kg]	40'869	51'402	41'158	55'039
CSB	Ablauf ARA [kg]	3'110	2'499	1'888	2'658

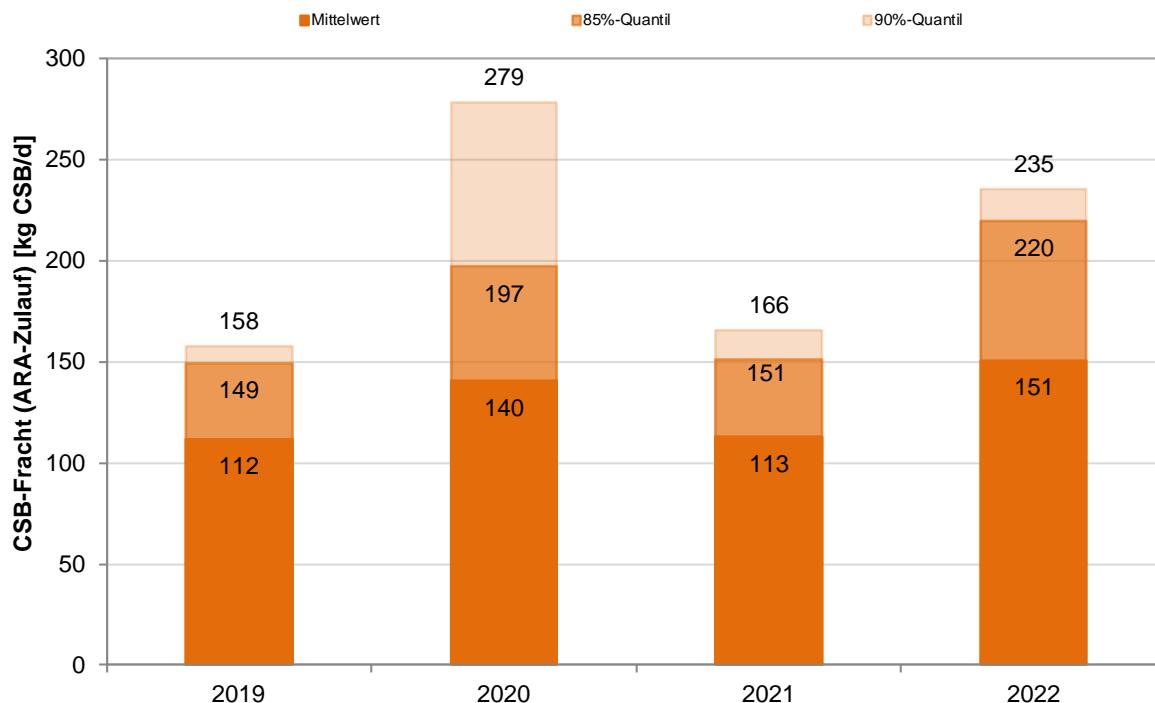
8.3.2 Ammoniumfrachten





8.3.3 CSB Frachten





8.3.4 Einwohnerwerte und Auslastung

Untenstehende Tabelle zeigt den Mehrjahresvergleich der Einwohnerwerte, die für die wichtigsten Parameter berechnet wurden und bezieht diese auf die Dimensionierungsgröße der ARA Seelisberg. Infolge der umfassenden Sanierung wurde im Mai 2019 mit dem SBR-Verfahren das neue biologische Reinigungssystem in Betrieb genommen, weswegen die installierte Reinigungskapazität von ehemals 1'500 auf 1'600 EW erweitert werden konnte.

Aufgrund der starken Zunahme der CSB_{tot}- und P_{tot}-Fracht im Rohabwasser, wurde im Betriebsjahr 2022 die jeweils zugrunde gelegte Bemessungsfracht überschritten. Dies hatte jedoch keine negativen Auswirkungen auf die Gesetzeskonformität (Reinigungsleistung und Ablaufkonzentrationen) des ARA-Ablaufs. Es bleibt abzuwarten, wie sich die Belastung sowie die Gesetzeskonformität der ARA Seelisberg in den nächsten Jahren entwickelt. Allenfalls sind entsprechende Massnahmen zu treffen.

Die Einwohnerwerte wurden über die 85%-Mischwasserfrachten im Rohabwasser und gängigen Literaturwerten berechnet (CSB_{tot}: 120 g/(EW·d); BSB₅: 60 g/(EW·d); NH₄-N: 7 g/(EW·d); P_{tot}: 1.8 g/(EW·d)).

Parameter	Einheit	2019	2020	2021	2022
Auslegung:	[EW]	1'600	1'600	1'600	1'600
Einwohneranzahl:	[E]	609	626	626	671
CSB Einwohnerwerte	[EW]	1'200	1'600	1'300	1'800
CSB-Auslastung	[%]	75%	100%	81%	113%
BSB5 Einwohnerwerte	[EW]	1'300	1'300	800	900
BSB ₅ -Auslastung	[%]	81%	81%	50%	56%
NH4-N Einwohnerwerte	[EW]	1'000	1'200	800	1'200
NH ₄ -N-Auslastung	[%]	63%	75%	50%	75%
P _{tot} Einwohnerwerte	[EW]	1'100	1'500	1'200	1'900
P _{tot} -Auslastung	[%]	69%	94%	75%	119%

9 BIOLOGISCHE STUFE

9.1 Mehrjahresvergleich-Mittelwerte

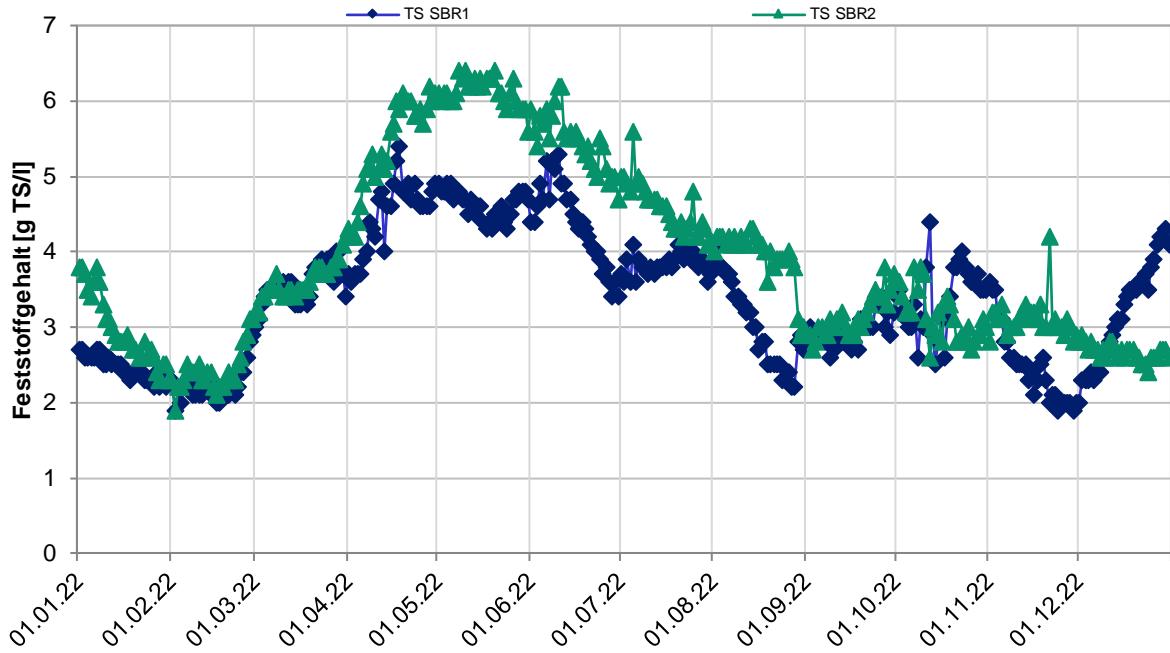
Die neue Anlage wurde im Oktober 2019 eingefahren, daher ist ein Vergleich mit diesem Betriebsjahr nicht möglich. Das Schlammalter betrug im Jahresmittel ca. 60 Tage, lag damit über dem Vorjahresniveau und erlaubte eine ganzjährige stabile Nitrifikation mit aerob stabilisiertem Schlamm.

Der Schlammvolumenindex, welcher die Absetzfähigkeiten des Belebtschlamm beschreibt, blieb über den Jahresverlauf stabil. Erhöhte Werte (>120 ml/gTS), die auf eher schlechte Schlammabsetzbarkeit hindeuten, wurden nur an einem Tag aufgezeichnet.

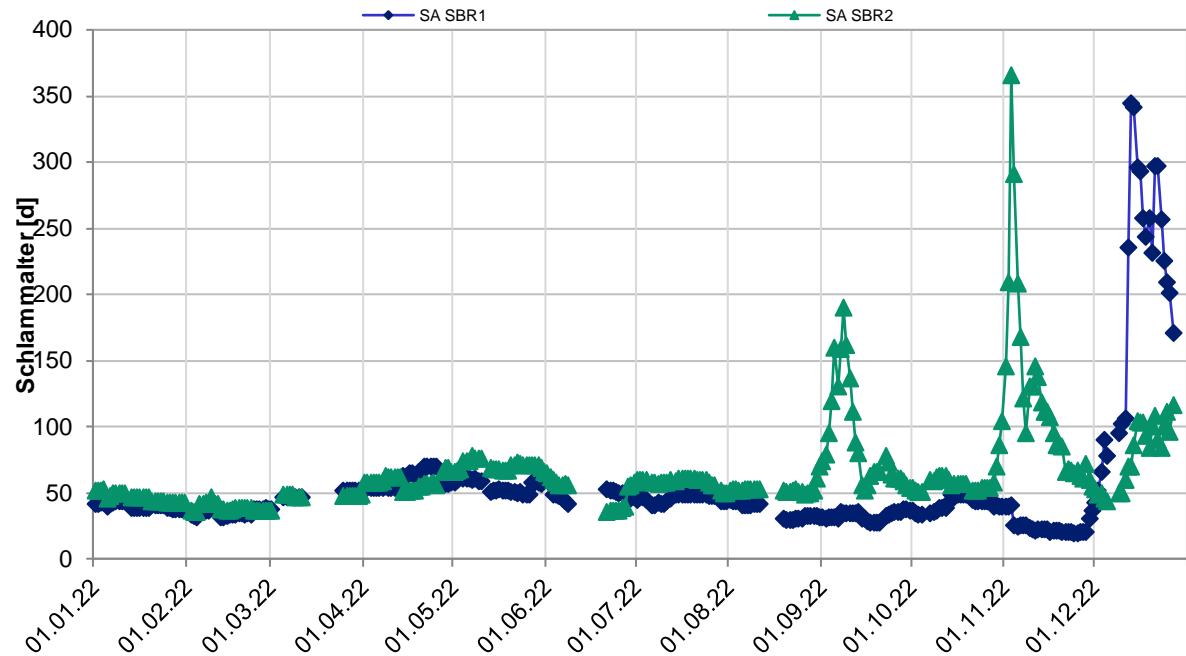
Da keine Vorklärung mehr vorhanden ist, fällt nur noch der Überschussschlamm aus der SBR-Anlage an. Jener wird aus den beiden Becken mit je einer Tauchmotorpumpe abgezogen und einem der beiden Schlammstapel zugeführt.

Parameter	Einheit	2019	2020	2021	2022
Feststoffgehalt TS _{BB}	[g/l]	-	3.4	3.7	3.6
Schlammvolumenindex SVI	[ml/gTS]	-	80	94	77
Schlammalter	[d]	-	47	49	60

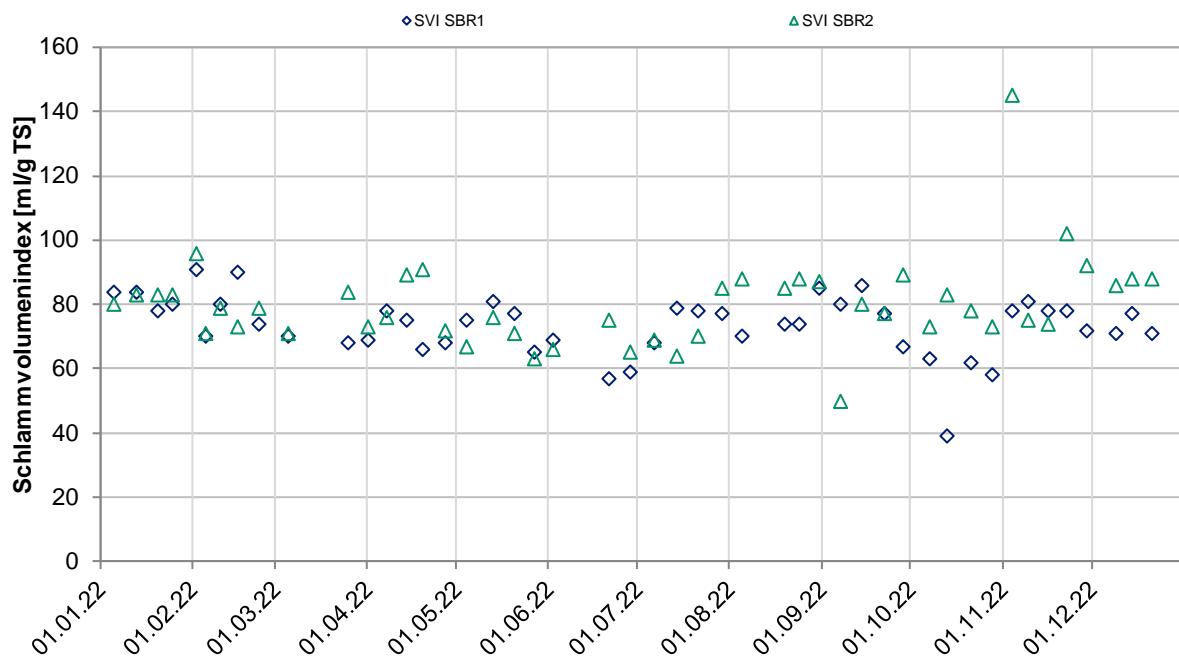
9.2 Feststoffgehalt



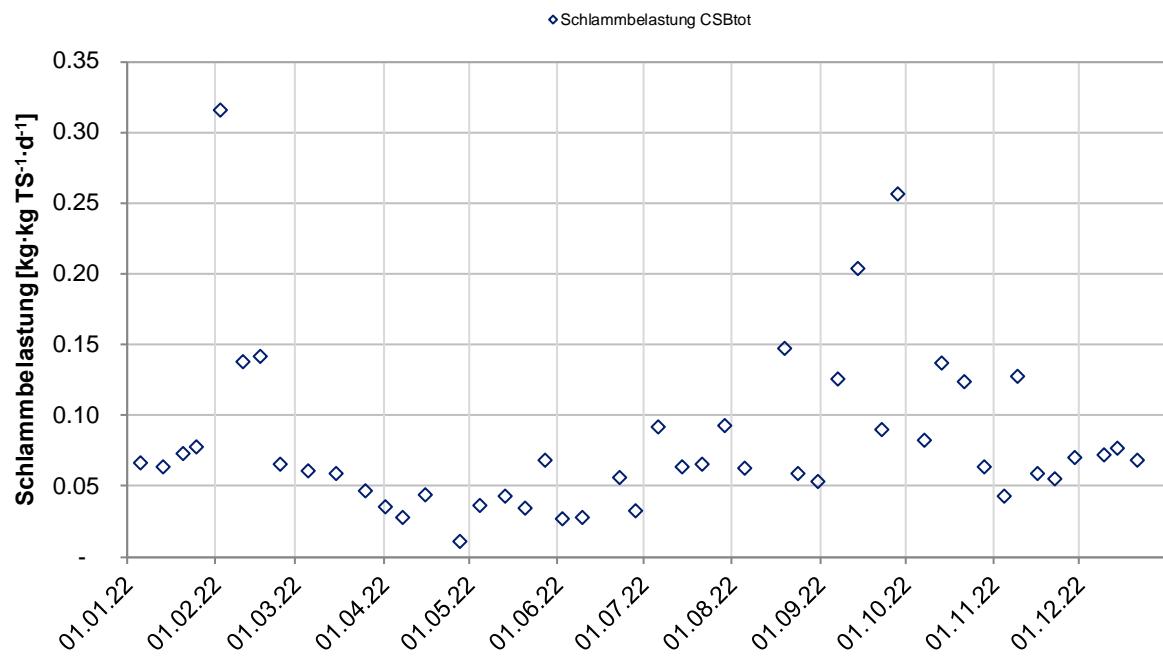
9.3 Schlammalter



9.4 Schlammvolumenindex



9.5 Schlammbelastung



10 SCHLAMMBEHANDLUNG

Im Betriebsjahr 2022 fielen auf der ARA Seelisberg insgesamt 1'641 m³ Überschussschlamm mit 8.7% TS an, welche in zwei Schlammstapeln zwischengelagert werden.

Auf der ARA Seelisberg wird der Schlamm aus den Stapelbehältern zweimal im Jahr (im Frühling und im Herbst) über eine mobile Entwässerungsanlage (Lohnentwässerung) entwässert.

Aus den Schlammstapeln wurden 2022 739 m³ abgezogen, entwässert und in Luzern (REAL) entsorgt. Das entsorgte Volumen an entwässertem Klärschlamm belief sich im Betriebsjahr 2022 auf 78 m³ und liegt damit deutlich über dem Vorjahresniveau (2021: 64 m³). Verrechnet wurde der ARA Seelisberg die Entsorgung von 82 t entwässerter Klärschlamm (2021: 68 t). Die Feststoff-Fracht der entsorgten Schlammmenge betrug 15 t TS (2021: 13 t TS).

In vergangenen Betriebsjahren wurden verbleibende Restschlammmengen nach der Lohnentwässerung aus den Stapelbehältern abgepumpt und zur ARA Altdorf gebracht. Im Betriebsjahr 2022 wurde erstmals kein Schlamm mehr zur ARA Altdorf abtransportiert.

Die Analyse des Klärschlammes des Laboratoriums der Urkantone vom 19. April 2022 zeigt, dass die gesetzlichen Grenzwerte der Schwermetalle im Klärschlamm eingehalten werden können.

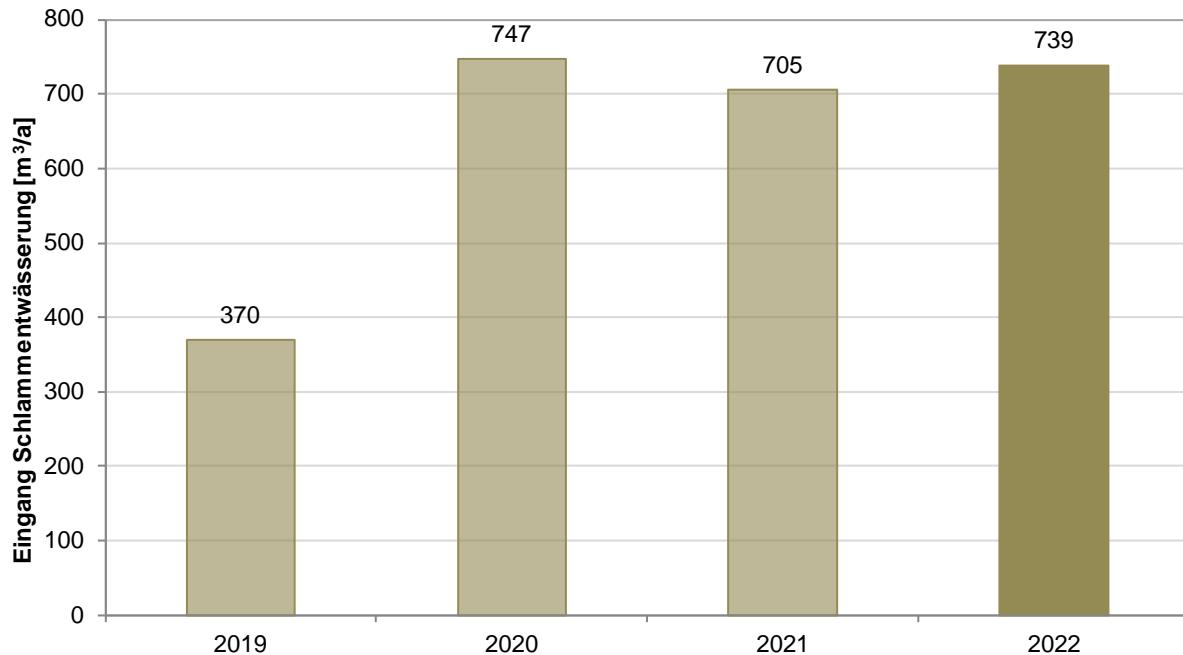
10.1 Klärschlammanalyse (LdU)

Schwermetalle	Einheit	Grenzwert	Probe LdU	Beurteilung
Cadmium	[gCd/tTS]	5.0	0.6	
Cobalt	[gCo/tTS]	60.0	3.5	
Chrom	[gCr/tTS]	500	16	
Kupfer	[gCu/tTS]	600	194	
Quecksilber	[gHg/tTS]	5.0	0.5	
Molybdän	[gMo/tTS]	20.0	4.3	
Nickel	[gNi/tTS]	80.0	14.2	
Blei	[gPb/tTS]	500.0	23.3	
Zink	[gZn/tTS]	2000	386	
AOX*	[g/tTS]	500	260	

* für die adsorbierbaren org. Halogenverbindungen existiert ein Richt- aber kein Grenzwert

10.2 Klärschlammتسorgung REAL, Mehrjahresvergleich

Die nachstehende Graphik stellt die Schlammmenge dar, welche aus den Stapelbehältern abgezogen wurde und über eine mobile SEA entwässert wurde (Lohnentwässerung).

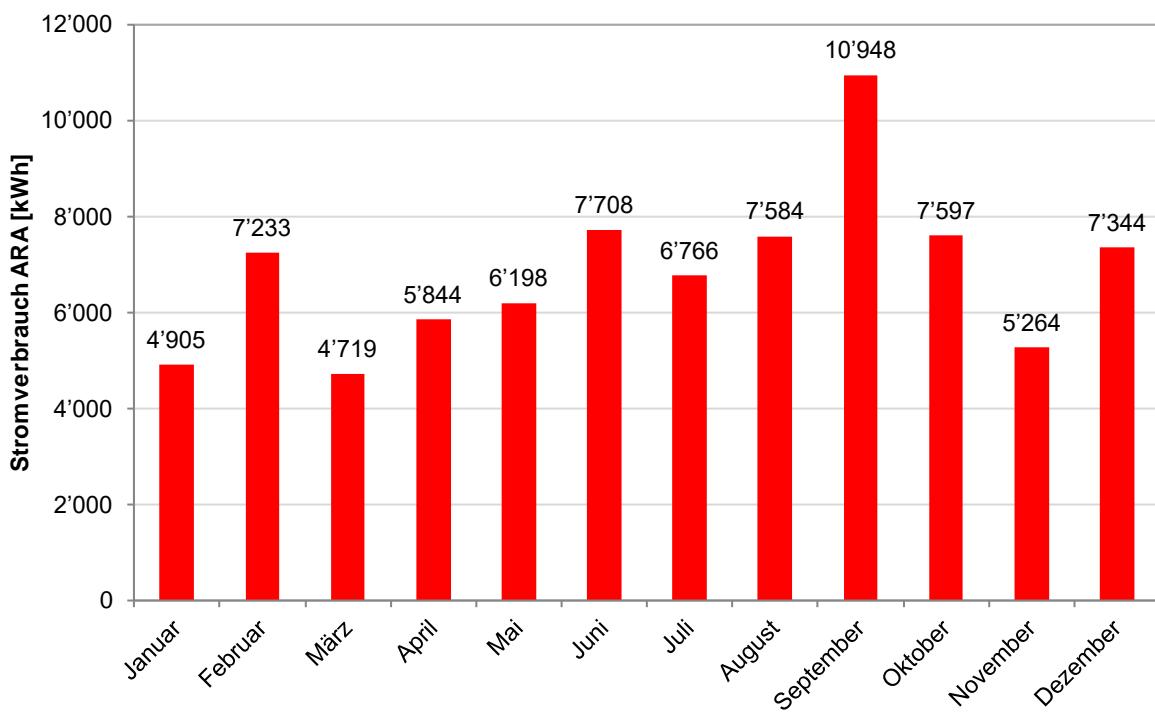


11 ENERGIEHAUSHALT

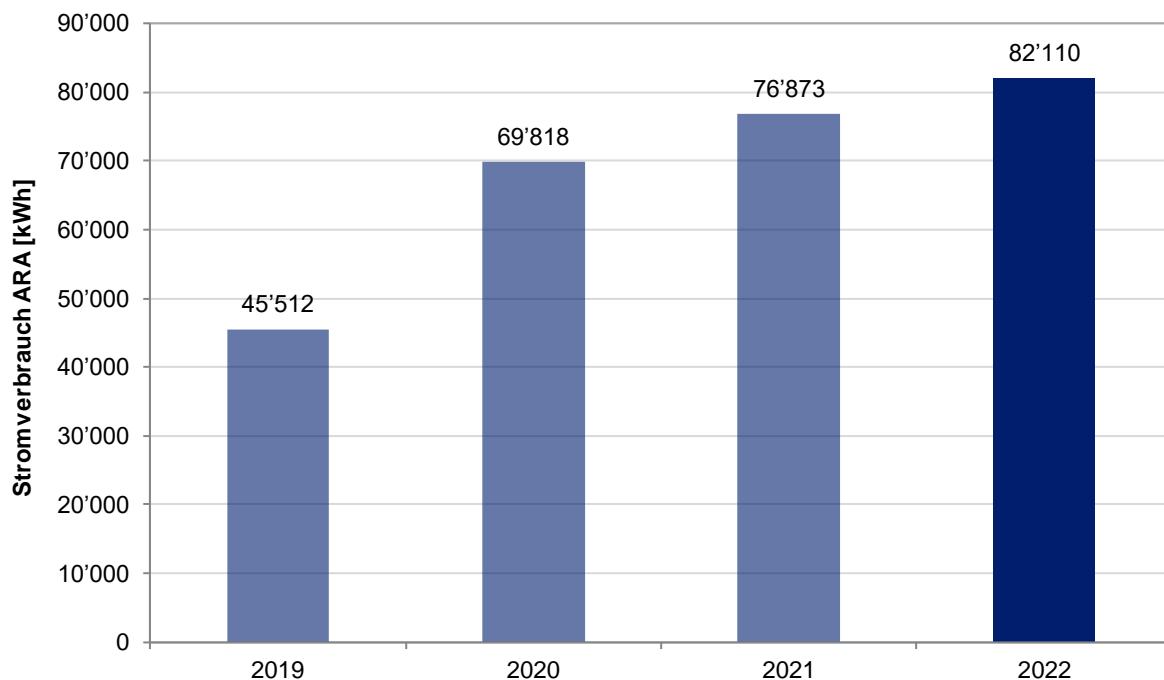
Der erfasste Stromverbrauch betrug 2022 insgesamt 82'110 kWh (2021: 76'873 kWh). Es bestätigt sich, dass im Vergleich zu den Betriebsjahren vor der Inbetriebnahme der neuen Anlage 2020 das neue Abwasserreinigungssystems (SBR) infolge der zusätzlichen Stromverbraucher (Pumpen, Prozessluftgebläse) energieintensiver ist. Ein kontinuierlicher Anstieg des Stromverbrauchs kann seit 2020 beobachtet werden.

Im Vergleich zum vorangegangenen Betriebsjahr 2021 hat der spezifische Stromverbrauch pro Einwohnerwert mit 45.6 kWh/(EW·a) abgenommen (2021: 59.1 kWh/(EW·a)) während der spezifische Stromverbrauch pro m³ Abwasser mit 1.00 kWh/m³ weiterhin zugenommen hat (2021: 0.93 kWh/m³).

11.1 Stromverbrauch – Monatsstatistik



11.2 Stromverbrauch – Mehrjahresvergleich



Parameter	Einheit	2019	2020	2021	2022
Stromverbrauch	[kWh]	45'512	69'818	76'873	82'110
spezif. Energiebedarf	[kWh/(EW·a)]	37.9	43.6	59.1	45.6
spezif. Energiebedarf	[kWh/m ³]	0.70	0.90	0.93	1.00

12 BETRIEBSMITTELVERBRAUCH

Im Betriebsjahr 2022 lag der Fällmittelverbrauch insgesamt bei 1'082 kg und liegt damit wieder auf dem Niveau von 2020. Gegenüber dem Vorjahr entspricht dies einer Abnahme von 10%.

Der Fällmittelverbrauch lag in den drei vergangenen Betriebsjahren in einer ähnlichen Größenordnung und damit deutlich unter dem Niveau von 2019. Dies spricht dafür, dass sich der Fällmittelverbrauch seit der Inbetriebnahme der SBR-Anlage Ende 2019 stabil auf einem guten, tiefen Niveau eingespielt hat.

12.1 Betriebsmittelverbrauch – Mehrjahresvergleich

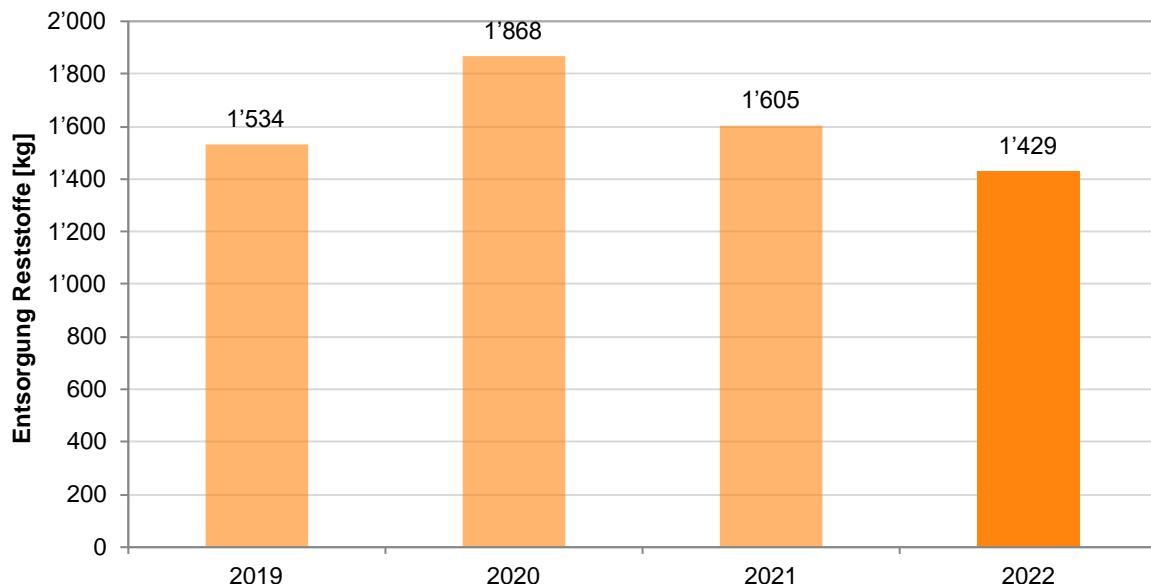
Parameter	Einheit	2019	2020	2021	2022
Fällmittel	[kg]	6'172	1'097	1'200	1'082

13 ENTSORGUNG RESTSTOFFE

Die Menge der entsorgten Reststoffe lag mit 1'429 kg rund 11% tiefer als im Vorjahr.

Die Reststoffmenge auf der ARA Seelisberg setzt sich aus Siebrechen-Pressgut und Sandfanggut zusammen, welche bei der ZAKU entsorgt werden. Die angegebenen Mengen basieren auf Schätzwerten.

13.1 Entsorgung Mehrjahresvergleich



14 BEMERKUNGEN ZUM BETRIEB

14.1 Wichtige Ereignisse

Datum	Ereignis
14.01.2022	Sehr kalte TW-Woche mit Temperatur im Zulauf bei 6.7°C und im SBR Becken 7.3°C
26.01.2022	Service Gaswarngerät GX-2009
03.02.2022	Service Kaeser Gebläse
21.02.2022	Service Prominent Dosieranlage
25.02.2022	Service Nussbaum Systemtrenner
31.03.2022	Erster Regen im März und Gaswarngerät MSA Altair
13.04.2022	Beginn Schlammtennwässerung Frühling mit 115m ³
19.04.2022	Probenahme des LdU
03.06.2022	Ab 14:00 starkes Gewitter mit viel Niederschlag APW Moss un Oberdorf beide P-Leitungen in Betrieb
05.06.2022	Ab 13:30 starkes Gewitter mit viel Niederschlag und Hagel. Zulauftemperatur zwischenzeitlich 6.5°C. Beide P-Leitungen in Betrieb.
15.06.2022	Wassertemperatur in SBR Becken 20°C SBR ANOX PHASE ein
18.07. – 24.07.2022	Sehr heiss, über 30°C
25.07.2022	Fällmitteltank mit 5690 kg befüllt
26.07.2022	Service Rechen und Rundsangfang
24.08.2022	Probenahme der LdU
23.09.2022	ANOX Phase SBR aus. Abwassertemperatur 16°C
03.10.2022	Kranservice
06.10.2022	120m ³ Schlamm entwässert. 1 Mulde
11.10.2022	130 m ³ Schlamm entwässert. 2 Mulde
12.10.2022	119 m ³ Schlamm entwässert. 3 Mulde
25.10.2022	APW Service mit MA AWU
27.10.2022	KI. APW Service mit MA AWU
21.11.2022	SBR 2 entleert, Reparatur Absenkrohre ÜSS Pumpe, neu Befüllung

A ANHANG

A 1 Schmutzstoffkonzentrationen – Monatsstatistik

A 1.1 Konzentrationen im Rohabwasser

	Parameter	Einheit	BSB ₅	CSB _{tot}	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	P _{tot}
	Anz. Proben	[#]	4	4	4	0	0	4
	Mittelwert	[mg/l]	182.5	743.3	10.8			10.5
	50%-Wert	[mg/l]	185.5	831.0	11.8			12.2
	90%-Wert	[mg/l]	204.1	908.7	15.4			12.4
	Anz. Proben	[#]	4	4	4	0	0	4
	Mittelwert	[mg/l]	186.5	609.8	15.2			7.6
	50%-Wert	[mg/l]	199.0	616.0	14.4			7.6
	90%-Wert	[mg/l]	215.9	772.9	22.0			9.2
	Anz. Proben	[#]	2	3	3	0	0	3
	Mittelwert	[mg/l]	206.0	814.0	27.6			11.0
	50%-Wert	[mg/l]	206.0	833.0	28.4			11.7
	90%-Wert	[mg/l]	206.8	853.0	34.1			12.1
	Anz. Proben	[#]	3	4	4	0	0	4
	Mittelwert	[mg/l]	167.7	465.3	12.8			6.6
	50%-Wert	[mg/l]	179.0	409.5	10.6			5.5
	90%-Wert	[mg/l]	195.0	680.7	20.4			9.8
	Anz. Proben	[#]	4	4	4	0	0	4
	Mittelwert	[mg/l]	183.0	876.8	26.4			11.9
	50%-Wert	[mg/l]	192.0	926.0	28.1			13.1
	90%-Wert	[mg/l]	198.2	992.2	36.4			13.7
	Anz. Proben	[#]	3	4	4	0	0	4
	Mittelwert	[mg/l]	180.7	475.0	17.7			9.6
	50%-Wert	[mg/l]	181.0	441.0	14.2			8.0
	90%-Wert	[mg/l]	189.8	575.6	25.7			15.5
	Anz. Proben	[#]	4	4	4	0	0	4
	Mittelwert	[mg/l]	121.5	930.8	34.0			12.4
	50%-Wert	[mg/l]	130.5	872.0	36.0			12.7
	90%-Wert	[mg/l]	134.7	1125.0	38.2			13.7
	Anz. Proben	[#]	1	4	4	0	0	4
	Mittelwert	[mg/l]	145.0	502.3	25.6			8.1
	50%-Wert	[mg/l]	145.0	476.5	25.8			7.7
	90%-Wert	[mg/l]	145.0	690.2	38.4			11.4
	Anz. Proben	[#]	2	4	4	0	0	4
	Mittelwert	[mg/l]	175.5	623.8	27.7			8.8
	50%-Wert	[mg/l]	175.5	629.0	28.0			8.7
	90%-Wert	[mg/l]	197.5	750.6	34.9			10.5
	Anz. Proben	[#]	2	4	4	0	0	4
	Mittelwert	[mg/l]	168.0	814.3	30.1			11.6
	50%-Wert	[mg/l]	168.0	806.5	32.0			12.3
	90%-Wert	[mg/l]	179.2	1040.6	33.8			13.0
	Anz. Proben	[#]	4	5	5	0	0	5
	Mittelwert	[mg/l]	200.0	588.0	21.5			7.9
	50%-Wert	[mg/l]	198.0	511.0	18.7			6.9
	90%-Wert	[mg/l]	207.8	820.0	32.3			10.7
	Anz. Proben	[#]	2	3	3	0	0	3
	Mittelwert	[mg/l]	168.5	733.7	24.4			9.2
	50%-Wert	[mg/l]	168.5	768.0	20.0			9.8
	90%-Wert	[mg/l]	169.7	799.2	31.4			10.3
Jahr 2022	Anz. Proben	[#]	35	47	47	0	0	47
	Mittelwert	[mg/l]	174.9	675.5	22.6			9.5
	50%-Wert	[mg/l]	182.0	722.0	22.6			9.8
	85%-Wert	[mg/l]	203.9	863.0	35.2			12.4
	90%-Wert	[mg/l]	206.2	938.0	35.7			13.2

A 1.2 Konzentrationen im Ablauf ARA

	Parameter	Einheit	BSB ₅	CSB _{tot}	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	P _{tot}
	Anz. Proben	[#]	4	4	4	4	4	4
	Mittelwert	[mg/l]	4.8	31.5	0.1	0.0	16.8	0.6
	50%-Wert	[mg/l]	4.8	32.1	0.1	0.0	17.2	0.7
	90%-Wert	[mg/l]	5.1	35.3	0.1	0.0	21.1	0.7
Januar 2022	Anz. Proben	[#]	4	4	4	4	4	4
	Mittelwert	[mg/l]	4.6	31.8	0.4	0.1	23.1	0.3
	50%-Wert	[mg/l]	4.7	30.4	0.3	0.1	19.1	0.3
	90%-Wert	[mg/l]	5.9	35.2	0.7	0.2	33.4	0.5
Februar 2022	Anz. Proben	[#]	2	3	3	3	3	3
	Mittelwert	[mg/l]	5.0	38.4	0.5	0.2	17.1	0.7
	50%-Wert	[mg/l]	5.0	38.0	0.2	0.1	16.3	0.7
	90%-Wert	[mg/l]	5.0	39.6	1.0	0.2	19.1	0.7
März 2022	Anz. Proben	[#]	3	4	4	4	4	4
	Mittelwert	[mg/l]	3.5	25.0	0.4	0.1	11.6	0.5
	50%-Wert	[mg/l]	4.0	22.9	0.2	0.1	12.6	0.5
	90%-Wert	[mg/l]	4.0	29.5	0.8	0.2	14.3	0.6
April 2022	Anz. Proben	[#]	4	4	4	4	4	4
	Mittelwert	[mg/l]	2.7	28.8	0.2	0.1	10.9	0.6
	50%-Wert	[mg/l]	2.3	29.1	0.1	0.1	11.2	0.6
	90%-Wert	[mg/l]	3.6	31.9	0.3	0.2	16.3	0.7
Mai 2022	Anz. Proben	[#]	3	4	4	4	4	4
	Mittelwert	[mg/l]	3.1	24.2	0.1	0.1	7.3	0.5
	50%-Wert	[mg/l]	3.5	24.1	0.1	0.1	6.3	0.4
	90%-Wert	[mg/l]	3.6	26.9	0.1	0.2	11.3	0.7
Juni 2022	Anz. Proben	[#]	4	4	4	4	4	4
	Mittelwert	[mg/l]	3.7	31.4	0.1	0.1	5.2	0.7
	50%-Wert	[mg/l]	3.7	32.7	0.1	0.1	5.5	0.7
	90%-Wert	[mg/l]	4.2	36.2	0.2	0.2	6.6	0.7
Juli 2022	Anz. Proben	[#]	2	4	4	4	4	4
	Mittelwert	[mg/l]	4.8	26.0	0.1	0.2	8.8	0.4
	50%-Wert	[mg/l]	4.8	27.0	0.1	0.1	8.4	0.4
	90%-Wert	[mg/l]	5.4	28.6	0.1	0.2	12.3	0.5
August 2022	Anz. Proben	[#]	2	4	4	4	4	4
	Mittelwert	[mg/l]	6.0	28.3	0.0	0.1	12.2	0.3
	50%-Wert	[mg/l]	6.0	26.8	0.0	0.1	11.7	0.3
	90%-Wert	[mg/l]	6.9	36.4	0.1	0.1	15.0	0.4
September 2022	Anz. Proben	[#]	2	4	4	4	4	4
	Mittelwert	[mg/l]	7.3	33.2	0.4	0.1	23.7	0.6
	50%-Wert	[mg/l]	7.3	32.2	0.1	0.0	24.3	0.6
	90%-Wert	[mg/l]	8.6	38.1	0.9	0.2	29.4	0.7
Okt. 2022	Anz. Proben	[#]	4	5	5	5	5	5
	Mittelwert	[mg/l]	6.1	33.7	0.2	0.1	15.9	0.5
	50%-Wert	[mg/l]	5.2	33.6	0.1	0.1	16.8	0.5
	90%-Wert	[mg/l]	8.2	38.1	0.3	0.2	19.7	0.6
November 2022	Anz. Proben	[#]	2	3	3	3	3	3
	Mittelwert	[mg/l]	5.2	35.1	0.1	0.1	18.2	0.3
	50%-Wert	[mg/l]	5.2	36.7	0.1	0.1	17.5	0.3
	90%-Wert	[mg/l]	5.9	38.1	0.1	0.1	21.7	0.4
Dezember 2022	Anz. Proben	[#]	36	47	47	47	47	47
	Mittelwert	[mg/l]	4.5	30.4	0.2	0.1	14.1	0.5
	50%-Wert	[mg/l]	4.4	29.9	0.1	0.1	14.9	0.5
	90%-Wert	[mg/l]	6.2	38.2	0.4	0.2	21.2	0.7
Jahr 2022	Konzentration							

A 2 Schmutzstofffrachten - Monatsstatistik

A 2.1 Rohabwasser - Frachten

Parameter		Einheit	BSB ₅	CSB _{tot}	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	P _{tot}
Januar 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	4	4	4	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	30.5	109.0	1.9		1.5
		50%-Wert	[kg/d]	24.9	110.4	1.7		1.5
		90%-Wert	[kg/d]	45.0	114.8	3.2		1.6
Februar 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	4	4	4	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	62.7	197.2	5.4		2.6
		50%-Wert	[kg/d]	51.0	176.1	4.0		2.0
		90%-Wert	[kg/d]	99.9	298.6	9.8		4.3
März 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	2	3	3	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	26.8	114.6	3.8		1.6
		50%-Wert	[kg/d]	26.8	116.7	3.5		1.7
		90%-Wert	[kg/d]	27.9	122.5	4.6		1.9
April 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	3	4	4	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	29.9	79.5	2.1		1.1
		50%-Wert	[kg/d]	33.2	77.8	1.9		1.0
		90%-Wert	[kg/d]	39.4	115.8	3.4		1.6
Mai 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	4	4	4	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	29.1	142.6	4.4		1.9
		50%-Wert	[kg/d]	28.9	124.7	3.8		1.8
		90%-Wert	[kg/d]	32.3	188.6	7.1		2.6
Juni 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	3	4	4	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	30.7	98.4	3.4		2.4
		50%-Wert	[kg/d]	30.2	84.0	3.3		1.2
		90%-Wert	[kg/d]	36.3	130.4	4.2		4.9
Juli 2022	Fracht	Anzahl Proben	[#]	4	4	4	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	25.8	189.7	7.1		2.6
		50%-Wert	[kg/d]	25.0	189.2	6.8		2.5
		90%-Wert	[kg/d]	34.1	223.6	9.4		3.1
August 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	4	4	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	24.8	148.9	6.7		2.3
		50%-Wert	[kg/d]	24.8	123.4	6.9		2.0
		90%-Wert	[kg/d]	24.8	224.8	8.3		3.3
September 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	2	4	4	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	87.1	301.2	13.0		4.2
		50%-Wert	[kg/d]	87.1	278.4	12.3		3.8
		90%-Wert	[kg/d]	118.2	443.6	18.5		5.9
Oktober 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	2	4	4	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	34.2	190.7	7.6		2.9
		50%-Wert	[kg/d]	34.2	201.7	8.6		3.1
		90%-Wert	[kg/d]	48.2	236.3	9.9		3.7
November 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	4	5	5	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	42.9	110.5	4.0		1.5
		50%-Wert	[kg/d]	43.6	90.5	3.5		1.1
		90%-Wert	[kg/d]	51.2	162.6	5.9		2.2
Dezember 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	2	3	3	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	25.4	120.5	3.9		1.5
		50%-Wert	[kg/d]	25.4	123.3	3.7		1.5
		90%-Wert	[kg/d]	26.1	126.0	4.7		1.6
Jahr 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	35	47	47	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	37.6	150.8	5.3		2.2
		50%-Wert	[kg/d]	30.2	123.3	3.9		1.7
		85%-Wert	[mg/l]	51.5	219.6	8.5		3.4
		90%-Wert	[kg/d]	52.8	235.5	9.8		3.7
		Summe	[kg]	13'738	55'039	1'938		798
		EW*	[EW]	859	1'830	1'221		1'864

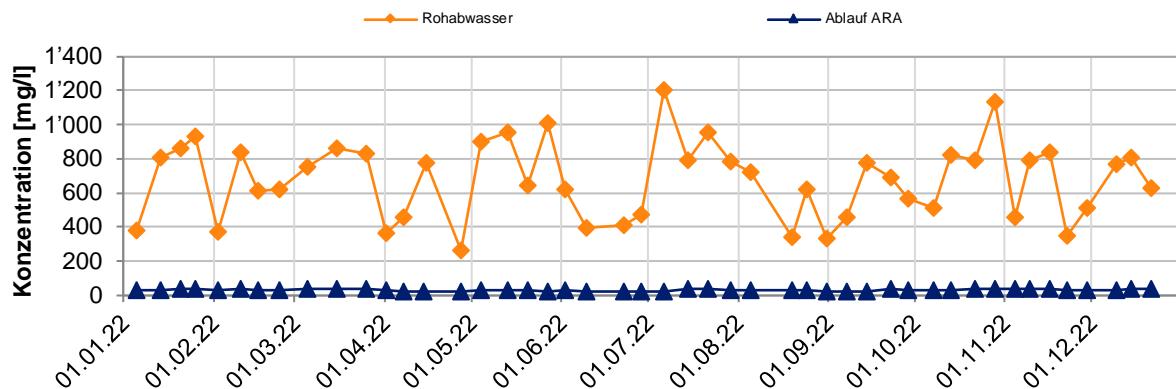
* Die Einwohnerwerte werden über den 85%-Wert berechnet

A 2.2 Frachten Ablauf ARA

		Parameter	Einheit	BSB ₅	CSB _{tot}	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	P _{tot}
	Januar 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	4	4	4	4	4
			Mittelwert	[kg/d]	0.8	5.1	0.0	0.0	2.6
			50%-Wert	[kg/d]	0.6	4.3	0.0	0.0	2.5
			90%-Wert	[kg/d]	1.1	6.8	0.0	0.0	3.1
	Februar 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	4	4	4	4	4
			Mittelwert	[kg/d]	1.8	12.3	0.2	0.0	7.3
			50%-Wert	[kg/d]	1.4	8.1	0.1	0.0	5.5
			90%-Wert	[kg/d]	3.3	22.6	0.3	0.1	11.5
	März 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	2	3	3	3	3
			Mittelwert	[kg/d]	0.7	5.4	0.1	0.0	2.4
			50%-Wert	[kg/d]	0.7	5.2	0.0	0.0	2.5
			90%-Wert	[kg/d]	0.7	5.9	0.2	0.0	2.5
	April 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	3	4	4	4	4
			Mittelwert	[kg/d]	0.6	4.4	0.1	0.0	2.1
			50%-Wert	[kg/d]	0.5	3.9	0.0	0.0	2.4
			90%-Wert	[kg/d]	0.8	6.4	0.1	0.0	2.8
	Mai 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	4	4	4	4	4
			Mittelwert	[kg/d]	0.4	4.6	0.0	0.0	1.6
			50%-Wert	[kg/d]	0.4	4.7	0.0	0.0	1.8
			90%-Wert	[kg/d]	0.5	5.0	0.0	0.0	2.1
	Juni 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	3	4	4	4	4
			Mittelwert	[kg/d]	0.6	5.2	0.0	0.0	1.4
			50%-Wert	[kg/d]	0.6	4.3	0.0	0.0	1.3
			90%-Wert	[kg/d]	0.7	7.6	0.0	0.0	2.1
	Juli 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	4	4	4	4	4
			Mittelwert	[kg/d]	0.8	6.5	0.0	0.0	1.1
			50%-Wert	[kg/d]	0.7	6.5	0.0	0.0	1.0
			90%-Wert	[kg/d]	1.1	8.0	0.0	0.0	1.7
	August 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	2	4	4	4	4
			Mittelwert	[kg/d]	2.5	9.1	0.0	0.0	2.6
			50%-Wert	[kg/d]	2.5	5.5	0.0	0.0	2.4
			90%-Wert	[kg/d]	3.9	15.8	0.0	0.1	3.6
	September 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	2	4	4	4	4
			Mittelwert	[kg/d]	2.9	13.5	0.0	0.0	6.6
			50%-Wert	[kg/d]	2.9	10.3	0.0	0.0	5.2
			90%-Wert	[kg/d]	3.9	20.5	0.0	0.0	11.2
	Okttober 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	2	4	4	4	4
			Mittelwert	[kg/d]	1.6	8.4	0.1	0.0	6.3
			50%-Wert	[kg/d]	1.6	9.0	0.0	0.0	6.7
			90%-Wert	[kg/d]	2.3	11.2	0.1	0.1	9.3
	November 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	4	5	5	5	5
			Mittelwert	[kg/d]	1.3	6.4	0.0	0.0	2.9
			50%-Wert	[kg/d]	1.2	6.4	0.0	0.0	2.9
			90%-Wert	[kg/d]	1.5	8.0	0.1	0.0	4.0
	Dezember 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	2	3	3	3	3
			Mittelwert	[kg/d]	0.8	5.9	0.0	0.0	3.1
			50%-Wert	[kg/d]	0.8	6.0	0.0	0.0	2.7
			90%-Wert	[kg/d]	0.9	7.0	0.0	0.0	4.1
	Jahr 2022	Fracht	Anz. Proben	[#]	36	47	47	47	47
			Mittelwert	[kg/d]	1.1	7.3	0.0	0.0	3.3
			50%-Wert	[kg/d]	0.7	6.0	0.0	0.0	2.4
			90%-Wert	[kg/d]	2.1	10.2	0.1	0.1	5.7
			Summe	[kg]	411	2'658	16	9	1'221
									42

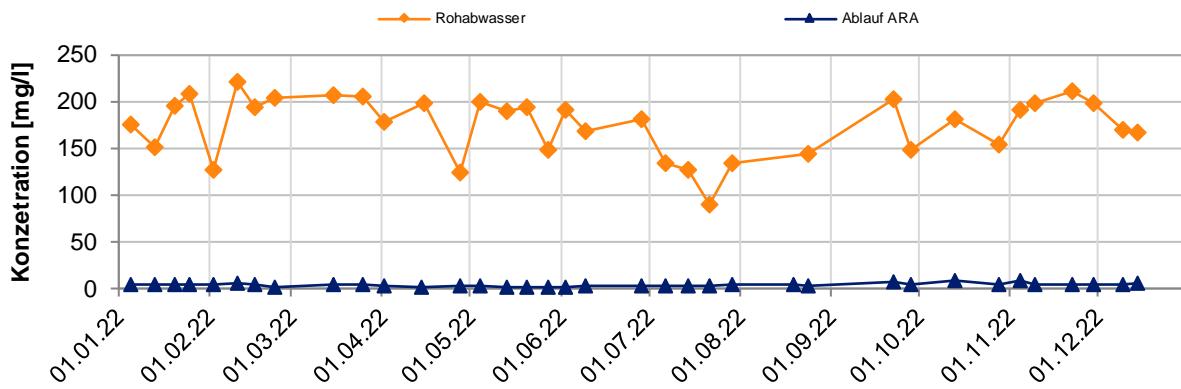
A 3 Jahresverläufe der Schmutzstoffe

A 3.1 CSB_{tot}



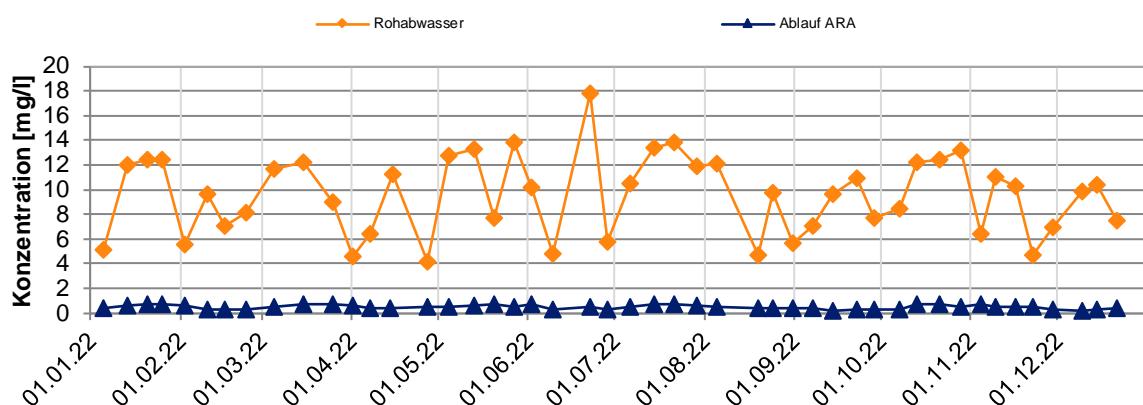
Parameter	Rohabwasser		Ablauf Vorklärung		Ablauf ARA	
	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]
Grenzwert					60	
Mittelwert	675.5	150.8			30.4	7.3
Standardabweichung	226.2	83.7			5.8	5.1
90%-Wert	938.0	235.5			38.2	10.2
Jahres EL					95.2%	
Anzahl zulässiger Überschreitungen					5	
Anzahl Überschreitungen (Grenzwert)					0	

A 3.2 BSB₅



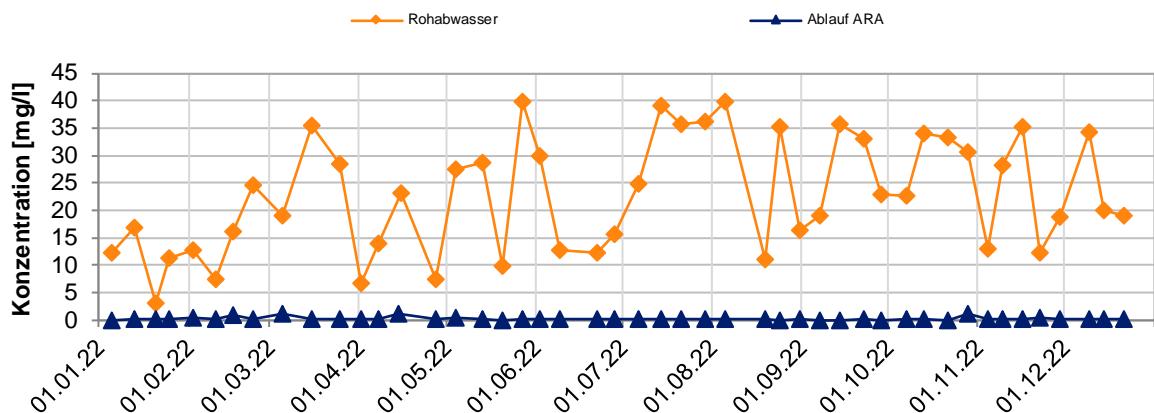
Parameter	Rohabwasser		Ablauf Vorklärung		Ablauf ARA	
	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]
Grenzwert					20	
Mittelwert	174.9	37.6			4.5	1.1
Standardabweichung	31.4	24.1			1.7	1.0
90%-Wert	206.2	52.8			6.2	2.1
Jahres EL					96.9%	
Anzahl zulässiger Überschreitungen					4	
Anzahl Überschreitungen (Grenzwert)					0	

A 3.3 P_{tot}



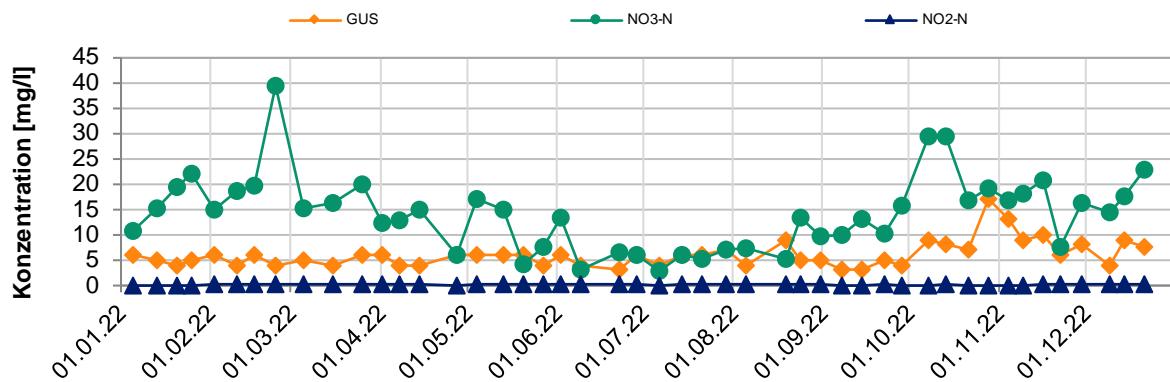
Parameter	Rohabwasser		Ablauf Vorklärung		Ablauf ARA	
	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]
Grenzwert					0.8	
Mittelwert	9.5	2.2			0.49	0.1
Standardabweichung	3.2	1.3			0.17	0.1
90%-Wert	13.2	3.7			0.74	0.2
Jahres EL					94.7%	
Anzahl zulässiger Überschreitungen					5	
Anzahl Überschreitungen (Grenzwert)					0	

A 3.4 NH4-N



Parameter	Rohabwasser		Ablauf Vorklärung		Ablauf ARA	
	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]
Grenzwert (> 10°C)					2	
Mittelwert	22.6	5.3			0.2	0.0
Standardabweichung	10.5	3.8			0.3	0.1
90%-Wert	35.7	9.8			0.4	0.1
Jahres EL					99.2%	
Anzahl zulässiger Überschreitungen					5	
Anzahl Überschreitungen (Grenzwert)					0	

A 3.5 NO₃-N, NO₂-N, GUS im Ablauf



Parameter	GUS		NO ₃ -N		NO ₂ -N	
	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]
Grenzwert	20				0.3	
Mittelwert	6.1	1.5	14.1	3.3	0.11	0.03
Standardabweichung	2.6	1.2	7.4	2.9	0.07	0.02
90%-Wert	9.0	2.3	21.2	5.7	0.19	0.05
# zul. Überschr.	5				5	
# Überschr. (GW)	0				0	