



ARA Seelisberg Jahresbericht 2024

Verfasserin:



AFRY Schweiz AG
Herostrasse 12, Postfach
8048 Zürich

Kunde	Abwasser Uri
Titel	ARA Seelisberg – Jahresbericht 2024
Verfasser	AFRY Schweiz AG
Projekt	AWU Jahresberichte
Projekt Nr.	115000803
Dateiname	_JB_2024_ARA_Seelisberg
Verteiler	Beat Furger (Abwasser Uri, Geschäftsführer) Daniel Geisser (Abwasser Uri, Geschäftsführer-Stv.) Roland Gisler (Abwasser Uri, Leiter Betrieb Anlagen) Hansueli Arnold (Abwasser Uri, Leiter Abwasseranlagen)
Original	
Datum	11.02.2025
Verfasser / Position	Jacques Bichler / Projektleiter Damian Supan / Projektingenieur
Kontrolldatum	11.02.2025
Überprüft von / Position	Thomas Morgenthaler / Leiter BU Wasser & Umwelt
Revisionen	
Datum	10.03.2025
Verfasser / Position	Betriebsleitung Abwasseranlagen
Bemerkungen	Koreferat
Datum	14.03.2025
Verfasser / Position	Geschäftsleitung Abwasser Uri
Bemerkungen	Koreferat

INHALTSVERZEICHNIS

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

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	Klärschlamm Entsorgung REAL, Mehrjahresvergleich.....	30
10.2	Klärschlammanalyse (LdU)	31
11	Energiehaushalt.....	32
11.1	Stromverbrauch – Monatsstatistik	32
11.2	Stromverbrauch – Mehrjahresvergleich.....	33
12	Betriebsmittelverbrauch	34
12.1	Betriebsmittelverbrauch – Mehrjahresvergleich.....	34
13	Entsorgung Reststoffe	35
13.1	Entsorgung Mehrjahresvergleich.....	35
14	Bemerkungen zum Betrieb.....	36
14.1	Störungen	36
14.2	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	38
A 2	Schmutzstofffrachten – Monatsstatistik	39
A 2.1	Rohabwasser – Frachten	39
A 2.2	Frachten Ablauf ARA.....	40
A 3	Jahresverläufe der Schmutzstoffe	41
A 3.1	CSB _{tot}	41
A 3.2	BSB ₅	41
A 3.3	P _{tot}	42
A 3.4	NH ₄ -N	42
A 3.5	NO ₃ -N, NO ₂ -N, GUS im Ablauf	43

1 VORWORT DER GESCHÄFTSLEITUNG

Das Betriebsjahr 2024 von Abwasser Uri wurde wiederum durch die Bearbeitung zahlreicher Projekte geprägt. Im Bereich der Kläranlagen lag der Hauptfokus bei der ARA Altdorf.

Mit der Sanierung der Schlammwässerung (SEA) der ARA Altdorf konnte wie geplant Ende August gestartet werden. Die Hauptarbeiten wurden Ende Jahr abgeschlossen. Die Inbetriebnahme und die Übergabe der kompletten Anlage an den Betrieb ist Anfangs 2025 geplant. Ein weiteres Thema war der Masterplan 2050. Die langfristige Planung zum Werterhalt der ARA Altdorf, der moderate Ausbau sowie die Umsetzung der gesetzlich geforderten vierten Reinigungsstufen (Elimination der Mikroverunreinigungen) bedürfen einer vertieften Abklärung. Hier wurde eine Strategie für das weitere Vorgehen festgelegt und dementsprechend eine Studienerarbeitung gestartet.

Bei den Sonderbauwerken lag der Fokus nach wie vor bei der Optimierung der neuen Sonderbauwerke des Abwasserprojekt Urnersee. Hier wurden die neuen Abwasser-Pumpwerke von Isenthal, Sisikon, Bauen-Dorf und Bauen-Isleten auf Herz und Nieren getestet und kleinere Optimierungen umgesetzt. Bei einzelnen der rund 160 Sonderbauwerke von Abwasser Uri wurden verschiedene Sanierungsmassnahmen an der baulichen Substanz ausgeführt. Zudem mussten infolge der erreichten Lebenserwartung verschiedene Pumpen, Schieber und Rohrleitungen, aber auch Schaltanlagen ersetzt werden. Somit stellt Abwasser Uri sicher, dass diese wichtigen Elemente der Infrastruktur ihren Dienst zuverlässig erfüllen können.

Das Kanalnetz gilt als weiteres wichtiges Puzzleteil der Infrastruktur von Abwasser Uri. Hier lag der Hauptfokus wiederum auf den Leitungen, welche aufgrund deren topografischen Lage, deren Bauart, oder des geringen Gefälles regelmässige Kontroll- und Spülarbeiten erfordern. Die getroffenen Massnahmen trugen wiederum dazu bei, dass die Anzahl der Verstopfungen im Kanalnetz gering gehalten werden konnten.

Im Aufgabengebiet der Generellen Entwässerungsplanung (GEP) wurden verschiedene Massnahmen umgesetzt. So konnten das GEP-Sanierungsprojekt Erstfeld West im Verlaufe des Sommers 2024 abgeschlossen werden. Im Bereich Erstfeld Mitte wurden noch weitere Leitungsabschnitte definiert, welche zusätzlich zu sanieren sind. Diese Arbeiten werden bis Ende 2025 abgeschlossen sein. Die Kanalinspektionen von Realp, Hospental und Andermatt wurden im 2024 ausgewertet und die notwendigen Massnahmen festgelegt. Hier finden aktuell noch die Koordinationen mit den verschiedenen Interessensgruppen wie Kanton, Gemeinde und weiteren Werken statt. Die Sanierungsarbeiten werden ab 2025 starten und Abwasser Uri schätzungsweise ca. drei Jahre beschäftigen. Als weitere GEP Massnahmen wurden verschiedene Einzugsgebiete in Raum Bürglen mittels Kanal-TV befahren. Die Auswertung dieser Zonen ist aktuell in der Ausführung. Im Anschluss wird hier ebenfalls ein Sanierungsprojekt erarbeitet.

Das Betriebsjahr 2024 wurde von einem durchschnittlichen Sommer geprägt. Längere Regenperioden mussten vor allem im Juni und Anfangs Juli hingenommen werden. Der grosse Umschwung fand dann ab Mitte Juli statt und damit wurde es dann auch sommerlich heiss. Der Betrieb der Anlagen lief wiederum ohne grössere Zwischenfälle oder Anlagenstörungen. Dementsprechend fielen die Reinigungsleistungen analog der Vorjahre sehr gut aus. Die gesetzlichen Einleitbedingungen konnten alle eingehalten werden.

Im Berichtsjahr 2024 reinigten die Abwasserreinigungsanlagen der Abwasser Uri insgesamt 4.71 Mio. Kubikmeter Schmutzwasser (Vorjahr 4.92 Mio.). Sie behandelten eine NH₄-N Fracht

von 114'418 kg N/a, eine Phosphor-Fracht von 25'261 kg P/a, sowie eine CSB-Fracht von 1'977'166 kg CSB/a.

Die Frischschlammmenge lag mit 27'356 m³ in etwa auf dem Vorjahreswert (2023: 27'7337 m³). Aus dem Schlamm konnten 510'254 m³ Biogas gewonnen und zu 981'796 kWh Strom umgewandelt werden. Zudem lieferte die neue PV-Anlage auf der ARA Altdorf 162'919 kWh, woraus eine Stromproduktion von 1'144'715 kWh resultiert. Der gesamte Energieverbrauch der Abwasserreinigungsanlagen lag bei 1'468'969 kWh womit ein Eigendeckungsgrad von 78% resultiert. Im Durchschnitt ergibt sich daraus ein Stromverbrauch von 0.31 kW 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 ZUSAMMENFASSENDE BEURTEILUNG

3.1 Allgemeine Bemerkungen

Die Messungen der Konzentrationen im Zu- und Ablauf der ARA Seelisberg wurden durch Kontrolluntersuchungen des LdU am 27.08.2024 überprüft. Die Resultate weisen darauf hin, dass auf der ARA Seelisberg ausreichend genau gemessen wird und verlässliche Abwasserinformationen vorliegen. Lediglich bei der GUS-Messung sind grössere Abweichungen festzustellen. 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.

Grundsätzlich sind Abweichungen zwischen LdU und ARA Analytik können damit erklärt werden, dass durch die 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 01.01.2020 gültigen Einleitbedingungen durchgeführt.

Abwasser Uri optimierte den Betrieb der kleineren Anlagen während den letzten Jahren stetig. Dank den beiden Grossprojekte "Ableitung Urner Oberland" und "Ableitung Urnersee" konnte diverse kleinere Kläranlagen aufgehoben werden. Abwasser Uri betreibt seit dem Herbst 2024 nur noch die zentrale Kläranlage Altdorf, die ARA Seelisberg und und PKA Arni.

Für die Jahresberichte 2024 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 ausgebaut 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 sehr gut eingestuft werden. Die Auswertung der Betriebsdaten ab 2020 zeigt, dass die ARA Seelisberg mit dem biologischen Verfahren mit SBR-Technologie das gesamte Jahr hindurch die gesetzlichen Bestimmungen zum Gewässerschutz durchgehend einhalten kann.

Frachten und Gesetzeskonformität

Insgesamt wurde im Betriebsjahr 2024 mit 86'546 m³ etwas weniger Abwasser als im Vorjahr behandelt (2023: 90'399 m³, -4.3%). Der spezifische Trockenwetteranfall und Trinkwasserverbrauch pro Einwohner lagen bei 227 l/(E·d), beziehungsweise 189 l/(E·d). Dadurch, dass der Abwasseranfall der Gemeinde Seelisberg stark durch den Tourismus geprägt ist, können diese spezifischen Kennwerte im Vergleich zu vorangegangenen Betriebsjahren grössere Schwankungen aufweisen. Die Dimensionierungswassermenge von 1'123 m³/d wurde im Jahr 2024 wie bereits im Vorjahr zu keinem Zeitpunkt überschritten.

Insgesamt wurden im vergangenen Betriebsjahr 2024 eine CSB Fracht von 53'270 kg CSB (2023: 56'065 kg CSB) und eine Ammoniumstickstoff Fracht von 1'885 kg NH₄-N (2023: 2'357 kg NH₄-N) auf der ARA Seelisberg behandelt, was einer Reduktion von 5.0% respektive 20.0% entspricht. Die Anzahl angeschlossener Einwohner betrug im Betriebsjahr 2024 686 E und ist damit gegenüber dem Vorjahr leicht gesunken (2023: 715 E, -4.1%). Auffällig war 2024 die aussergewöhnlich starke CSB- und TOC-Frachtbelastung am 17. Januar, wo sowohl hohe Rohabwasser Konzentrationen als auch ein erhöhter Abwasserzufluss aufgrund von Regenwetter gemessen wurden. Die hohe Frachtbelastung ist vermutlich auf Spülstossvorgänge in der Kanalisation zurückzuführen.

Weiterhin konnte 2024 wie bereits in den Vorjahren eine erhöhte Belastung der allgemeinen Schmutzfrachten im Zulauf zur ARA Seelisberg in den Sommermonaten festgestellt werden. Somit kann weiterhin von einem signifikanten Einfluss des Tourismus in der Region ausgegangen werden. Zusätzlich ist aufgrund der Einleitung von Prozessabwasser der Bergkäserei mit punktuellen Frachtstössen zu rechnen. Dieser Umstand hat in vorangegangenen Betriebsjahren vermutlich zu einer erhöhten Frachtbelastung an vereinzelten Tagen geführt.

Der BSB₅-Ablaufgrenzwert von 20 mg BSB₅/l konnte mit einem Mittelwert von 4.0 mg BSB₅/l und einer Jahreseliminationsleistung von 98% wie in den Vorjahren sehr gut eingehalten werden. Zu keinem Zeitpunkt kam es zu einer Abweichung in Bezug auf die gesetzlichen Anforderungen.

Seit dem 01.01.2016 gelten für die ARA Seelisberg Grenzwerte im Ablauf für die Gesamten Ungelösten Stoffe (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 2024 wurde der GUS Grenzwert sowie die Anforderungen an die Sichtigkeit wie bereits im Vorjahr in allen 16, beziehungsweise 17 Proben einwandfrei eingehalten.

Die NH₄-N und NO₂-N Konzentrationen im Ablauf der Anlage sind ebenfalls seit Ende 2019 durchgehend sehr tief, was auf eine ganzjährig stabile Nitrifikation hindeutet. Die ab dem 01.01.2020 eingeführten, geltenden Grenzwerte für die beiden Stickstoffparameter konnten mehrheitlich eingehalten werden. Der Richtwert für die NO₂-N Konzentration wurde in drei Proben überschritten, wobei diese Abweichungen innerhalb der zulässigen Anzahl an Überschreitungen liegt. Gegenüber dem vorangegangenen Betriebsjahr 2023 ist allerdings ein Rückgang bei der Nitrifikationsleistung zu verzeichnen, welcher auf eine tiefere Belebtschlammkonzentration und ein tieferes Schlammalter zurückgeführt werden kann. Es wird vorgeschlagen die Nitrifikationsleistung in den kommenden Betriebsjahren aufmerksam zu verfolgen, damit frühzeitig Gegenmassnahmen (Erhöhung Schlammalter) ergriffen werden können.

Die gemessenen P_{tot} Ablaufkonzentrationen lagen 2024 in jeder Probe unter dem geforderten Grenzwert von 0.80 mg P_{tot}/l. Die Jahresmittelkonzentration lag bei 0.47 mg P_{tot}/l.

Auslastung

Die CSB Auslastung lag bei 1'800 Einwohnerwerten (EW) und damit 12.5% über dem Auslegungswert von 1'600 EW (2023: 2'000 EW). Dies hatte jedoch wie ebereits in den Vorjahren keine nennenswerten Auswirkungen auf die Ablaufkonzentrationen und deren Gesetzeskonformität. Die Entwicklung der organischen Belastung im Zulauf zur Anlage sollte in kommenden Betriebsjahren weiterhin aufmerksam verfolgt werden, so dass bei Bedarf frühzeitig eine allfällige Massnahmenplanung veranlasst werden kann.

Die $\text{NH}_4\text{-N}$ Auslastung betrug im vergangenen Betriebsjahr 1'000 EW und liegt damit bei 63% der zugrunde gelegten Behandlungskapazität (2023: 1'300 EW, 81% Auslastung).

3.3 Schlammbehandlung

Schlammengen

Im Betriebsjahr 2024 fielen auf der ARA Seelisberg insgesamt 1'539 m³ aerob stabilisierter Überschussschlamm mit 0.88 %TS (2023: 1'808 m³, 0.87 %TS) an, welcher in dafür vorgesehenen Schlammstapelbehälter zwischengespeichert wurden. Gegenüber dem Vorjahr entspricht dies einer Abnahme um 14.9%.

Über eine mobile Schlamm entwässerungsanlage (Lohnentwässerung) wurden 2024 657 m³ gestapelter Schlamm entwässert und in Luzern (REAL) entsorgt. Die entsorgte Schlammmenge lag im vergangenen Betriebsjahr bei 68 m³, was bei einem mittleren Entwässerungsergebnis von 20.4 %TS einer Feststoff-Fracht von 13.9 t TS entspricht (2023: 73 m³, 19.7 %TS, 14.5 t TS). Der ARA Seelisberg wurde die Entsorgung von 72 t entwässertem Klärschlamm (EKS) in Rechnung gestellt (2023: 78 t EKS).

3.4 Energiehaushalt

Der erfasste Stromverbrauch der ARA Seelisberg lag 2024 bei insgesamt 70'456 kWh, was im Vergleich zum Vorjahr einer Abnahme um 9.5% entspricht. Dies ist sowohl auf die tiefere Abwassermenge als auch auf einen leichten Rückgang der allgemeinen Schmutzfrachten im Zulauf zur Anlage zurückzuführen.

Der spezifische Energiebedarf pro Einwohnerwert lag bei 39.1 kWh/EW und im Vergleich zum Vorjahr in einem ähnlichen Bereich (2023: 38.9 kWh/EW). Im Vergleich zu Literaturwerten und unter Berücksichtigung der Anlagengrösse liegt der spezifische Verbrauch pro EW deutlich unter dem üblichen Bereich von 55 kWh/EW für Anlagen der Grössenklasse zwischen 1'000 und 5'000 EW. Der spezifische Energiebedarf bezogen auf das Abwasservolumen liegt mit 0.81 kWh/m³ gegenüber dem Vorjahr auf einem leicht tieferen Niveau (2023: 0.86 kWh/m³).

4 TRENDÜBERSICHT

In nachfolgenden Tabellen ist ein Vergleich des aktuellen Betriebsjahres mit den drei vorangehenden 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.

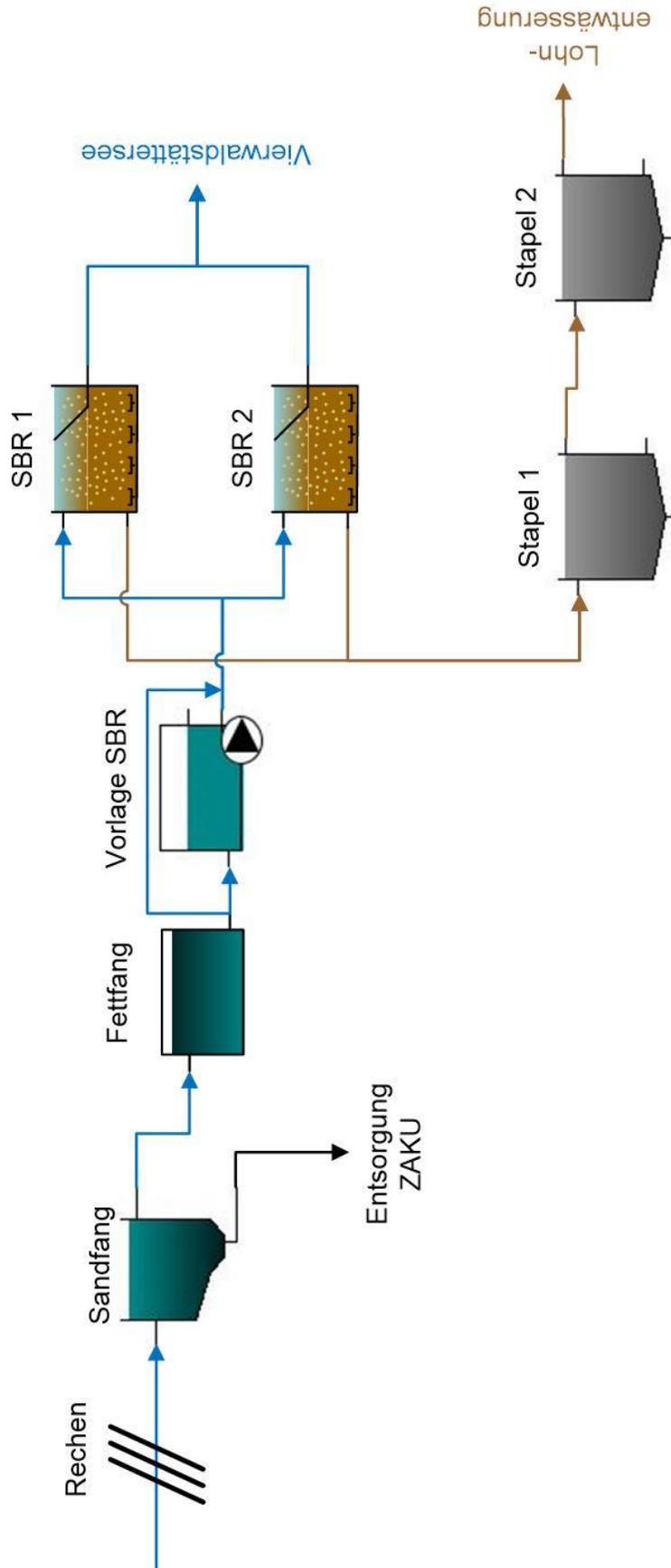
Legende

↑	Zunahme	↘	Leichte Abnahme
↗	Leichte Zunahme	↓	Abnahme
→	Gleichbleibend		

Parameter	Einheit	2021	2022	2023	2024	Trendvergleich mit Vorjahren
Abwassermengen u. physikalische Parameter						
Abwassermenge	[m ³]	83'080	82'110	90'399	86'546	→
Spezifischer Trockenwetteranfall	[l/(E·d)]	236	221	214	227	→
Spezifischer Trinkwasserverbrauch	[l/(E·d)]	223	190	193	189	↓
Schmutzstofffrachten						
<i>Rohabwasser - Frachten</i>						
NH ₄ -N-Fracht	[kg N/a]	1'182	1'938	2'357	1'885	→
CSB-Fracht	[kg CSB/a]	41'158	55'039	56'065	53'270	→
Einwohnerwerte und Auslastung						
Angeschlossene Einwohner	[E]	626	671	715	686	→
Einwohnerwerte (CSB)	[EW]	1'300	1'800	2'000	1'800	→
Auslastung (EW CSB)	[%]	81%	113%	125%	113%	→
Biologische Stufe						
Feststoffgehalt	[g/l]	3.4	3.7	3.6	2.8	↓
Schlammvolumenindex	[ml/g TS]	80	94	77	85	→
Schlammalter	[d]	47.0	49.1	60.2	44.0	↓

Parameter	Einheit	2021	2022	2023	2024	Trendvergleich mit Vorjahren
Klärschlammentsorgung						
Schlammmenge	[m ³ /a]	64	78	73	68	→
TS-Fracht	[t TS/a]	13.2	15.1	14.5	13.9	→
Energiehaushalt						
Stromverbrauch	[kWh]	76'873	82'110	77'864	70'456	↓
spezif. Energiebedarf	[kWh/(EW·a)]	59	46	38.9	39.1	↔
spezif. Energiebedarf	[kWh/m ³]	0.93	1.00	0.86	0.81	↓
Betriebsmittelverbrauch						
Fällmittel	[kg]	8'635	7'787	8'632	9'561	↑
Entsorgung Reststoffe						
Rechen- & Sandfanggut	[kg]	1'605	1'429	1'232	950	↓

5 VEREINFACHTES FLIESSSCHEMA DER ARA SEELISBERG



6 ABLAUFWERTE UND GESETZESKONFORMITÄT

Die hier angewandten Grenzwerte und Reinigungsleistungen beziehen sich auf die seit dem 01.01.2020 geltenden gesetzlichen Anforderungen.

Die Betriebsdaten des Jahres 2024 zeigen, dass die Grenzwerte weitestgehend zuverlässig eingehalten werden konnten.

Mit einer sehr guten, mittleren BSB₅ Ablaufkonzentration von 4.0 mg BSB₅/l wurde der Grenzwert bezüglich der Ablaufkonzentration in sämtlichen Proben eingehalten. Die BSB₅-Eliminationsleistung auf der ARA Seelisberg ist mit 98% als weiterhin sehr gut zu bewerten. Die mittlere CSB_{tot} Konzentration im Ablauf liegt bei 33 mg CSB_{tot}/l, was einer Jahreseliminationsleistung von 95% entspricht. Damit liegt die Reinigungsleistung bezüglich CSB_{tot} genau auf Vorjahresniveau (2023: 95%).

Die gesetzlichen Anforderungen bezüglich GUS und Sichtigkeit wurden im Betriebsjahr 2024 wie auch schon im Vorjahr in allen Proben ausnahmslos eingehalten.

Seit der Inbetriebnahme der neuen SBR-Anlage im Mai 2019 konnten durchgängig stabile und sehr tiefe Ammoniumkonzentrationen im ARA Ablauf gemessen werden. Die NH₄-N Ablaufwerte des Betriebsjahres 2024 zeigen erneut, dass die neue biologische Verfahrensstufe ganzjährig und zuverlässig nitrifizieren kann. Dies ist sogar der Fall bei Abwassertemperaturen unter 10°C. Im Jahresmittel betrug die Ablaufkonzentration 0.60 mg NH₄-N/l, was einer Jahreselimination von 97% entspricht. Somit wird deutlich, dass der seit 01.01.2020 gültige Grenzwert von 2.0 mg NH₄-N/l ohne Schwierigkeiten eingehalten werden kann. Allerdings ist die Nitrifikationsleistung gegenüber dem vorangegangenen Betriebsjahr 2023 zurückgegangen, wo damals noch eine mittlere Ablaufkonzentration von 0.25 mg NH₄-N/l und eine Jahreseliminationsleistung von 99% gemessen wurde. Diese Tatsache kann auf eine tiefere TS-Konzentration in den beiden SBR-Becken und damit ein tieferes Schlammalter zurückgeführt werden. Es wird vorgeschlagen die Nitrifikationsleistung in den kommenden Betriebsjahren aufmerksam zu verfolgen, damit frühzeitig Gegenmassnahmen (Erhöhung Schlammalter) ergriffen werden können.

Mit einem Jahresmittelwert von 0.16 mg NO₂-N/l konnte der seit dem 01.01.2020 gültige Ablaufgrenzwert von 0.30 mg NO₂-N/l bei drei von 19 Proben nicht eingehalten werden, was allerdings innerhalb der drei zulässigen Überschreitungen liegt. Die Überschreitungen des Nitrit-Grenzwerts traten im März auf. Grund dafür liegt in der schnelleren Vermehrung der Bakterien, die NH₄ zu NO₂ oxidieren, als jener Nitrifikanten, die NO₂ zu NO₃ oxidieren. Dieses Phänomen ist auf Kläranlagen bestens bekannt und ist auf einen saisonalen Wechsel in der Nitrifikantenpopulation zurückzuführen, welcher typischerweise im Frühling auftritt.

Die P_{tot}-Ablaufkonzentrationen des Betriebsjahres 2024 betrugen im Mittel 0.47 mg P_{tot}/l. Der Grenzwert wurde in 24 Probenahmen kein einziges Mal überschritten. Die Jahreseliminationsleistung liegt mit 94% in etwa auf Vorjahresniveau (2023: 95%).

6.1 Übersicht Gesetzeskonformität

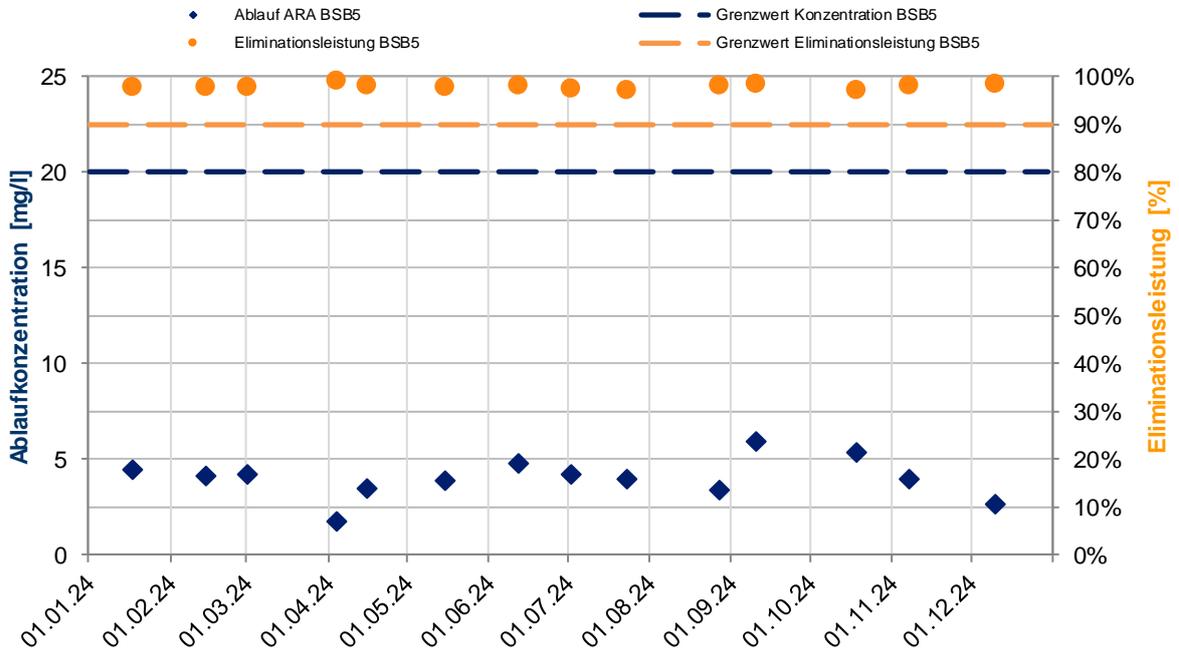
Nachfolgende Tabelle zeigt die wichtigsten Informationen bezüglich der Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen. *EL* steht dabei für Eliminationsleistung und *GW* für Grenzwert. Die Bedeutung der Farbcodierung ist wie folgt:

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

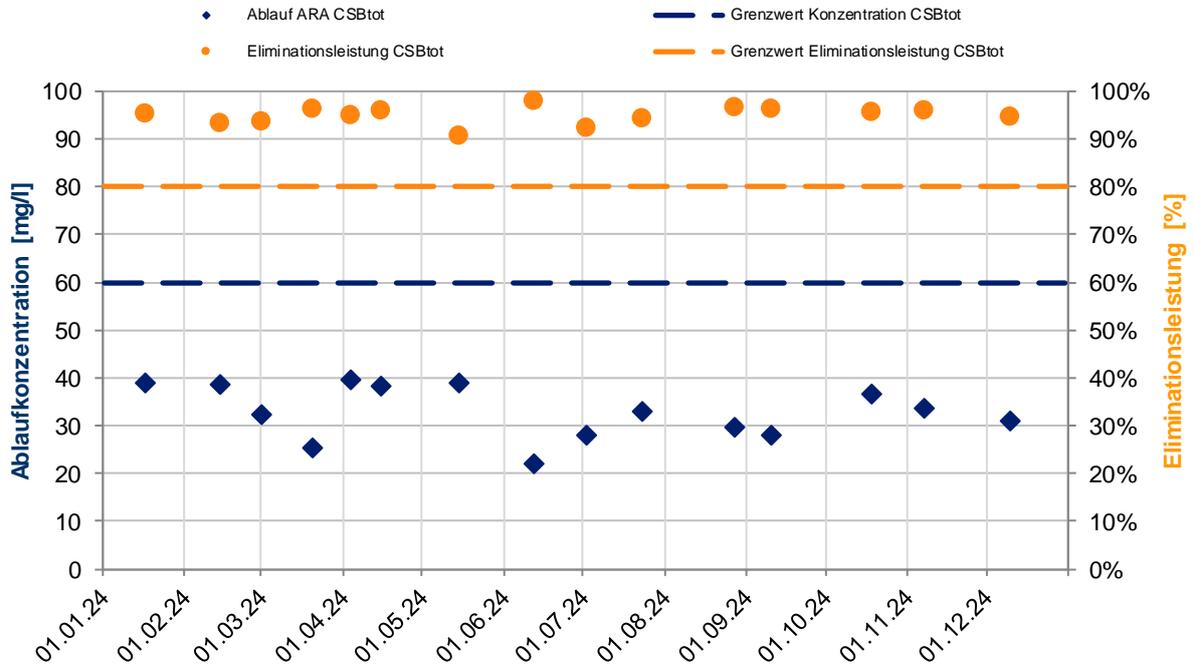
Parameter	Einheit	Grenzwert	Mittelwert	90%-Wert	Geforderte Eliminationsleistung	Jahres-eliminationsleistung	Anzahl Proben	Überschreitungen			Beurteilung
								zulässig	bezogen auf GW	bezogen auf EL	
GUS	[mg/l]	20	6.6	5	-	-	16	2	0	-	
BSB ₅	[mg/l]	20	4.0	5	90%	98%	14	2	0	0	
CSB _{gel}	[mg/l]	-	23	23	-	-	1	0	-	-	
CSB _{tot}	[mg/l]	60	33	39	80%	95%	15	2	0	0	
DOC	[mg/l]	-	9.1	11.8	-	95%	15	2	-	-	
Sichtigkeit	[cm]	30	52	65	-	-	17	3	0	-	
NH ₄ -N >10°C	[mg/l]	2.0	0.66	1.7	80%	97%	14	2	0	0	
NH ₄ -N	[mg/l]	-	0.60	1.7	-	97%	20	3	-	-	
NO ₂ -N	[mg/l]	0.3	0.16	0.36	-	-	19	3	3	-	
P _{tot}	[mg/l]	0.80	0.47	0.74	80%	94%	24	3	0	0	

6.2 Ablaufkonzentrationen und Reinigungsleistung

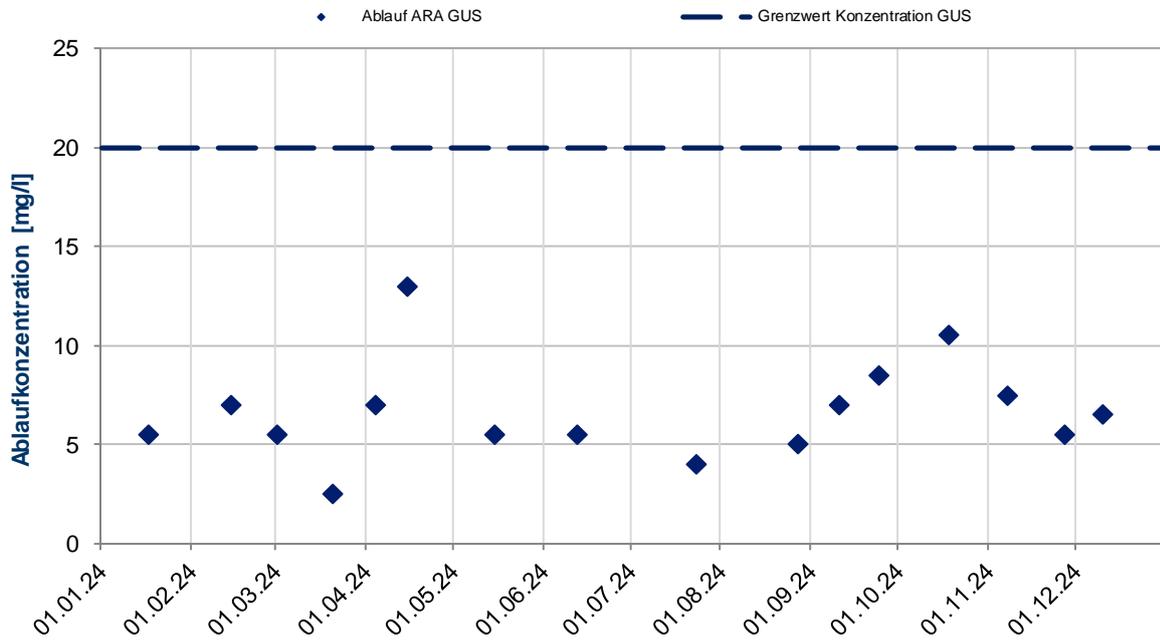
6.2.1 Biochemischer Sauerstoffbedarf – BSB₅



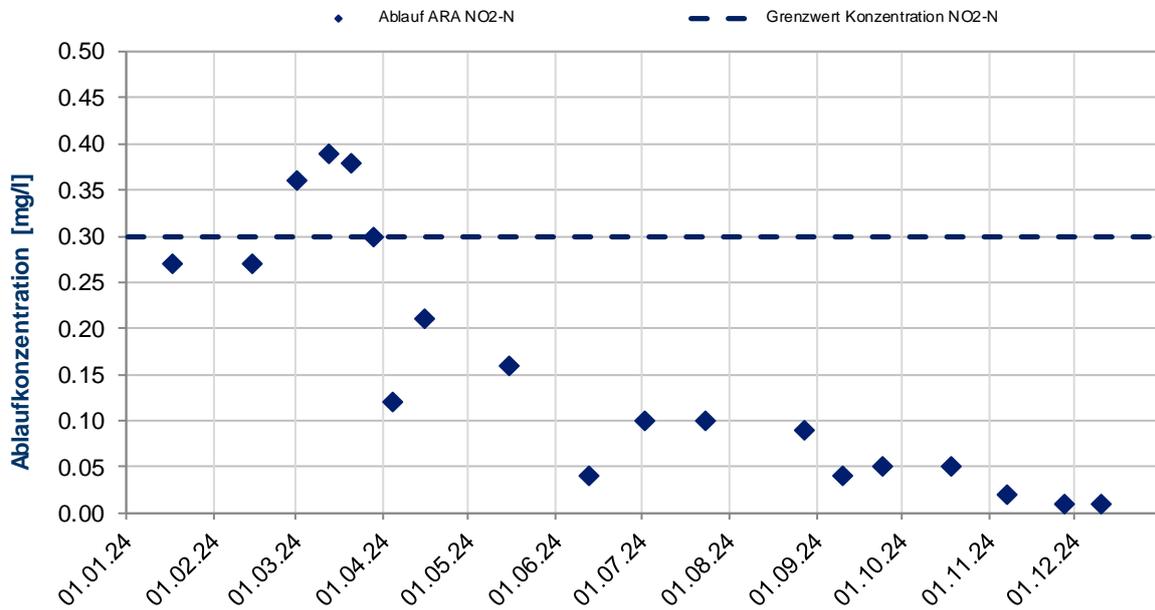
6.2.2 Chemischer Sauerstoffbedarf – CSB



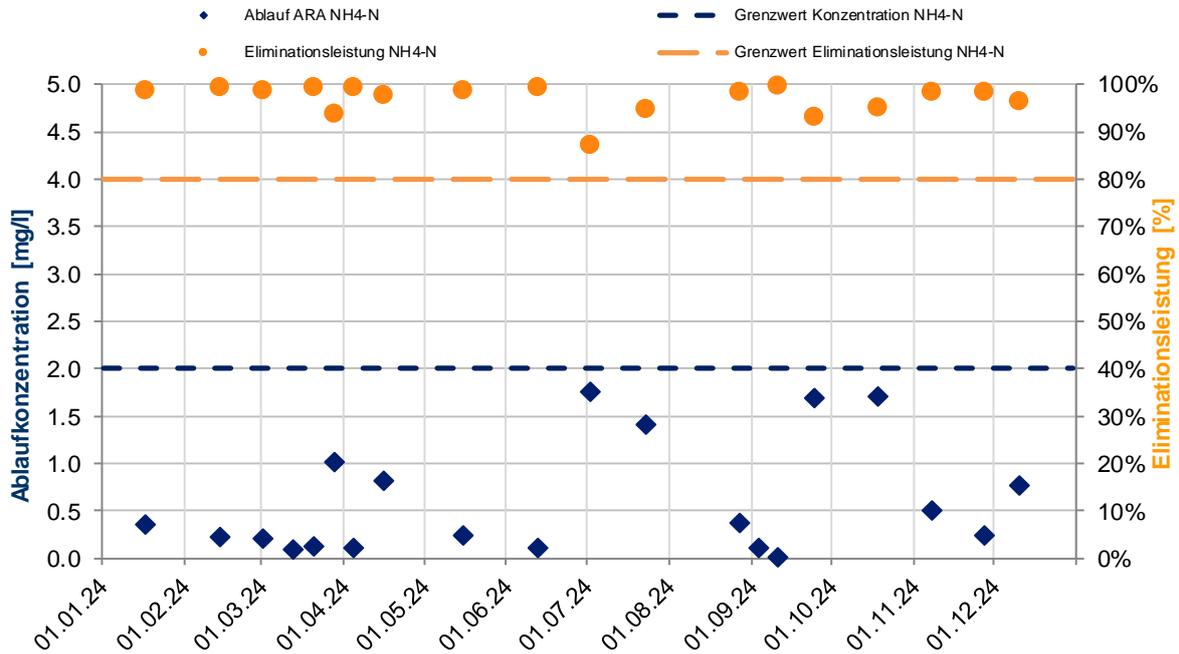
6.2.3 Gesamt ungelöste Stoffe – GUS



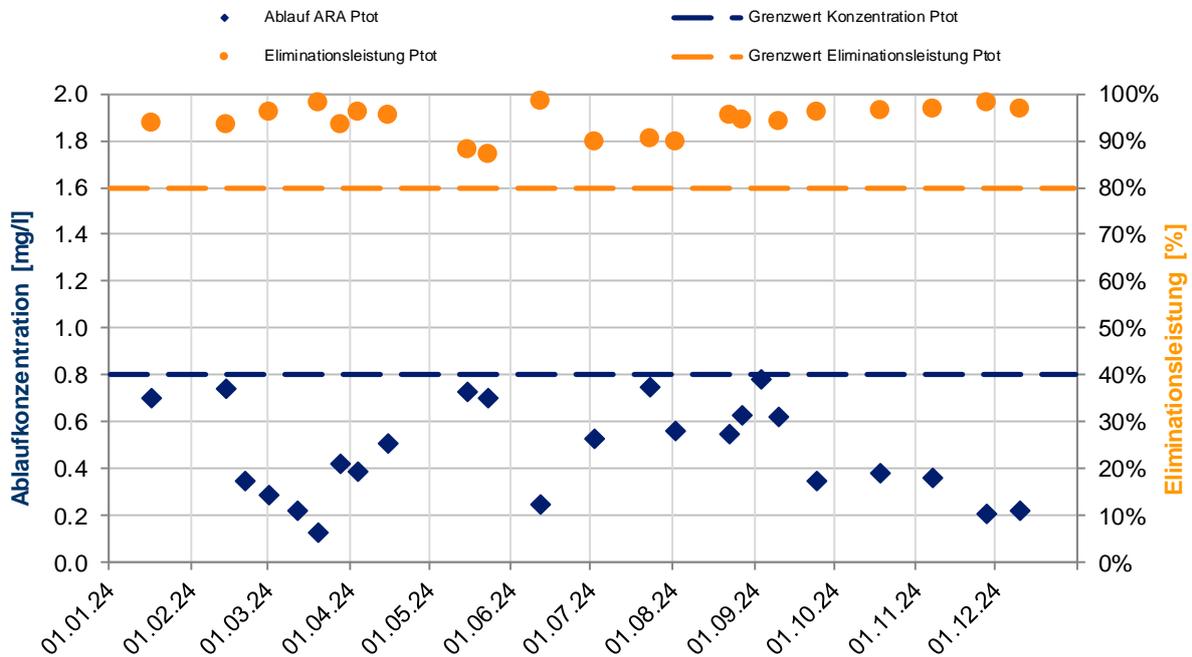
6.2.4 Nitritstickstoff – NO₂-N



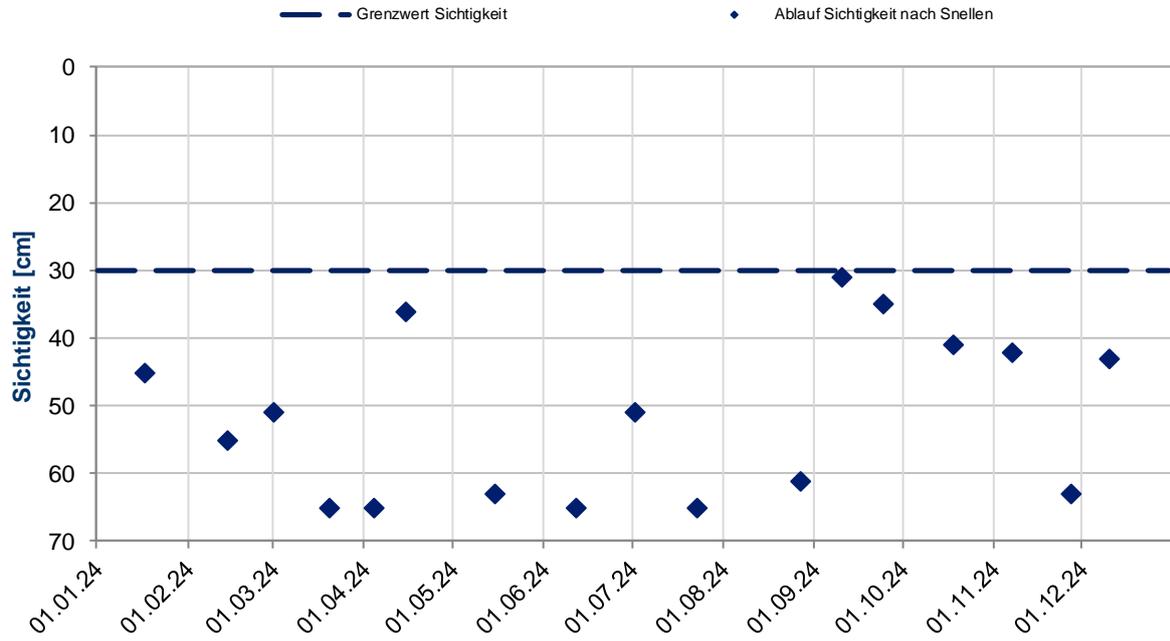
6.2.5 Ammoniumstickstoff – NH₄-N



6.2.6 Totaler Phosphor P_{tot}



6.2.7 Sichtigkeit



7 ABWASSERMENGEN UND PHYSIKALISCHE PARAMETER

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

Im Jahr 2024 wurden mit 86'546 m³ leicht weniger Abwasser als im Vorjahr gereinigt und dem Vierwaldstättersee zugeführt (2023: 90'399 m³, -4.3 %). Der maximale, tägliche Mischwasserzufluss von 1'107 m³/d trat am 31.05.2024 auf, während der Juni mit 9'232 m³ der abwasserreichste Monat war. Die festgelegte, tägliche Dimensionierungswassermenge wurde zu keinem Zeitpunkt überschritten.

Der mittlere Trockenwetterzufluss nach VSA wurde aus dem Mittelwert der 50%- und 20%-Quantilwerte der Tagesabwassermengen bestimmt und lag 2024 bei 156 m³/d (2023: 153 m³/d, +1.8%). Der spezifische Trockenwetteranfall pro angeschlossenen Einwohner lag 2024 bei 227 l/(E·d) (2023: 214 l/(E·d)) und der theoretisch abgeschätzte Fremdwasseranteil betrug 17% (2023: 10%). Dabei wird angenommen, dass der Trinkwasserverbrauch der angeschlossenen Einwohner dem Schmutzwasseranfall entspricht, so dass sich der Fremdwasseranteil aus der Differenz von Trockenwetterzufluss und Trinkwasserverbrauch ergibt. Im Vergleich zu in der Schweiz üblichen Werten (ca. 20-30%) liegt der rechnerische Fremdwasseranfall im Zulauf zur ARA Seelisberg seit Jahren auf einem guten, tiefen Niveau. Die Zunahme des rechnerischen Fremdwasseranfalls gegenüber 2023 ist auf den Anstieg des spezifischen Trockenwetteranfalls bei einer gleichzeitigen Abnahme des spezifischen Trinkwasserverbrauchs pro angeschlossenen Einwohner (2024: 189 l/(E·d); 2023: 193 l/(E·d)) zurückzuführen.

Die mittlere Abwassertemperatur liegt mit 13.3°C in etwa auf Vorjahresniveau (2023: 13.4°C). Die Temperaturschwankungen, gemessen an den minimalen und maximalen Werten sind mit 7.2 und 20.6°C geringfügig kleiner geworden (6.9 und 20.4°C). Der Jahresmittelwert des pH liegt mit 7.6 in etwa auf Vorjahresniveau (2023: 7.5).

7.1 Abwassermengen und physikalische Parameter

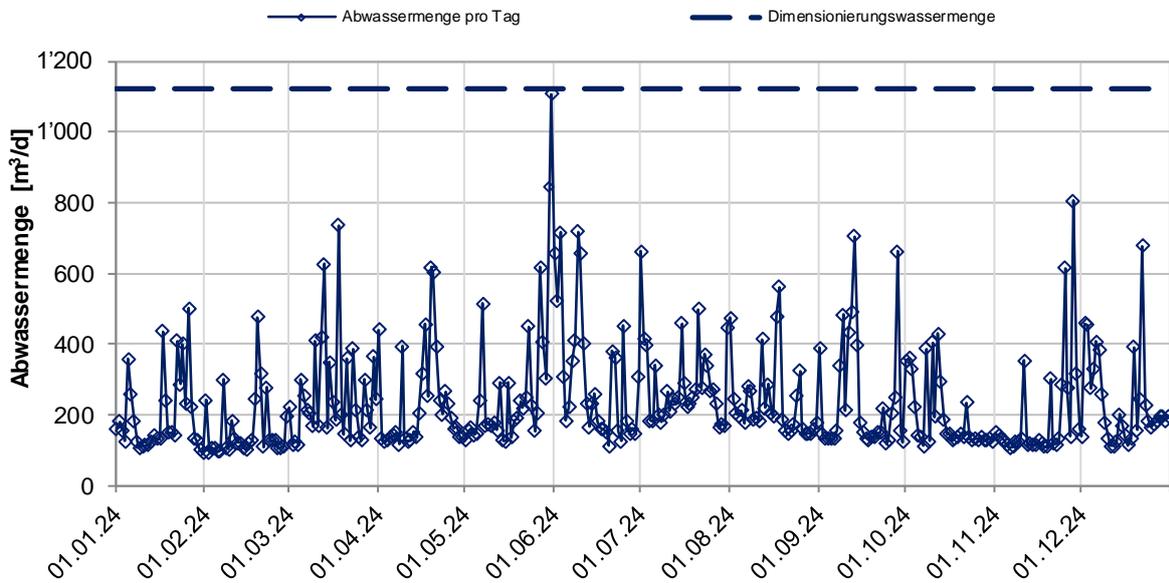
7.1.1 Übersicht Abwassermengen und physikalische Parameter

Monat	Abwassermenge			Abwassertemperatur			pH		
	Q _{mittel} [m ³ /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	199	0	17	8.1	7	10	7.5	7	7.7
Februar	159	0	17	8.9	8.0	9.6	7.5	7.1	7.8
März	259	0	17	9.6	8.4	10.9	7.4	7.0	7.9
April	234	0	17	11.0	9.6	12.3	7.4	7.1	7.9
Mai	281	0	18	13.4	11.8	14.7	7.5	7.2	8.0
Juni	308	0	17	15.5	12.2	17.7	7.5	7.2	7.7
Juli	287	0	17	18.5	16.7	20.3	7.4	7.1	7.7
August	236	0	18	20.1	19.7	20.6	7.6	7.3	7.9
September	244	0	17	17.7	15.0	20.2	7.7	7.3	7.9
Oktober	196	0	18	15.1	14.5	15.8	7.8	7.4	8.4
November	195	0	33	12.1	9.3	14.6	8.2	7.8	8.7
Dezember	236	0	17	9.0	7.7	10.0	8.2	7.9	8.5
2024	236	0	33	13.3	7.2	20.6	7.6	7.0	8.7

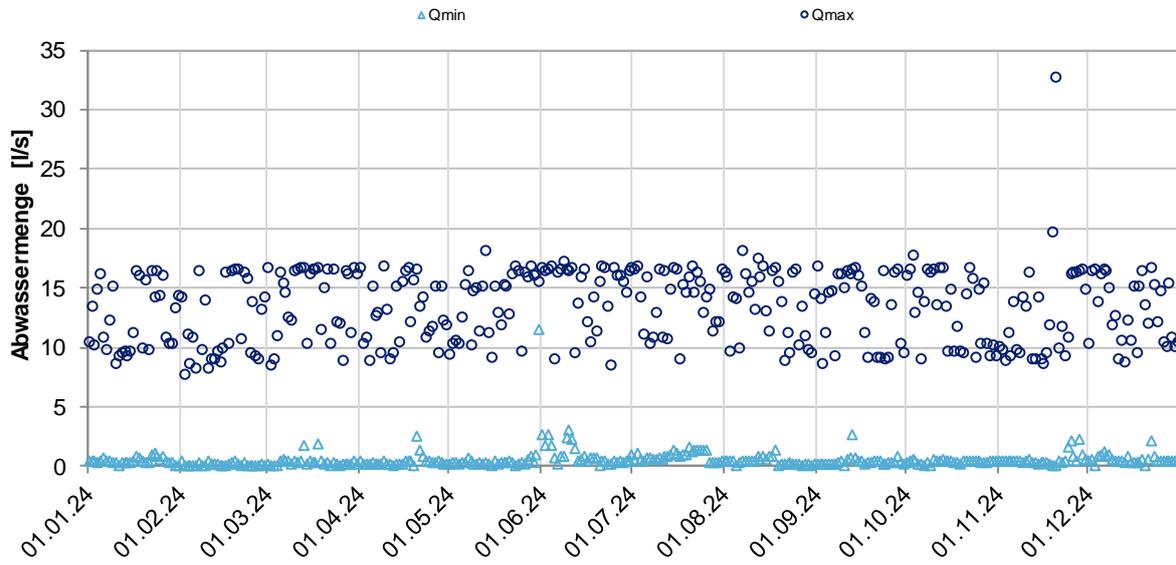
7.1.2 Trinkwasserverbrauch und Abwasseranfall

Wasseranfall und -verbrauch	Einheit	Wert
Gesamter Mischwasseranfall	m ³ /a	86'546
Mischwasseranfall pro Tag	m ³ /d	237
Mittlerer Trockenwetteranfall (empirisch)	m ³ /d	156
Spezifischer Trockenwetteranfall	l/(E·d)	227
Spezifischer Trinkwasserverbrauch	l/(E·d)	189
Abgeschätzter Fremdwasseranteil	%	17%

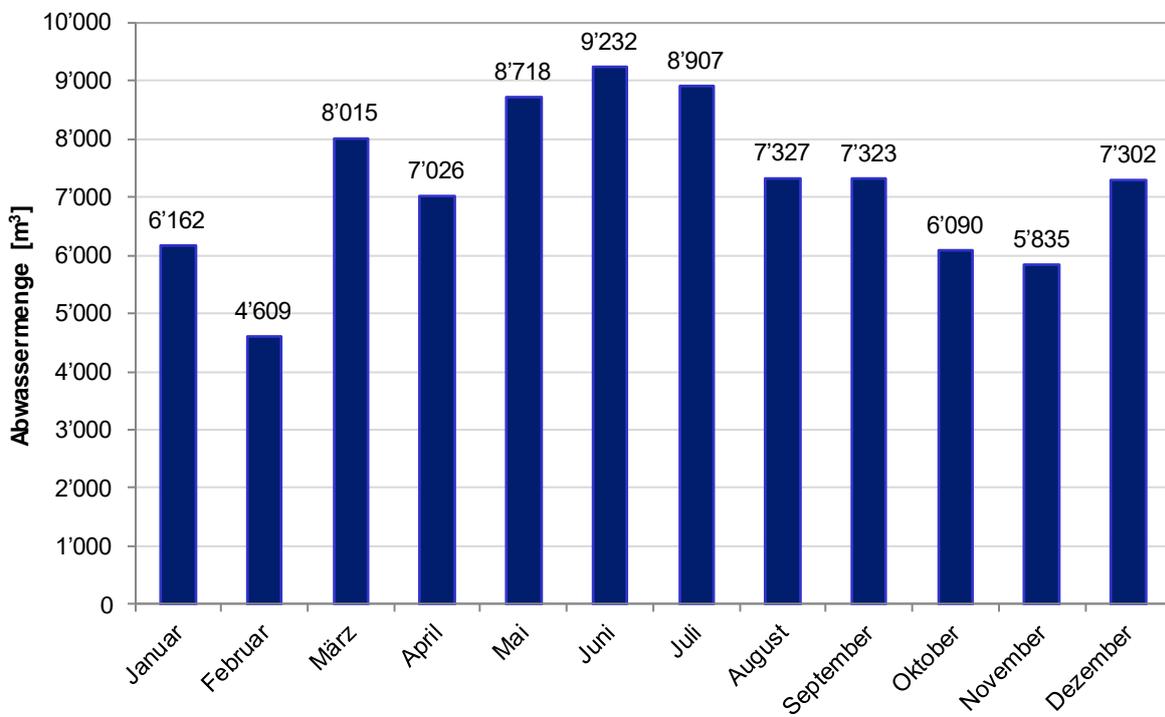
7.1.3 Tägliche Abwassermengen



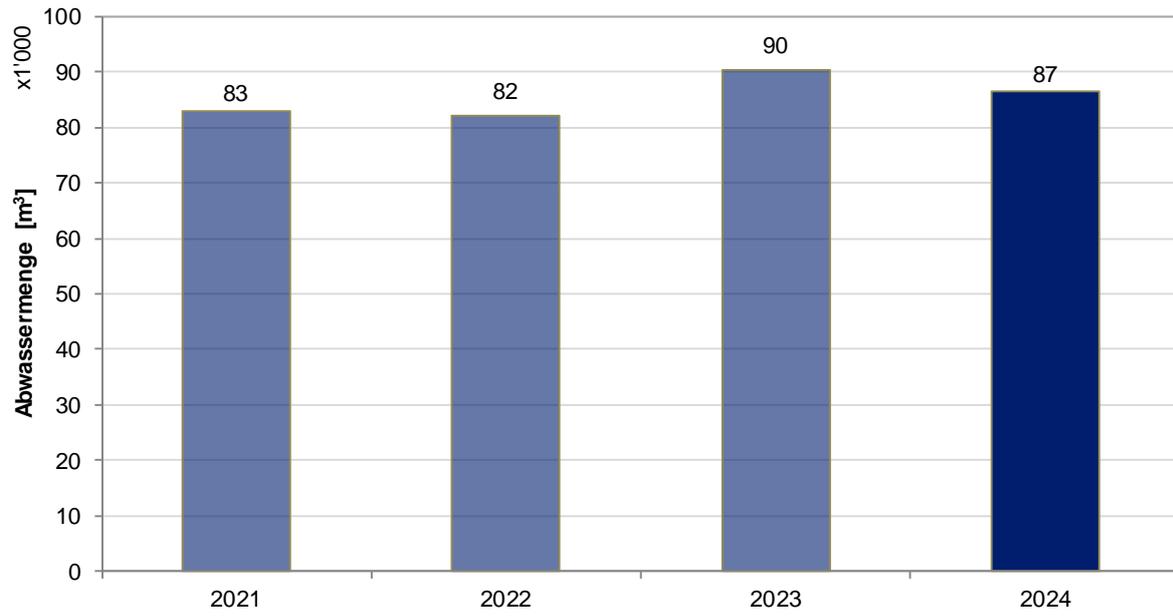
7.1.4 Minimale tägliche Abwassermengen



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 2024 mehrheitlich typisch kommunalen Abwasser. Das vergleichsweise hohe $CSB_{tot} : BSB_5$ 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 ist 2024 mit 53'270 kg CSB gegenüber dem vorangegangenen Betriebsjahr leicht gesunken (2023: 56'065 kg, -5.3%). Die Fracht im Ablauf der ARA ist mit 2'496 kg CSB höher als im Vorjahr (2023: 3'015 kg CSB, -17.2%). Die im Vorjahr registrierten, starken Schwankungen der CSB_{tot} -Zulauffracht mit ausgeprägten, stossartigen Frachtbelastungen wurden auch im Betriebsjahr 2024 wieder beobachtet (siehe auch Abschnitt 3.2). Dies ist auch anhand der grossen Spreizung zwischen 85- und 90% Quantil zu erkennen.

Im Vergleich zu Vorjahr lag die NH_4-N Fracht im Zulauf mit 1'885 kg NH_4-N deutlich um 20% tiefer. Die Fracht im Ablauf liegt mit allerdings mit 49 kg NH_4-N deutlich höher als in den Vorjahren (2023: 21 kg NH_4-N ; 2022: 16 kg NH_4-N ; 2021: 17 kg NH_4-N). Dies lässt sich auf eine tiefere TS-Konzentration in den beiden SBR-Becken und damit ein tieferes Schlammalter zurückzuführen.

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			
3.5		1		2.0		1			
CSB_{tot}	:	NH_4-N	:	P_{tot}	CSB_{tot}	:	NH_4-N :	P_{tot}	
73.4		2.9		1	60.0		3.5		1
P_{tot}	:	CSB_{tot}		P_{tot}	:	CSB_{tot}			
0.014		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	N _{tot}	P _{tot}	PO ₄ -P	GUS
Rohabwasser	Anz. Proben	[#]	14	15	0	15	18	0	0	0	21	0	0
	Mittelwert	[mg/l]	208.4	714.1		177.7	27.3				9.5		
	50%-Wert	[mg/l]	196.0	799.0		161.0	25.6				10.4		
	90%-Wert	[mg/l]	236.1	902.2		297.4	37.9				12.1		
Ablauf ARA	Anz. Proben	[#]	14	15	1	15	20	19	19	0	24	23	16
	Mittelwert	[mg/l]	4.0	33.0	23.4	9.1	0.6	0.2	9.2		0.5	0.2	6.6
	50%-Wert	[mg/l]	4.1	33.0	23.4	9.2	0.3	0.1	7.1		0.5	0.2	6.0
	90%-Wert	[mg/l]	5.2	39.1	23.4	11.8	1.7	0.4	21.3		0.7	0.5	9.5

*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	N _{tot}	P _{tot}	PO ₄ -P	GUS
Rohabwasser	Anz. Proben	[#]	14	15	0	15	18	0	0	0	21	0	0
	Mittelwert	[kg/d]	43.9	145.5		35.1	5.1				1.9		
	50%-Wert	[kg/d]	32.9	115.6		32.0	4.3				1.6		
	90%-Wert	[kg/d]	79.7	232.7		63.3	9.0				3.0		
	Summe	[kg]	16050	53270		12834	1885				705		
	EW*	[EW]	1'200	1'800			1'000				1'400		
Ablauf ARA	Anz. Proben	[#]	14	15	1	15	20	19	19	0	24	23	16
	Mittelwert	[kg/d]	0.9	6.8	5.0	1.9	0.1	0.0	1.9		0.1	0.1	1.2
	50%-Wert	[kg/d]	0.7	5.1	5.0	1.4	0.1	0.0	1.2		0.1	0.0	1.0
	90%-Wert	[kg/d]	1.7	12.0	5.0	3.4	0.3	0.1	2.8		0.3	0.2	1.9
	Summe	[kg]	324	2496	1824	703	49	14	686		39	22	432

* Die Einwohnerwerte werden über den 85%-Wert berechnet

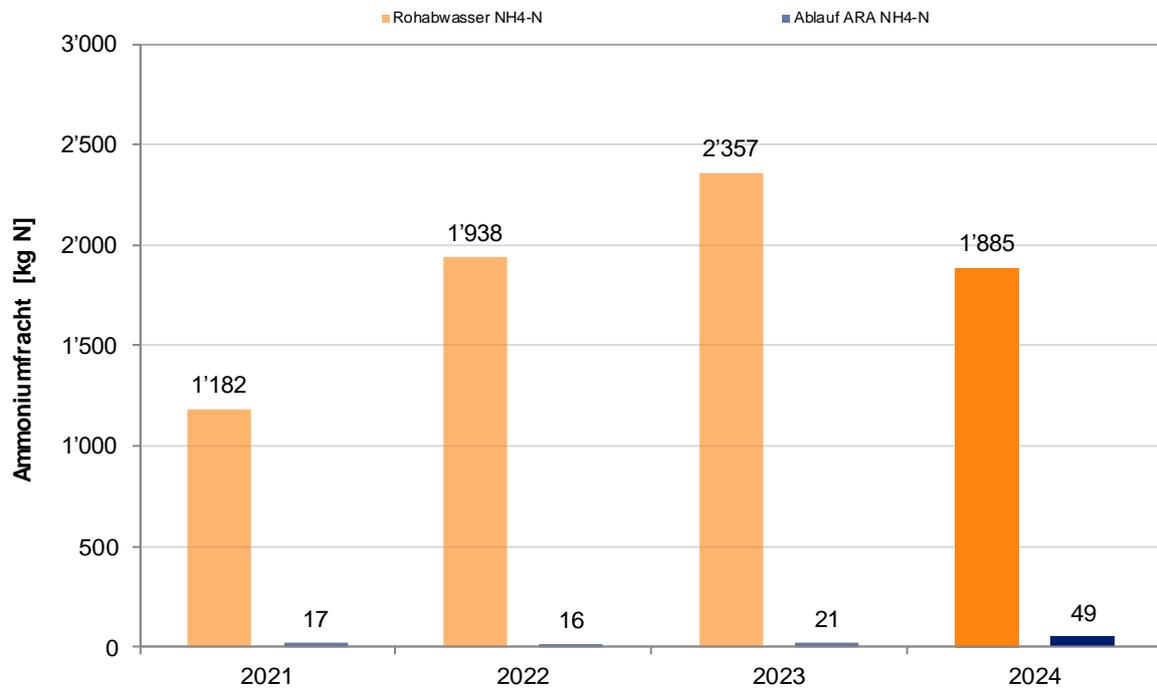
** Im Rohabwasser wird der TOC und im Ablauf der DOC gemessen

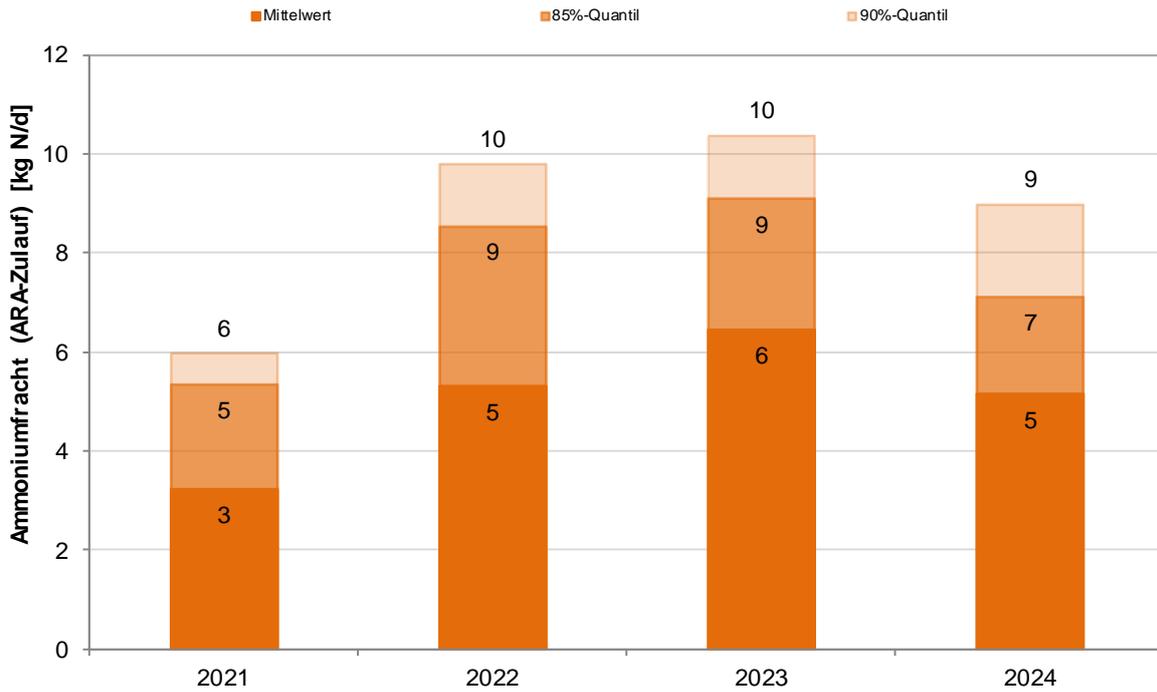
8.3 Mehrjahresvergleich

8.3.1 Übersicht Frachtsummen

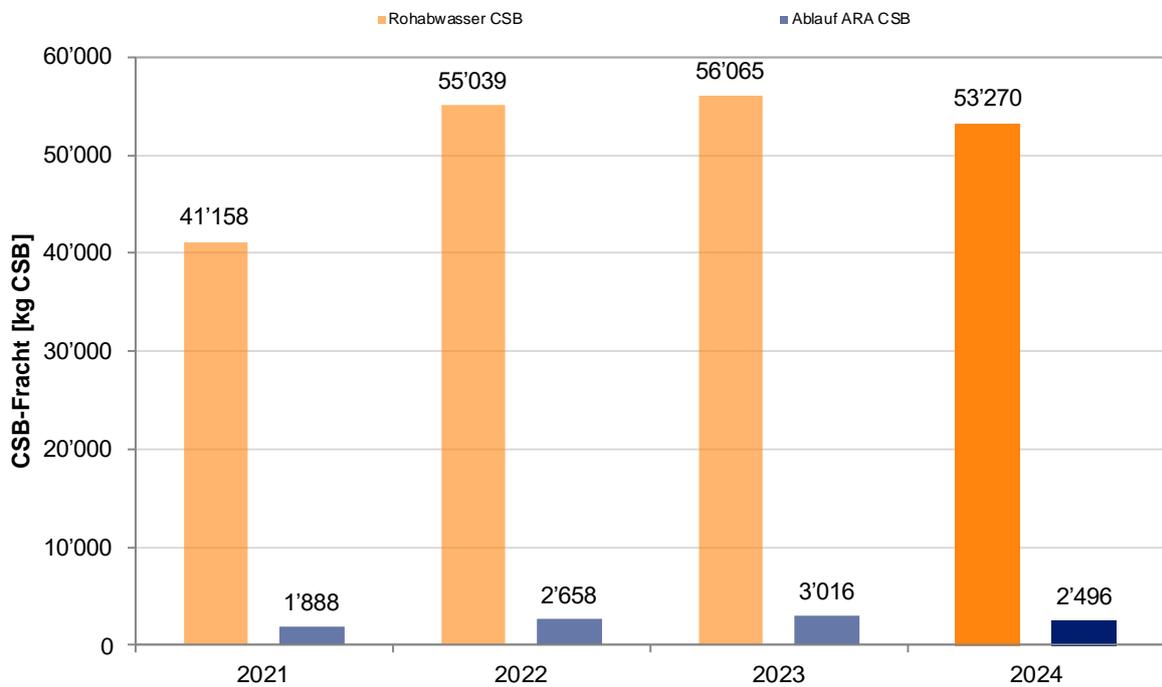
Parameter	Einheit	2021	2022	2023	2024
NH ₄ -N Rohabwasser	[kg]	1'182	1'938	2'357	1'885
NH ₄ -N Ablauf ARA	[kg]	17	16	21	49
CSB Rohabwasser	[kg]	41'158	55'039	56'065	53'270
CSB Ablauf ARA	[kg]	1'888	2'658	3'016	2'496

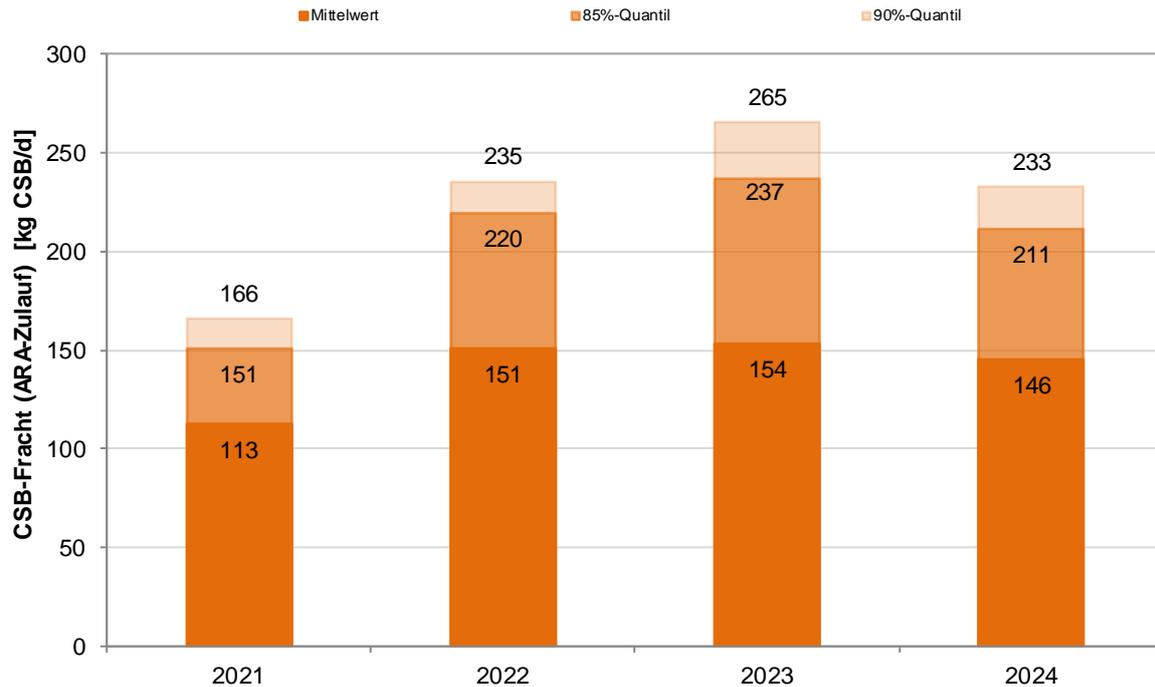
8.3.2 Ammoniumfrachten





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 vergleicht diese mit der 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.

Nachdem im Vorjahr die Bemessungsfrachten von CSB_{tot} und P_{tot} überschritten wurden, wurde im Jahr 2024 nur noch jene von CSB_{tot} überschritten (CSB -Auslastung: 113%, 2023: 125%). Dies hatte jedoch keine negativen Auswirkungen auf die Gesetzeskonformität betreffend Eliminationsleistung und Ablaufkonzentrationen der Anlage.

Die Einwohnerwerte wurden über die 85%-Mischwasserfrachten im Rohabwasser und gängigen Literaturwerten berechnet (CSB_{tot} : 120 g/(EW·d); BSB_5 : 60 g/(EW·d); NH_4-N : 7 g/(EW·d); P_{tot} : 1.8 g/(EW·d)).

Parameter	Einheit	2021	2022	2023	2024
Auslegung:	[EW]	1'600	1'600	1'600	1'600
Einwohneranzahl:	[E]	626	671	715	686
CSB Einwohnerwerte	[EW]	1'300	1'800	2'000	1'800
CSB-Auslastung	[%]	81%	113%	125%	113%
BSB5 Einwohnerwerte	[EW]	800	900	1'200	1'200
BSB5-Auslastung	[%]	50%	56%	75%	75%
NH4-N Einwohnerwerte	[EW]	800	1'200	1'300	1'000
NH4-N-Auslastung	[%]	50%	75%	81%	63%
Ptot Einwohnerwerte	[EW]	1'200	1'900	1'800	1'400
Ptot-Auslastung	[%]	75%	119%	113%	88%

9 BIOLOGISCHE STUFE

Der mittlere Feststoffgehalt in der biologischen Reinigungsstufe (SBR-Anlage) TS_{BB} der ARA Seelisberg lag 2024 mit 2.8 g TS/l deutlich unter dem Niveau der vorangegangenen Betriebsjahre (2023: 3.6 g TS/l, 2022: 3.7 g TS/l, 2021: 3.4 g TS/l).

Das Schlammalter betrug im Jahresmittel 44 Tage und lag damit unter dem Vorjahresniveau. Dieses Schlammalter entspricht grundsätzlich weiterhin einer aeroben Schlammstabilisation und erlaubte auch im Betriebsjahr 2024 erneut eine ganzjährige stabile Nitrifikation. Allerdings liegt die Nitrifikationsleistung der Anlage im Vergleich zu den vorangegangenen Betriebsjahren tiefer, was auf die tiefere Belebtschlammkonzentration und das tiefere Schlammalter zurückgeführt werden kann. Dieser Umstand kann durch eine tiefe CSB-Belastung in den Wintermonaten ohne entsprechende Anpassung des ÜSS-Abzugs erklärt werden.

Sollte sich in den kommenden Betriebsjahren die Nitrifikationsleistung weiter verschlechtern, so dass die Gesetzeskonformität der Anlage gefährdet wird, sind geeignete Gegenmassnahmen wie eine Erhöhung des Schlammalters in Erwägung zu ziehen.

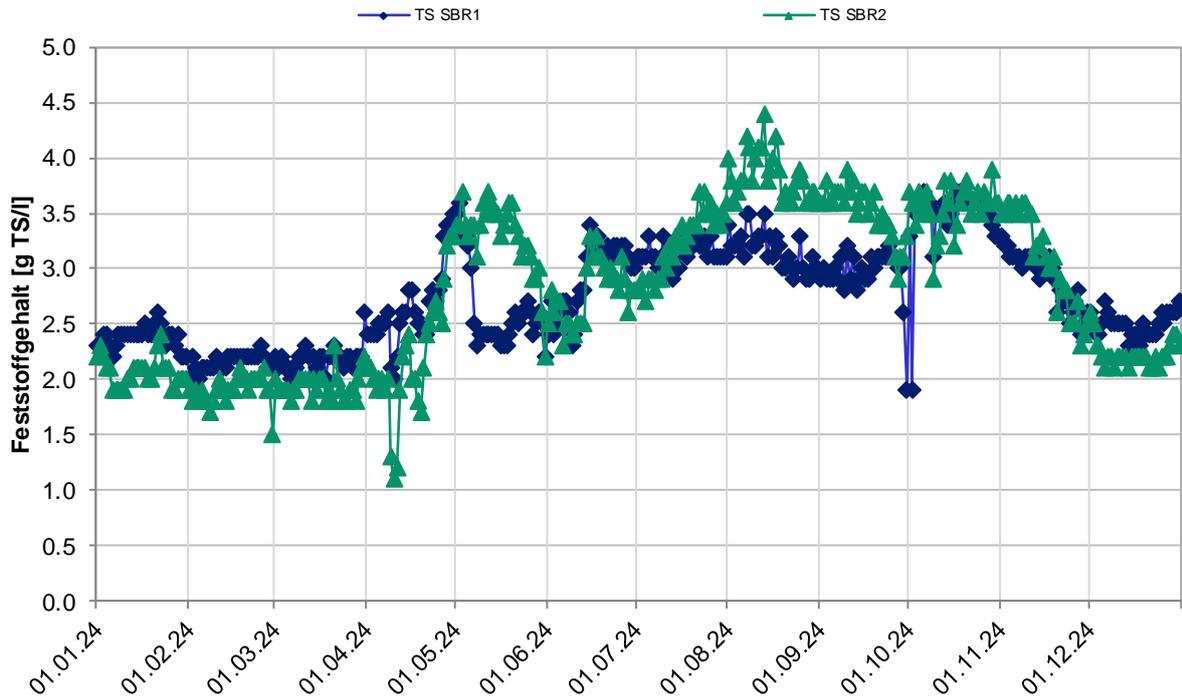
Beim Schlammvolumenindex, welcher die Absetzfähigkeiten des Belebtschlammes beschreibt, zeigt sich in den Sommermonaten ein leichter Anstieg gegenüber den entsprechenden Vorjahreswerten. Erhöhte Werte (>120 ml/gTS), die auf eher schlechte Schlammabsetzbarkeit hindeuten, wurden lediglich an einem Tag aufgezeichnet. Dies hatte jedoch nachweislich kaum Auswirkungen auf die guten GUS-Ablaufkonzentrationen und deren Gesetzeskonformität, so dass dieser SVI-Anstieg zum gegenwärtigen Kenntnisstand als unproblematisch eingestuft werden kann und keine besondere Massnahmeplanung vorgesehen werden muss. Der Schlammvolumenindex lag im Jahresmittel bei 85 ml/g TS, was gegenüber dem Vorjahreswert einer Zunahme um 11% entspricht. Der Schlammvolumenindex auf der ARA Seelisberg liegt im Vergleich zu typisch kommunalen Literaturwerten (80 – 120 ml/g TS) nach wie vor überwiegend in einem günstigen Bereich.

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.

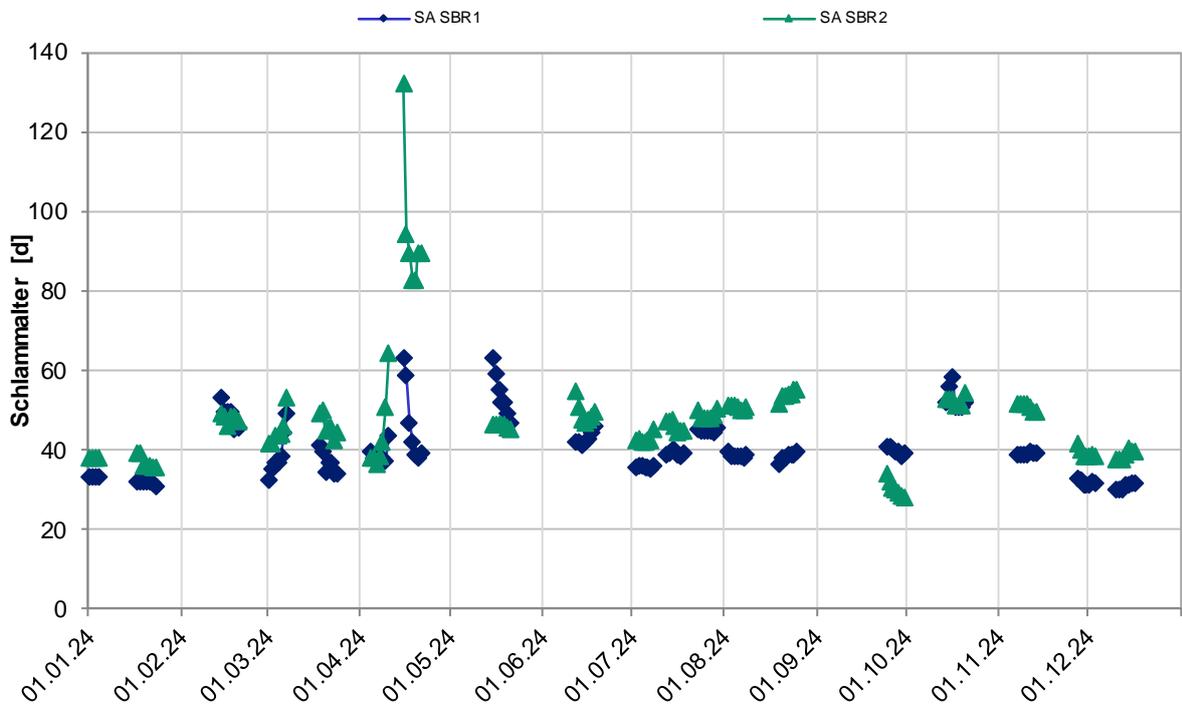
9.1 Mehrjahresvergleich-Mittelwerte

Parameter	Einheit	2021	2022	2023	2024
Feststoffgehalt TS_{BB}	[g/l]	3.4	3.7	3.6	2.8
Schlammvolumenindex SVI	[ml/gTS]	80	94	77	85
Schlammalter	[d]	47.0	49.1	60.2	44.0

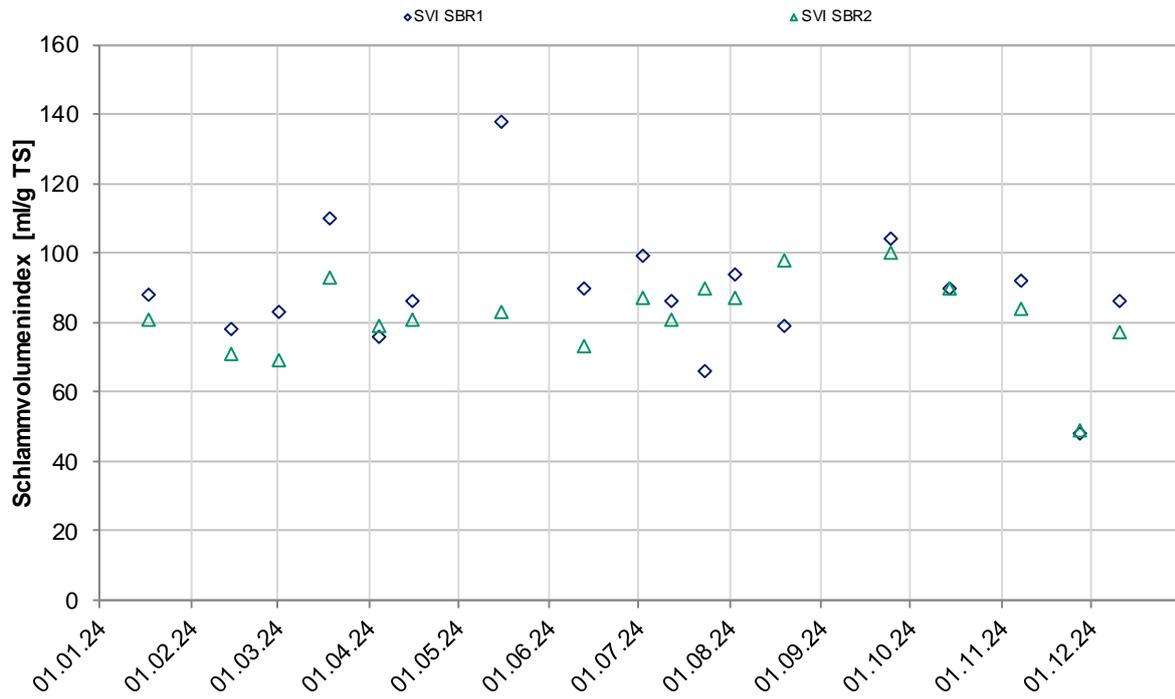
9.2 Feststoffgehalt



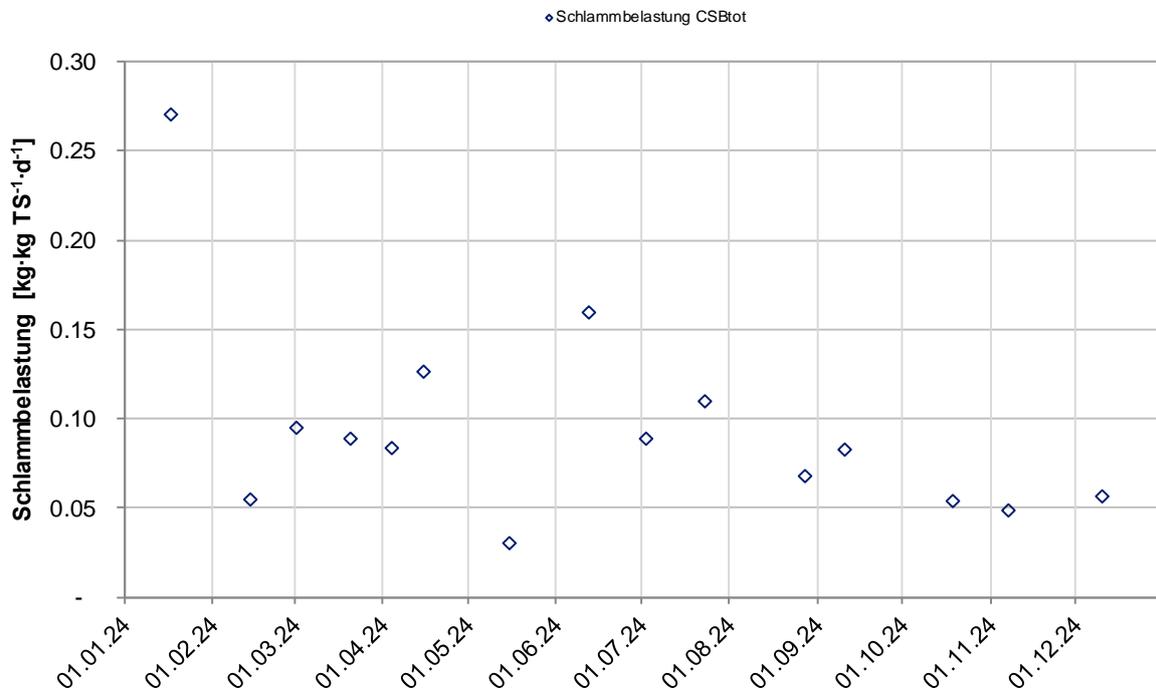
9.3 Schlammalter



9.4 Schlammvolumenindex



9.5 Schlammbelastung



10 SCHLAMMBEHANDLUNG

Im Betriebsjahr 2024 fielen auf der ARA Seelisberg insgesamt 1'539 m³ aerob stabilisierter Überschussschlamm mit 0.88% TS an, welche in zwei Schlammstapeln zwischengelagert werden. Gegenüber dem Vorjahr entspricht dies einer Abnahme um 15% (2023: 1'808 m³).

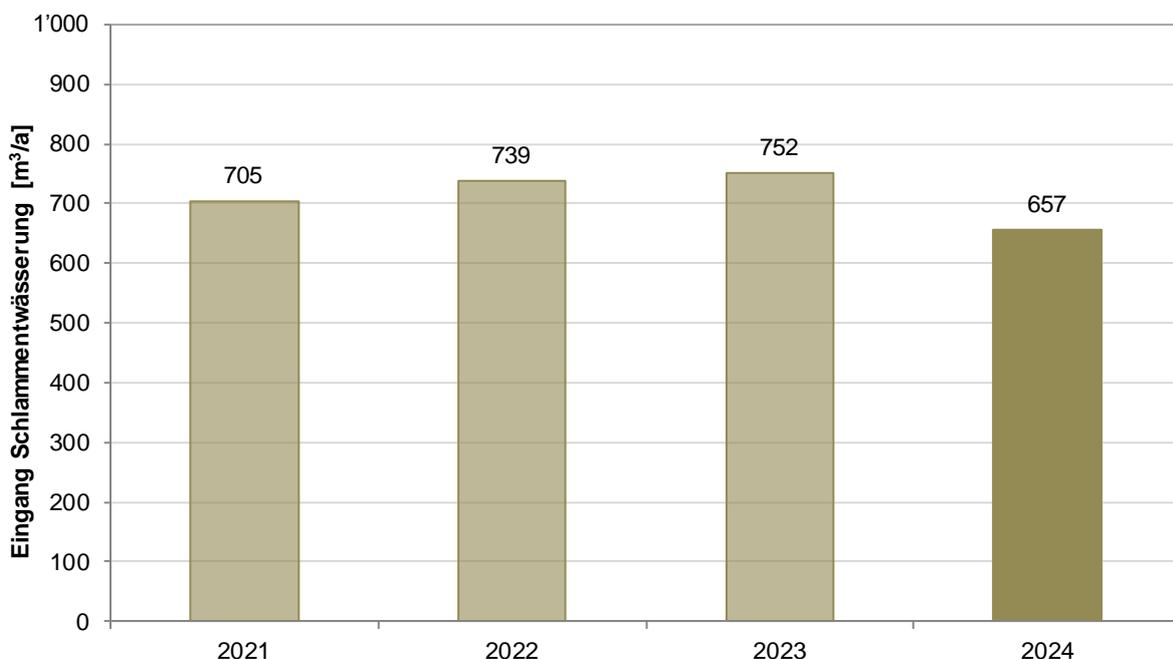
Auf der ARA Seelisberg wird der Schlamm aus den Stapelbehältern zweimal im Jahr (im Frühling und im Herbst) über eine mobile Schlamm entwässerungsanlage SEA (Lohnentwässerung) entwässert. Dabei findet in den Schlamm speichern eine Eindickung des Überschussschlamm statt.

Im Betriebsjahr 2024 wurden 657 m³ Schlamm aus den Stapelbehältern abgezogen, entwässert und in Luzern (REAL) entsorgt. Das entsorgte Volumen an entwässertem Klärschlamm belief sich im Betriebsjahr 2024 auf 68 m³ und liegt damit leicht unter dem Vorjahresniveau (2023: 73 m³, -7%). Verrechnet wurde der ARA Seelisberg die Entsorgung von 72 t entwässertem Klärschlamm (2023: 78 t). Die Feststoff-Fracht der entsorgten Schlammmenge betrug 14 t TS (2023: 14 t TS), was einem mittleren Entwässerungsergebnis von 20.4 %TS entspricht (2023: 19.7 %TS).

Die Analyse des Klärschlammes des Laboratoriums der Urkantone vom 07.02.2024 zeigt, dass die gesetzlichen Grenzwerte der Schwermetalle im Klärschlamm ausnahmslos eingehalten wurden.

10.1 Klärschlamm entsorgung REAL, Mehrjahresvergleich

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



Entsorgung	Einheit	2021	2022	2023	2024
Menge	[m ³ /a]	64	78	73	68
TS-Fracht	[t TS]	13	15	14	14
Feststoffgehalt	[% TS]	20.7	19.5	19.7	20.4
Schlammfracht	[t EKS]	68	82	78	72

10.2 Klärschlammanalyse (LdU)

Schwermetalle	Einheit	Grenzwert	Probe LdU	Beurteilung
Cadmium	[gCd/tTS]	5.0	0.5	
Cobalt	[gCo/tTS]	60.0	0.5	
Chrom	[gCr/tTS]	500	19	
Kupfer	[gCu/tTS]	600	204	
Quecksilber	[gHg/tTS]	5.0	0.5	
Molybdän	[gMo/tTS]	20.0	4.5	
Nickel	[gNi/tTS]	80.0	22.2	
Blei	[gPb/tTS]	500	31	
Zink	[gZn/tTS]	2'000	391	
AOX*	[g/tTS]	500	179	

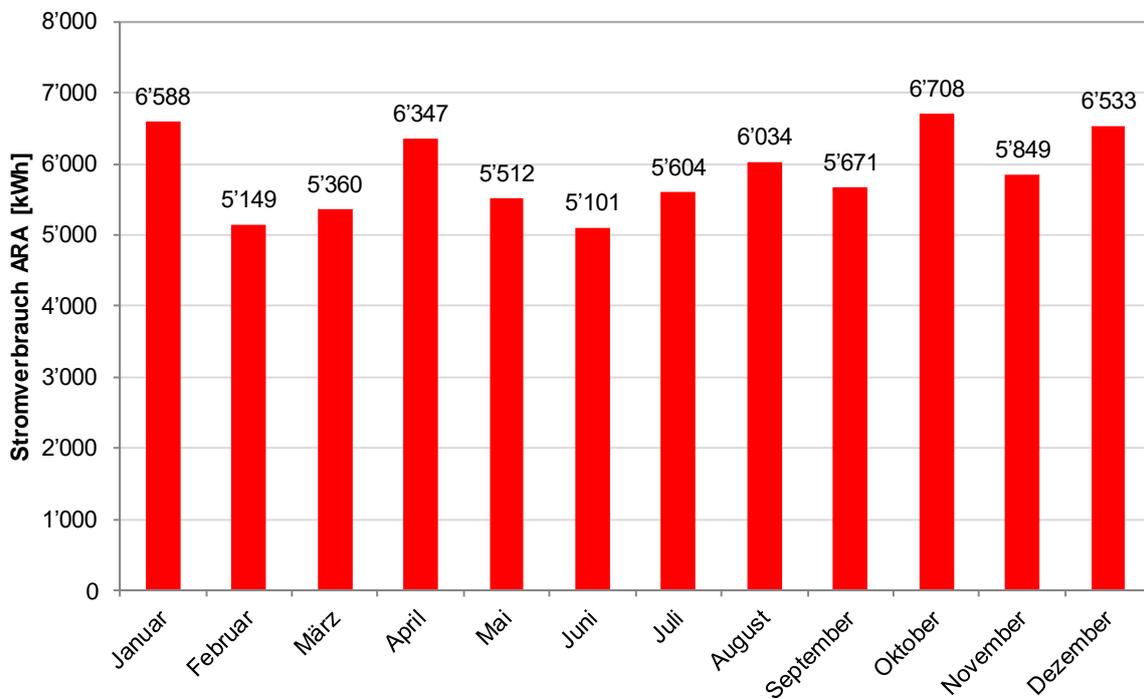
* für die adsorbierbaren org. Halogenverbindungen existiert ein Richt- aber kein Grenzwert

11 ENERGIEHAUSHALT

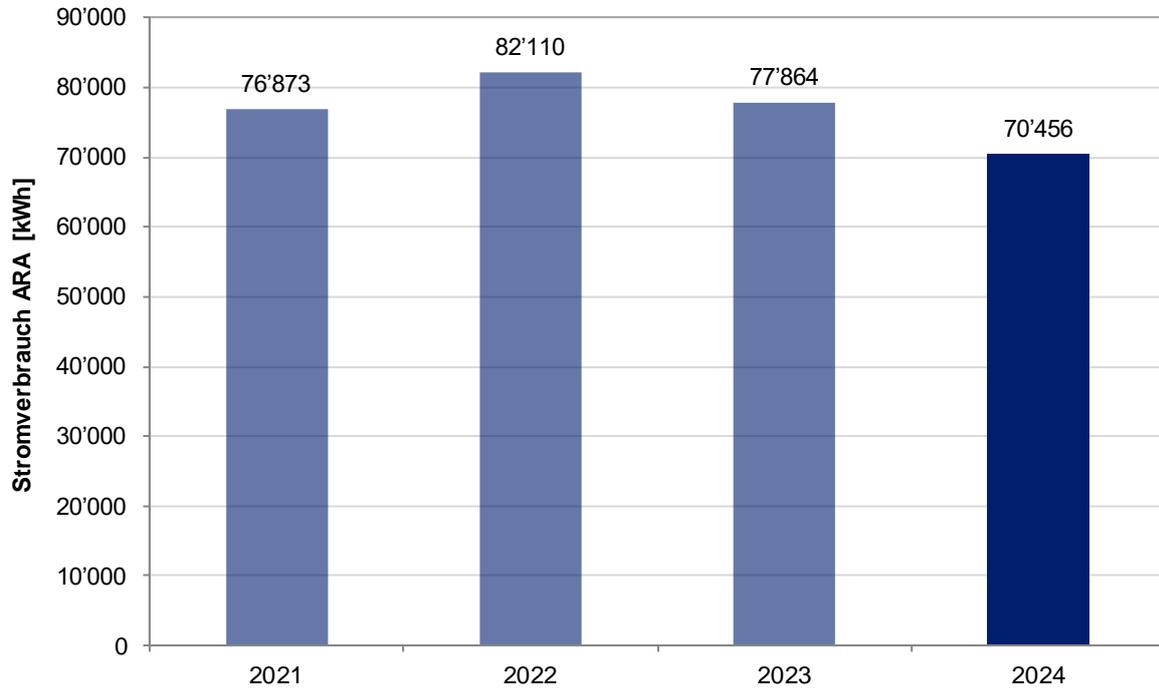
Der erfasste Stromverbrauch betrug 2024 insgesamt 70'456 kWh, was einer Abnahme von 9.5 % entspricht (2023: 77'864 kWh). Es bestätigt sich dennoch weiterhin, dass im Vergleich zu den Betriebsjahren vor der Inbetriebnahme der neuen SBR-Anlage (2020) das neue Abwasserreinigungssystem infolge der zusätzlichen Stromverbraucher (Pumpen, Prozessluftgebläse) energieintensiver ist (2018: 42'703 kWh).

Im Vergleich zum vorangegangenen Betriebsjahr 2023 liegt der spezifische Stromverbrauch pro Einwohnerwert mit 39.1 kWh/EW in etwa auf konstantem Niveau (2023: 38.9 kWh/EW). Der spezifische Stromverbrauch pro m³ Abwasser ist mit 0.81 kWh/m³ gegenüber dem Vorjahreswert leicht gesunken (2023: 0.86 kWh/m³).

11.1 Stromverbrauch – Monatsstatistik



11.2 Stromverbrauch – Mehrjahresvergleich



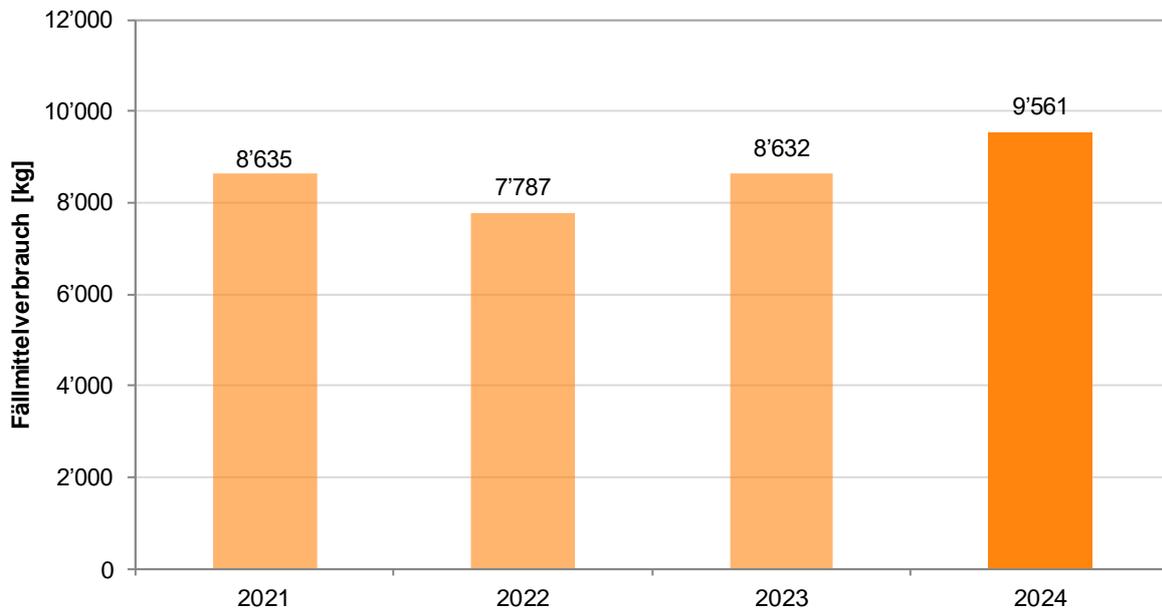
Parameter	Einheit	2021	2022	2023	2024
Stromverbrauch	[kWh]	76'873	82'110	77'864	70'456
spezif. Energiebedarf	[kWh/(EW·a)]	59.1	45.6	38.9	39.1
spezif. Energiebedarf	[kWh/m ³]	0.93	1.00	0.86	0.81

12 BETRIEBSMITTELVVERBRAUCH

Im Betriebsjahr 2024 lag der Fällmittelverbrauch insgesamt bei 9'561 kg. Gegenüber dem Vorjahr entspricht dies einer Zunahme von 10.8% (2023: 8'632 kg). Die angegebenen Werte beziehen sich auf die dosierte Menge an flüssig angelieferter Fällmittellösung (FeCl₃). Hierbei wurde angenommen, dass die Dichte des gelieferten Produkts 1.42 g/l beträgt.

12.1 Betriebsmittelverbrauch – Mehrjahresvergleich

Parameter	Einheit	2021	2022	2023	2024
Fällmittel	[kg]	8'635	7'787	8'632	9'561

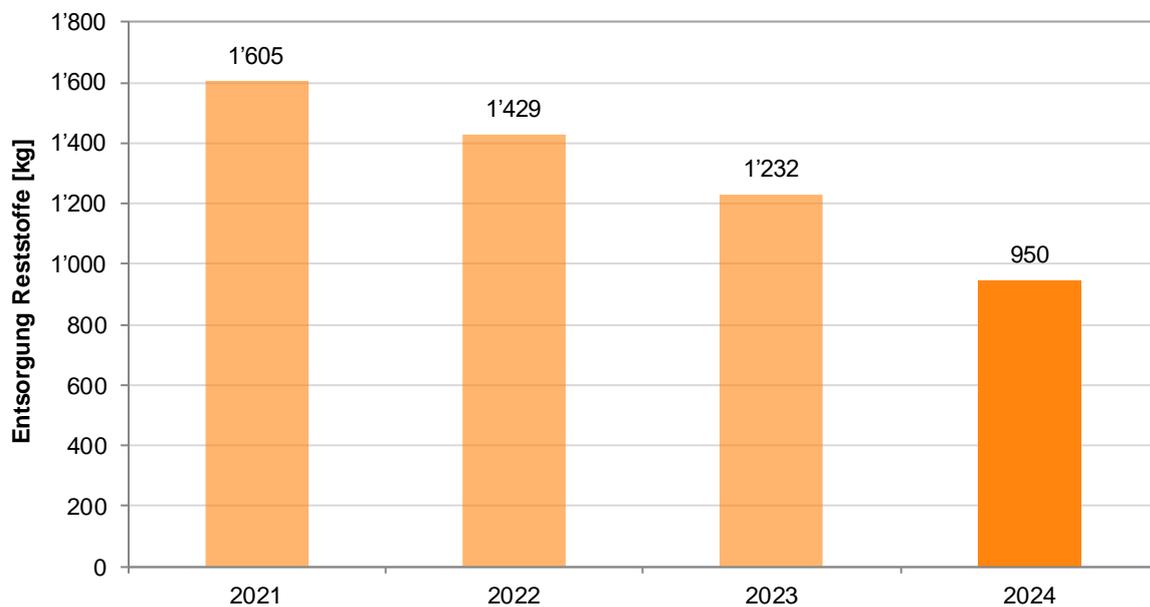


13 ENTSORGUNG RESTSTOFFE

Die Menge der entsorgten Reststoffe lag mit 950 kg rund 23% tiefer als im Vorjahr (2023: 1'232 kg).

Die Reststoffmenge auf der ARA Seelisberg setzt sich aus Siebrechen-Pressgut und Sandfanggut zusammen, welche bei der ZAKU entsorgt werden. Die angegebenen Mengen entsprechen den tatsächlich abtransportierten Kehrichtmengen.

13.1 Entsorgung Mehrjahresvergleich



14 BEMERKUNGEN ZUM BETRIEB

14.1 Störungen

Datum	Störung
09.10.2024	Stromunterbruch
10.10.2024	Stromunterbruch
18.11.2024	pH - Wert Überschreitungen
19.11.2024	Stromausfall, Störung / Ausfall USV

14.2 Wichtige Ereignisse

Datum	Ereignis
12.02.2024	Service Prominent
27.02.2024	Service Kaeser
21.03.2024	Grössere Menge Schotte von Käserei Aschwanden, pH Absenkung auf 6
09.04.2024 – 17.04.2024	Schlammwässerung Frühling 2024
21.04.2024	Meldung von Käserei Aschwanden: 500 Liter Milch gelangten in die Kanalisation
08.05.2024	Reinigung Filtratstapel 2 und Fettfang
12.08.2024	Starkregen, Gewitter und Übersarungen auf Gemeindegebiet
02.09.2024	2.- 12.9. MA von ARA Altdorf auf ARA
01.10.2024 – 11.10.2024	Schlammwässerung Herbst 2024
20.12.2024	Service Spiralsiebrechen

A ANHANG

A 1 Schmutzstoffkonzentrationen – Monatsstatistik

A 1.1 Konzentrationen im Rohabwasser

		Parameter	Einheit	BSB ₅	CSB _{tot}	CSB _{gel}	TOC	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	N _{tot}	P _{tot}	PO ₄ -P	GUS
Januar 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
		Mittelwert	[mg/l]	213.0	828.0		168.0	28.6				11.4		
		50%-Wert	[mg/l]	213.0	828.0		168.0	28.6				11.4		
		90%-Wert	[mg/l]	213.0	828.0		168.0	28.6				11.4		
Februar 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
		Mittelwert	[mg/l]	203.0	595.0		125.0	55.8				11.6		
		50%-Wert	[mg/l]	203.0	595.0		125.0	55.8				11.6		
		90%-Wert	[mg/l]	203.0	595.0		125.0	55.8				11.6		
März 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	2	0	2	3	0	0	0	3	0	0
		Mittelwert	[mg/l]	200.0	618.0		208.0	24.6				7.1		
		50%-Wert	[mg/l]	200.0	618.0		208.0	20.2				7.3		
		90%-Wert	[mg/l]	200.0	694.0		284.0	33.4				7.5		
April 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	2	2	0	2	2	0	0	0	2	0	0
		Mittelwert	[mg/l]	192.0	862.0		182.5	33.6				10.8		
		50%-Wert	[mg/l]	192.0	862.0		182.5	33.6				10.8		
		90%-Wert	[mg/l]	197.6	912.4		199.7	39.2				11.1		
Mai 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	0	0	0	2	0	0
		Mittelwert	[mg/l]	192.0	415.0		83.0	22.3				5.9		
		50%-Wert	[mg/l]	192.0	415.0		83.0	22.3				5.9		
		90%-Wert	[mg/l]	192.0	415.0		83.0	22.3				6.1		
Juni 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
		Mittelwert	[mg/l]	246.0	1053.0		304.0	17.4				19.0		
		50%-Wert	[mg/l]	246.0	1053.0		304.0	17.4				19.0		
		90%-Wert	[mg/l]	246.0	1053.0		304.0	17.4				19.0		
Juli 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	2	2	0	2	2	0	0	0	2	0	0
		Mittelwert	[mg/l]	157.0	469.0		91.0	20.9				6.6		
		50%-Wert	[mg/l]	157.0	469.0		91.0	20.9				6.6		
		90%-Wert	[mg/l]	169.0	552.2		118.2	26.6				7.7		
August 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	0	0	0	3	0	0
		Mittelwert	[mg/l]	189.0	868.0		218.0	24.4				9.7		
		50%-Wert	[mg/l]	189.0	868.0		218.0	24.4				11.2		
		90%-Wert	[mg/l]	189.0	868.0		218.0	24.4				12.3		
September 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	2	0	0	0	2	0	0
		Mittelwert	[mg/l]	391.0	801.0		244.0	25.6				10.0		
		50%-Wert	[mg/l]	391.0	801.0		244.0	25.6				10.0		
		90%-Wert	[mg/l]	391.0	801.0		244.0	25.8				10.5		
Oktober 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
		Mittelwert	[mg/l]	193.0	850.0		289.0	35.5				10.6		
		50%-Wert	[mg/l]	193.0	850.0		289.0	35.5				10.6		
		90%-Wert	[mg/l]	193.0	850.0		289.0	35.5				10.6		
November 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	2	0	0	0	2	0	0
		Mittelwert	[mg/l]	204.0	839.0		149.0	25.7				12.0		
		50%-Wert	[mg/l]	204.0	839.0		149.0	25.7				12.0		
		90%-Wert	[mg/l]	204.0	839.0		149.0	34.1				12.1		
Dezember 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
		Mittelwert	[mg/l]	189.0	565.0		122.0	21.9				6.7		
		50%-Wert	[mg/l]	189.0	565.0		122.0	21.9				6.7		
		90%-Wert	[mg/l]	189.0	565.0		122.0	21.9				6.7		
Jahr 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	14	15	0	15	18	0	0	0	21	0	0
		Mittelwert	[mg/l]	208.4	714.1		177.7	27.3				9.5		
		50%-Wert	[mg/l]	196.0	799.0		161.0	25.6				10.4		
		85%-Wert	[mg/l]	214.7	866.2		284.5	36.4				11.9		
		90%-Wert	[mg/l]	236.1	902.2		297.4	37.9				12.1		

A 1.2 Konzentrationen im Ablauf ARA

		Parameter	Einheit	BSB ₅	CSB _{tot}	CSB _{gal}	TOC	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	N _{tot}	P _{tot}	PO ₄ -P	GUS
Januar 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
		Mittelwert	[mg/l]	4.5	39.1		12.5	0.4	0.3	21.5		0.7	0.5	5.5
		50%-Wert	[mg/l]	4.5	39.1		12.5	0.4	0.3	21.5		0.7	0.5	5.5
		90%-Wert	[mg/l]	4.5	39.1		12.5	0.4	0.3	21.5		0.7	0.5	5.5
Februar 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	1	1	0	2	2	1
		Mittelwert	[mg/l]	4.1	38.6		11.2	0.2	0.3	12.1		0.5	0.2	7.0
		50%-Wert	[mg/l]	4.1	38.6		11.2	0.2	0.3	12.1		0.5	0.2	7.0
		90%-Wert	[mg/l]	4.1	38.6		11.2	0.2	0.3	12.1		0.7	0.2	7.0
März 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	2	0	2	4	4	4	0	4	4	2
		Mittelwert	[mg/l]	4.2	28.9		7.4	0.4	0.4	7.3		0.3	0.1	4.0
		50%-Wert	[mg/l]	4.2	28.9		7.4	0.2	0.4	7.1		0.3	0.1	4.0
		90%-Wert	[mg/l]	4.2	31.8		9.5	0.8	0.4	8.5		0.4	0.2	5.2
April 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	2	2	0	2	2	2	2	0	2	2	2
		Mittelwert	[mg/l]	2.6	38.9		11.8	0.5	0.2	10.0		0.5	0.2	10.0
		50%-Wert	[mg/l]	2.6	38.9		11.8	0.5	0.2	10.0		0.5	0.2	10.0
		90%-Wert	[mg/l]	3.3	39.4		12.0	0.7	0.2	12.6		0.5	0.2	12.4
Mai 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	1	1	0	2	2	1
		Mittelwert	[mg/l]	3.9	39.1		11.3	0.2	0.2	4.3		0.7	0.5	5.5
		50%-Wert	[mg/l]	3.9	39.1		11.3	0.2	0.2	4.3		0.7	0.5	5.5
		90%-Wert	[mg/l]	3.9	39.1		11.3	0.2	0.2	4.3		0.7	0.5	5.5
Juni 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
		Mittelwert	[mg/l]	4.8	22.2		7.5	0.1	0.0	3.9		0.3	0.1	5.5
		50%-Wert	[mg/l]	4.8	22.2		7.5	0.1	0.0	3.9		0.3	0.1	5.5
		90%-Wert	[mg/l]	4.8	22.2		7.5	0.1	0.0	3.9		0.3	0.1	5.5
Juli 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	2	2	0	2	2	2	2	0	2	2	1
		Mittelwert	[mg/l]	4.1	30.5		8.7	1.6	0.1	3.4		0.6	0.4	4.0
		50%-Wert	[mg/l]	4.1	30.5		8.7	1.6	0.1	3.4		0.6	0.4	4.0
		90%-Wert	[mg/l]	4.2	32.5		9.0	1.7	0.1	3.5		0.7	0.5	4.0
August 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	1	1	0	3	3	1
		Mittelwert	[mg/l]	3.4	29.7		8.5	0.4	0.1	5.5		0.6	0.4	5.0
		50%-Wert	[mg/l]	3.4	29.7		8.5	0.4	0.1	5.5		0.6	0.4	5.0
		90%-Wert	[mg/l]	3.4	29.7		8.5	0.4	0.1	5.5		0.6	0.4	5.0
September 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	1	1	3	2	2	0	3	2	2
		Mittelwert	[mg/l]	6.0	28.2	23.4	2.1	0.6	0.0	6.7		0.6	0.3	7.8
		50%-Wert	[mg/l]	6.0	28.2	23.4	2.1	0.1	0.0	6.7		0.6	0.3	7.8
		90%-Wert	[mg/l]	6.0	28.2	23.4	2.1	1.4	0.0	9.1		0.7	0.4	8.4
Oktober 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
		Mittelwert	[mg/l]	5.4	36.7		9.6	1.7	0.1	23.1		0.4	0.1	10.5
		50%-Wert	[mg/l]	5.4	36.7		9.6	1.7	0.1	23.1		0.4	0.1	10.5
		90%-Wert	[mg/l]	5.4	36.7		9.6	1.7	0.1	23.1		0.4	0.1	10.5
November 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	2	2	2	0	2	2	2
		Mittelwert	[mg/l]	4.0	33.7		8.9	0.4	0.0	14.1		0.3	0.1	6.5
		50%-Wert	[mg/l]	4.0	33.7		8.9	0.4	0.0	14.1		0.3	0.1	6.5
		90%-Wert	[mg/l]	4.0	33.7		8.9	0.5	0.0	19.9		0.3	0.2	7.3
Dezember 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
		Mittelwert	[mg/l]	2.7	31.0		9.2	0.8	0.0	7.7		0.2	0.1	6.5
		50%-Wert	[mg/l]	2.7	31.0		9.2	0.8	0.0	7.7		0.2	0.1	6.5
		90%-Wert	[mg/l]	2.7	31.0		9.2	0.8	0.0	7.7		0.2	0.1	6.5
Jahr 2024	Konzentration	Anz. Proben	[#]	14	15	1	15	20	19	19	0	24	23	16
		Mittelwert	[mg/l]	4.0	33.0	23.4	9.1	0.6	0.2	9.2		0.5	0.2	6.6
		50%-Wert	[mg/l]	4.1	33.0	23.4	9.2	0.3	0.1	7.1		0.5	0.2	6.0
		90%-Wert	[mg/l]	5.2	39.1	23.4	11.8	1.7	0.4	21.3		0.7	0.5	9.5

A 2 Schmutzstofffrachten – Monatsstatistik

A 2.1 Rohabwasser – Frachten

Parameter		Einheit	BSB ₅	CSB _{tot}	CSB _{gel}	TOC	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	N _{tot}	P _{tot}	PO ₄ -P	GUS	
Januar 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	92.9	361.0		73.2	12.5				5.0		
		50%-Wert	[kg/d]	92.9	361.0		73.2	12.5				5.0		
		90%-Wert	[kg/d]	92.9	361.0		73.2	12.5				5.0		
Februar 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	22.1	64.9		13.6	6.1				1.3		
		50%-Wert	[kg/d]	22.1	64.9		13.6	6.1				1.3		
		90%-Wert	[kg/d]	22.1	64.9		13.6	6.1				1.3		
März 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	2	0	2	3	0	0	0	3	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	44.2	109.5		34.5	4.5				1.4		
		50%-Wert	[kg/d]	44.2	109.5		34.5	4.5				1.4		
		90%-Wert	[kg/d]	44.2	114.4		42.0	5.2				1.6		
April 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	2	2	0	2	2	0	0	0	2	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	32.0	147.2		31.5	5.9				1.8		
		50%-Wert	[kg/d]	32.0	147.2		31.5	5.9				1.8		
		90%-Wert	[kg/d]	36.9	181.9		39.9	7.9				2.2		
Mai 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	0	0	0	2	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	24.0	51.9		10.4	2.8				1.6		
		50%-Wert	[kg/d]	24.0	51.9		10.4	2.8				1.6		
		90%-Wert	[kg/d]	24.0	51.9		10.4	2.8				2.3		
Juni 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	57.3	245.3		70.8	4.1				4.4		
		50%-Wert	[kg/d]	57.3	245.3		70.8	4.1				4.4		
		90%-Wert	[kg/d]	57.3	245.3		70.8	4.1				4.4		
Juli 2024	Fracht	Anzahl Proben	[#]	2	2	0	2	2	0	0	0	2	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	62.2	182.6		35.1	8.1				2.6		
		50%-Wert	[kg/d]	62.2	182.6		35.1	8.1				2.6		
		90%-Wert	[kg/d]	69.5	207.5		44.3	10.0				2.9		
August 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	0	0	0	3	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	27.8	127.6		32.0	3.6				1.6		
		50%-Wert	[kg/d]	27.8	127.6		32.0	3.6				1.6		
		90%-Wert	[kg/d]	27.8	127.6		32.0	3.6				1.9		
September 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	2	0	0	0	2	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	83.3	170.6		52.0	4.3				1.7		
		50%-Wert	[kg/d]	83.3	170.6		52.0	4.3				1.7		
		90%-Wert	[kg/d]	83.3	170.6		52.0	5.2				2.1		
Oktober 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	25.9	113.9		38.7	4.8				1.4		
		50%-Wert	[kg/d]	25.9	113.9		38.7	4.8				1.4		
		90%-Wert	[kg/d]	25.9	113.9		38.7	4.8				1.4		
November 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	2	0	0	0	2	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	22.6	93.1		16.5	3.1				1.5		
		50%-Wert	[kg/d]	22.6	93.1		16.5	3.1				1.5		
		90%-Wert	[kg/d]	22.6	93.1		16.5	3.8				1.6		
Dezember 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	25.5	76.3		16.5	3.0				0.9		
		50%-Wert	[kg/d]	25.5	76.3		16.5	3.0				0.9		
		90%-Wert	[kg/d]	25.5	76.3		16.5	3.0				0.9		
Jahr 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	14	15	0	15	18	0	0	0	21	0	0
		Mittelwert	[kg/d]	43.9	145.5		35.1	5.1				1.9		
		50%-Wert	[kg/d]	32.9	115.6		32.0	4.3				1.6		
		85%-Wert	[mg/l]	72.0	211.4		51.4	7.1				2.5		
		90%-Wert	[kg/d]	79.7	232.7		63.3	9.0				3.0		
		Summe	[kg]	16'050	53'270		12'834	1'885				705		
		EW*	[EW]	1'200	1'762			1'016				1'381		

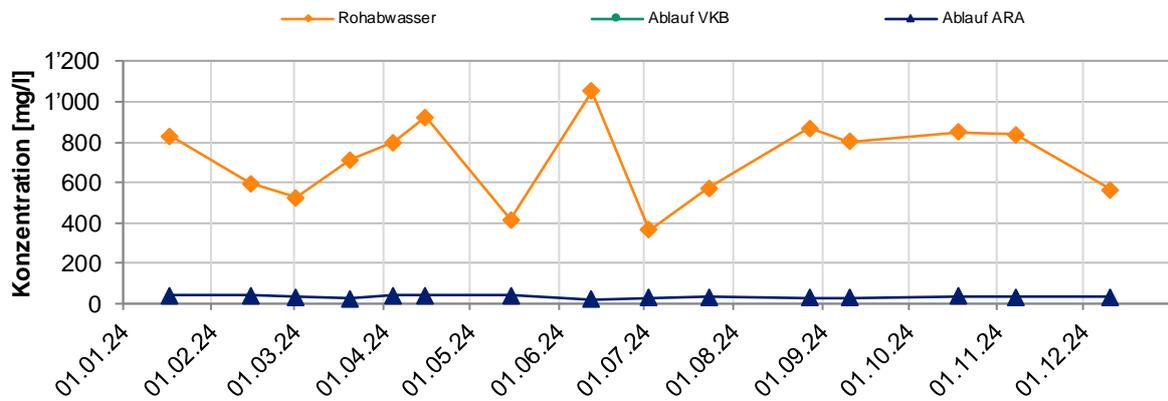
* Die Einwohnerwerte werden über den 85%-Wert berechnet

A 2.2 Frachten Ablauf ARA

		Parameter	Einheit	BSB ₅	CSB _{tot}	CSB _{gel}	TOC	NH ₄ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	N _{tot}	P _{tot}	PO ₄ -P	GUS
Januar 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
		Mittelwert	[kg/d]	2.0	17.0		5.5	0.2	0.1	9.4		0.3	0.2	2.4
		50%-Wert	[kg/d]	2.0	17.0		5.5	0.2	0.1	9.4		0.3	0.2	2.4
		90%-Wert	[kg/d]	2.0	17.0		5.5	0.2	0.1	9.4		0.3	0.2	2.4
Februar 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	1	1	0	2	2	1
		Mittelwert	[kg/d]	0.4	4.2		1.2	0.0	0.0	1.3		0.1	0.0	0.8
		50%-Wert	[kg/d]	0.4	4.2		1.2	0.0	0.0	1.3		0.1	0.0	0.8
		90%-Wert	[kg/d]	0.4	4.2		1.2	0.0	0.0	1.3		0.1	0.0	0.8
März 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	2	0	2	4	4	4	0	4	4	2
		Mittelwert	[kg/d]	0.9	5.4		1.5	0.1	0.1	1.8		0.1	0.0	0.8
		50%-Wert	[kg/d]	0.9	5.4		1.5	0.0	0.1	1.8		0.1	0.0	0.8
		90%-Wert	[kg/d]	0.9	6.8		2.1	0.2	0.1	2.3		0.1	0.0	1.1
April 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	2	2	0	2	2	2	2	0	2	2	2
		Mittelwert	[kg/d]	0.5	6.5		2.0	0.1	0.0	1.8		0.1	0.0	1.8
		50%-Wert	[kg/d]	0.5	6.5		2.0	0.1	0.0	1.8		0.1	0.0	1.8
		90%-Wert	[kg/d]	0.7	7.6		2.4	0.2	0.0	2.5		0.1	0.0	2.5
Mai 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	1	1	0	2	2	1
		Mittelwert	[kg/d]	0.5	4.9		1.4	0.0	0.0	0.5		0.2	0.1	0.7
		50%-Wert	[kg/d]	0.5	4.9		1.4	0.0	0.0	0.5		0.2	0.1	0.7
		90%-Wert	[kg/d]	0.5	4.9		1.4	0.0	0.0	0.5		0.3	0.2	0.7
Juni 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
		Mittelwert	[kg/d]	1.1	5.2		1.7	0.0	0.0	0.9		0.1	0.0	1.3
		50%-Wert	[kg/d]	1.1	5.2		1.7	0.0	0.0	0.9		0.1	0.0	1.3
		90%-Wert	[kg/d]	1.1	5.2		1.7	0.0	0.0	0.9		0.1	0.0	1.3
Juli 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	2	2	0	2	2	2	2	0	2	2	1
		Mittelwert	[kg/d]	1.6	12.0		3.4	0.6	0.0	1.3		0.2	0.2	1.5
		50%-Wert	[kg/d]	1.6	12.0		3.4	0.6	0.0	1.3		0.2	0.2	1.5
		90%-Wert	[kg/d]	1.7	12.2		3.5	0.7	0.0	1.4		0.3	0.2	1.5
August 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	1	1	0	3	3	1
		Mittelwert	[kg/d]	0.5	4.4		1.3	0.1	0.0	0.8		0.1	0.1	0.7
		50%-Wert	[kg/d]	0.5	4.4		1.3	0.1	0.0	0.8		0.1	0.1	0.7
		90%-Wert	[kg/d]	0.5	4.4		1.3	0.1	0.0	0.8		0.1	0.1	0.7
September 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	1	1	3	2	2	0	3	2	2
		Mittelwert	[kg/d]	1.3	6.0	5.0	0.5	0.1	0.0	1.0		0.1	0.1	1.3
		50%-Wert	[kg/d]	1.3	6.0	5.0	0.5	0.0	0.0	1.0		0.1	0.1	1.3
		90%-Wert	[kg/d]	1.3	6.0	5.0	0.5	0.2	0.0	1.1		0.1	0.1	1.4
Oktober 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
		Mittelwert	[kg/d]	0.7	4.9		1.3	0.2	0.0	3.1		0.1	0.0	1.4
		50%-Wert	[kg/d]	0.7	4.9		1.3	0.2	0.0	3.1		0.1	0.0	1.4
		90%-Wert	[kg/d]	0.7	4.9		1.3	0.2	0.0	3.1		0.1	0.0	1.4
November 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	2	2	2	0	2	2	2
		Mittelwert	[kg/d]	0.4	3.7		1.0	0.0	0.0	1.7		0.0	0.0	0.8
		50%-Wert	[kg/d]	0.4	3.7		1.0	0.0	0.0	1.7		0.0	0.0	0.8
		90%-Wert	[kg/d]	0.4	3.7		1.0	0.1	0.0	2.2		0.0	0.0	0.8
Dezember 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
		Mittelwert	[kg/d]	0.4	4.2		1.2	0.1	0.0	1.0		0.0	0.0	0.9
		50%-Wert	[kg/d]	0.4	4.2		1.2	0.1	0.0	1.0		0.0	0.0	0.9
		90%-Wert	[kg/d]	0.4	4.2		1.2	0.1	0.0	1.0		0.0	0.0	0.9
Jahr 2024	Fracht	Anz. Proben	[#]	14	15	1	15	20	19	19	0	24	23	16
		Mittelwert	[kg/d]	0.9	6.8	5.0	1.9	0.1	0.0	1.9		0.1	0.1	1.2
		50%-Wert	[kg/d]	0.7	5.1	5.0	1.4	0.1	0.0	1.2		0.1	0.0	1.0
		90%-Wert	[kg/d]	1.7	12.0	5.0	3.4	0.3	0.1	2.8		0.3	0.2	1.9
		Summe	[kg]	324	2'496	1'824	703	49	14	686		39	22	432

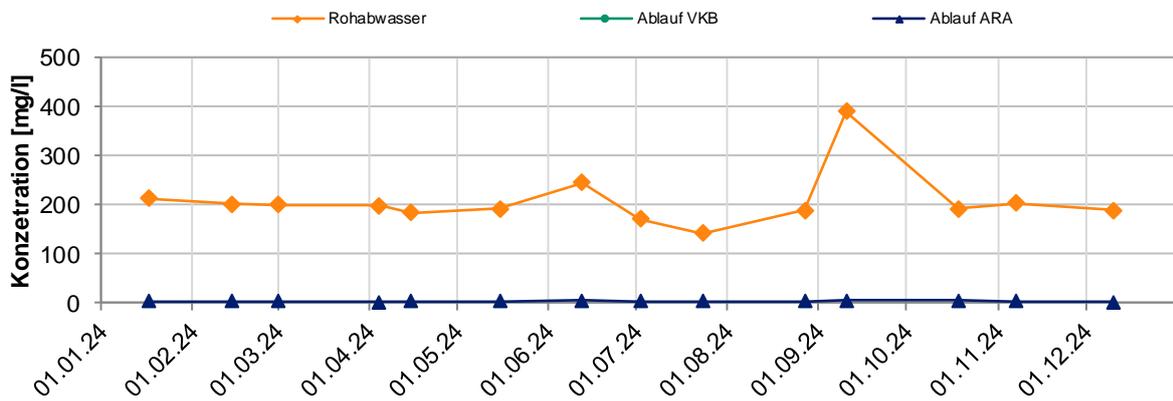
A 3 Jahresverläufe der Schmutzstoffe

A 3.1 CSB_{tot}



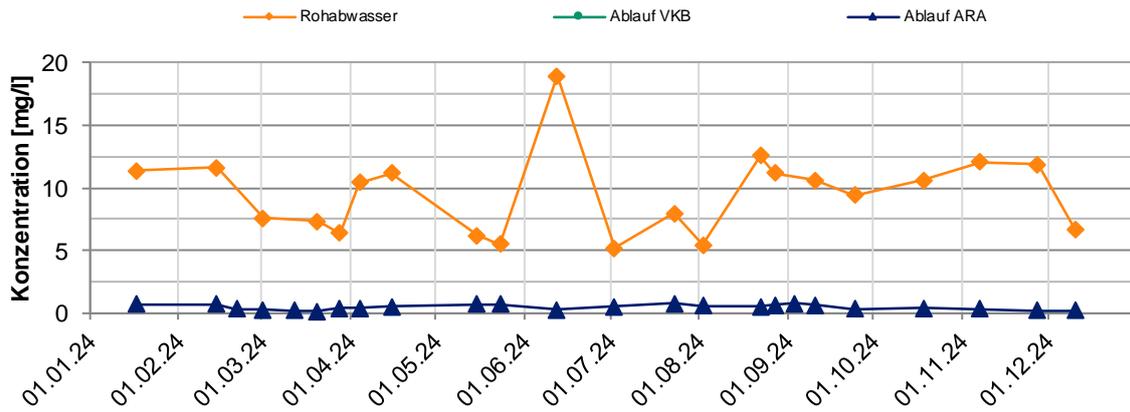
Parameter	Rohabwasser		Ablauf Vorklärung		Ablauf ARA	
	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]
Grenzwert					60	
Mittelwert	714.1	145.5			33.0	6.8
Standardabweichung	198.0	81.2			5.5	3.9
90%-Wert	902.2	232.7			39.1	12.0
Jahres EL						95.3%
Anzahl zulässiger Überschreitungen						2
Anzahl Überschreitungen (Grenzwert)						0

A 3.2 BSB₅



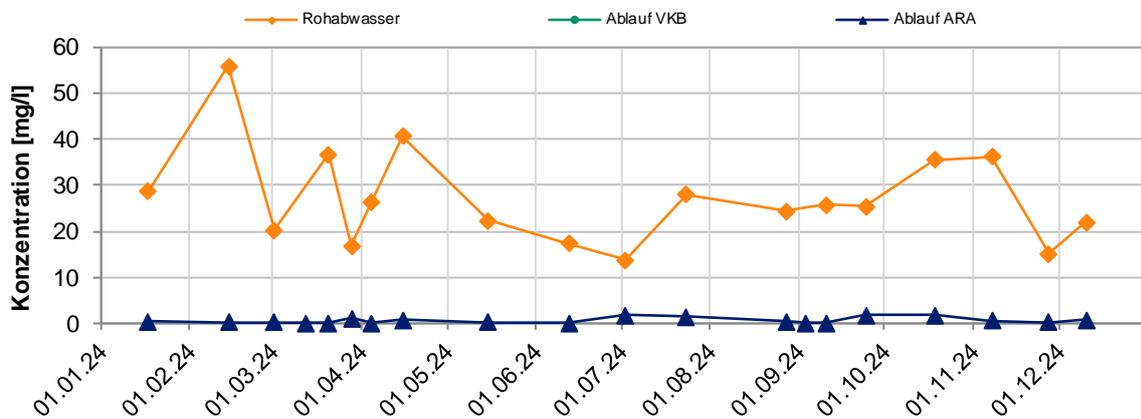
Parameter	Rohabwasser		Ablauf Vorklärung		Ablauf ARA	
	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]
Grenzwert					20	
Mittelwert	208.4	43.9			4.0	0.9
Standardabweichung	57.2	24.1			1.0	0.6
90%-Wert	236.1	79.7			5.2	1.7
Jahres EL						98.0%
Anzahl zulässiger Überschreitungen						2
Anzahl Überschreitungen (Grenzwert)						0

A 3.3 P_{tot}



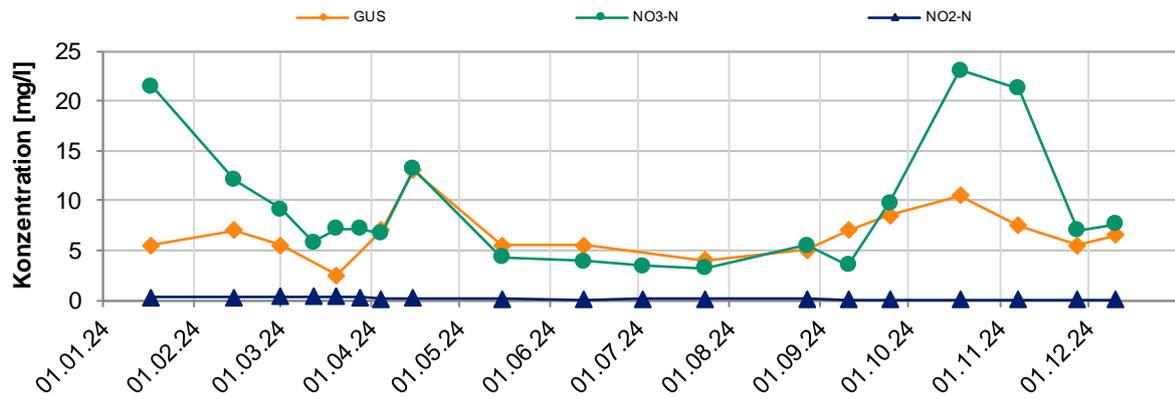
Parameter	Rohabwasser		Ablauf Vorklärung		Ablauf ARA	
	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]	Konzentration [mg/l]	Fracht [kg/d]
Grenzwert					0.80	
Mittelwert	9.5	1.9			0.47	0.1
Standardabweichung	3.3	1.1			0.20	0.1
90%-Wert	12.1	3.0			0.74	0.3
Jahres EL						94.5%
Anzahl zulässiger Überschreitungen						3
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	27.3	5.1			0.6	0.1
Standardabweichung	10.5	2.7			0.6	0.2
90%-Wert	37.9	9.0			1.7	0.3
Jahres EL						97.1%
Anzahl zulässiger Überschreitungen						3
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				0.30	
Mittelwert	6.6	1.2	9.2	1.9	0.16	0.04
Standardabweichung	2.5	0.6	6.3	2.0	0.13	0.04
90%-Wert	9.5	1.9	21.3	2.8	0.36	0.09
# zul. Übersch.	2				3	
# Übersch. (GW)	0				3	