AV HÖFE
ABWASSERVERBAND
DER UMWELT ZULIEBE

Jahresbericht
ARA Höfe, Freienbach

2023

ips
eggwies 20
CH-9248 bichwil

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 2

1 Zusammenfassung 3
1.1 Abwasser 3
1.2 Klärschlamm 4
1.3 Weitere Bemerkungen 4

2 Personelles 6
2.1 Mitarbeitende 6
2.2 Ausbildungen 6

3 Abwasserreinigung 8
3.1 Gesamtbeurteilung 8
3.2 Belastungen ARA 9

4 Grafiken Einleitbedingungen 10
4.1.1 Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB tot.) 10
4.1.2 Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB5) 11
4.1.3 Organischer Kohlenstoff (DOC) 12
4.1.4 Phosphor gesamt (P tot.) 13
4.1.5 Gesamte ungelöste Stoffe (GUS) 14
4.1.6 Nitrit (NO2-N) 14
4.1.7 Ammonium (NH4-N) 15
4.1.8 Stickstoff gesamt (N tot.) 16
4.2 Abwassermengen / Abwassertemperaturen 17

5 Biologie WB 19

6 Schlammbehandlung 20

7 Gashaushalt 21

8 Energiebilanz 22
8.1 Energie ARA Total 22
8.2 Energie UV's 23

9 Entsorgung 24
9.1 Entsorgung Klärschlamm 24
9.2 Entsorgung Diverses 24

10 Fachbegriffe 25

1 Zusammenfassung

Die Abwasserreinigungsanlage (ARA) Höfe ist aktuell auf 45‘000 Einwohnerwerte (EW) und einen maximalen Zufluss von 490 l/s ausgelegt (inkl. Rückläufe). Die EW setzen sich aus den angeschlossenen Einwohnern und Einwohnergleichwerten aus Industrie und Gewerbe zusammen. Am 1. Januar 2023 waren 30‘131 Einwohner an die ARA Höfe angeschlossen. Das Abwasser aus den Gemeinden Feusisberg, Freienbach und Wollerau sowie aus dem Ortsteil Bennau des Bezirks Einsiedeln fliessen der ARA Höfe zu. Der Fremdwasseranteil über das gesamte Verbandsgebiet von knapp 40% wird von einzelnen Einzugsgebieten mit einem hohen bis sehr hohen Fremdwasseranteil stark beeinflusst (VGEP AVH, 2022). Das gereinigte Abwasser wird in den Zürichsee geleitet.

In den Kapiteln 3 – 8 werden die ausgewerteten Betriebsdaten grafisch dargestellt. Folgende Ziele werden mit der Betriebsdatenauswertung verfolgt:

- Bestimmung der wichtigsten Kenngrössen
- Vergleich mit Kennzahlen und Grenzwerten
- Erkennen von Trends über einen Zeitraum von 2019 bis 2023
- Qualitätssicherung der Daten

1.1 Abwasser

Die folgenden Messwerte sind 85%-Quantile, das bedeutet, dass 85% aller Werte kleiner als dieser Wert sind. Die ARA Höfe ist auf das 85%-Quantil ausgelegt worden und ist somit der geeignete Vergleichswert.

Die Reinigungsleistung der ARA Höfe ist über die untersuchten Parameter gut. Die Abflusskonzentrationen und die Eliminationsgrade konnten mehrheitlich erfüllt und übertroffen werden. Die zulässigen Abweichungen der einzelnen Parameter sind im Kapitel 3.1 zusammengefasst.

Die aktuelle Auslastung der ARA beläuft sich auf rund 35'800 EW_{CSB}, dieser ist im Vergleich zu 2022 um rund 0.8% gesunken. Verglichen mit den Messwerten seit 2019, nahm die CSB-Fracht im Jahr 2023 mit 4'298 kg/d den zweittiefsten Wert an. Die Frachtabnahme kann möglicherweise auf die vermehrte Rückkehr der Arbeitnehmenden an den Arbeitsplatz zurückgeführt werden (Kapitel 4.1.1).

Die Phosphorfracht nahm im Vergleich zum Vorjahr um 3.8 % auf rund 51.1 kg/d ab. Die Eliminationsrate war sehr hoch, im Mittel 97.4%. Die Abflusskonzentration lag im Jahr 2023 zu 96% unter dem Grenzwert, es wurden 6 Überschreitung verzeichnet (Kapitel 4.1.4).

Die Ammoniumbelastung ist mit 242 kg/d praktisch gleich wie im Vorjahr. Der NH_4-N Grenzwert von 2 mg/l im Abfluss der ARA wurde 49 mal überschritten, zulässig wären aber nur 25 Überschreitungen (Kapitel 4.1.7). Die Überschreitungen des Grenzwerts erfolgt nur in den Wintermonaten von Mitte Dezember bis Ende März. Fällt die Abwassertemperatur im Winter unter 15°C ist die Nitrifikationsleistung der Anlage nicht mehr ausreichend und es kommt zu Überschreitungen des Grenzwerts. Je tiefer die Abwassertemperatur desto höher die Überschreitung des Grenzwerts. Dass die Nitrifikationsleistung mit der Abwassertemperatur abnimmt ist bekannt. Das Hybrid-Wirbelbett-Verfahren der ARA Höfe müsste aber so bemessen sein, dass die durch die Abwassertemperatur verringerte Nitrifikationsleistung dennoch ausreichend ist um den Grenzwert einzuhalten, da die nitrifizierenden Bakterien auf dem Trägermaterial angesiedelt sein sollten und damit die Nitrifikation auf dem Trägermaterial stattfindet.

Wie im letzten Jahresbericht beschrieben, beauftragte der Abwasserverband Höfe das Wasserforschungsinstitut EAWAG mit einer Studie, um die Ursache für die schlechte Nitrifikationsleistung, vor allem bei tiefen Wassertemperaturen, wissenschaftlich zu ergründen. Bei einem Wirbelbett sollten die Träger möglichst homogen in der Biologie verteilt sein. Erste Messungen von Ende Oktober, betreffend der Trägermaterialverteilung zeigten, dass die Verteilung des Trägermaterials alles andere als optimal ist. Das meiste Trägermaterial liegt, wenn die Gebläseleistung weniger als 80% beträgt, im unteren Drittel des Beckenvolumens und wird

aufgrund der Fliessrichtung des Abwassers gegen die Siebwand gedrückt. Die schlechte Trägerverteilung ist vermutlich die Hauptursache für die schlechte Nitrifikationsleistung. Ebenfalls negativ wirkte sich die seit zwei Jahren geänderte Betriebsweise aus, dass das Schlammalter für die suspendierte Biomasse konsequent unter 5 Tagen gehalten wird. Die Umstellung erfolgte auf Grund von theoretischen Überlegungen der Lieferfirma. Sobald die Versuche im Frühjahr 2024 abgeschlossen sind, wird die Betriebsweise wieder wie vor Mitte 2021 geändert, mit der Hoffnung, bei tieferen Abwassertemperaturen wieder vermehrt den Grenzwert einzuhalten. Die genauen Resultate zur Trägerverteilung und den Aufenthaltsort der Ammoniumoxidierenden Bakterien (AOB) und der Nitritoxidierenden Bakterien (NOB) stehen noch aus.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass das Hybrid-Wirbelbett-Verfahren in der ARA Höfe langfristige keine Zukunft mehr hat. Dies vor allem hinsichtlich der künftigen Anforderung, dass in wenigen Jahren die Stickstoffelimination deutlich erhöht werden muss.

Die Nitritkonzentration im Abfluss lag stets unter dem Richtwert von 0.3 mg/l (Kapitel 4.1.6). Die Reinigungsleistung bezüglich der gesamten Stickstofffracht auf der ARA Höfe, berechnet auf das 85-%-Quantil, blieb im Vergleich mit dem Vorjahr auf tiefem Niveau relativ stabil. Die Eliminationsrate lag über das Jahr im Durchschnitt bei rund 41 % (Kapitel 4.1.8). Der Stickstoffeintrag in den Zürichsee erfolgte grösstenteils in Form von Nitrat.

Die Trockensubstanz in den Hybridwirbelbetten wies stark schwankende Konzentrationen zwischen 0.8 – 2.8 g/l auf (Kapitel 5). Diese Schwankungen sind das Resultat der konstanten Überschussschlammabzugsmenge und des Beckenvolumens. Der Schlammvolumenindex (SVI) schwankte zwischen 67 und 197 ml/g. Werte unter 120 ml/g sind gut. Bei zu hohem SVI ist Schlammabtrieb möglich, was sich in einer erhöhten GUS-Konzentration wiederspiegelt. Dies ist aber mit den nachgeschalteten Filtern unkritisch und zeigt sich in der GUS-Abflusskonzentration, welche im Mittel 2.1 mg/l aufwies (Kapitel 4.1.5). Im Vergleich zum Vorjahr nahm die GUS-Abflusskonzentration um 4.8% zu.

Die gesamte Abwassermenge im Jahr 2023 betrug rund 4'865'000 m^3, 13.3 % mehr als im Vorjahr (Kapitel 4.2). Die Niederschlagsmenge belief sich auf rund 1320 $mm/m^{2,}$. Die Niederschlagsmenge korreliert mit der Abwasserzuflussmenge der ARA Höfe über die Jahre 2019 – 2023. Über das Regenklärbecken auf der ARA Höfe wurden 226'800 m^3 Abwasser in den See entlastet, 2.2 mal mehr als im Vorjahr.

1.2 Klärschlamm

Der Frischschlammanfall der ARA Höfe betrug im Jahr 2023 rund 22‘500 m^3 mit einem Trockenrückstand (TR) von 4.5 %. Der Frischschlamm wird in einer mesophilen Faulung (ca. 37 °C) anaerob zu Klärgas vergärt. Die mittlere Aufenthaltszeit in der Faulung war 19.8 Tage und ein Abbau von rund 57% des organischen Trockenrückstands (oTR) konnte erreicht werden. Die spezifische Klärgasproduktion betrug 492.2 l/kg oTR im Jahr 2023 (Kapitel 6).

Die total produzierte Klärgasmenge betrug rund 354‘100 Nm^3, 0.5 % weniger als im Vorjahr (Kapitel 7). Die zwei Blockheizkraftwerke (BHKW) produzierten aus dem Klärgas rund 659‘180 kWh Energie (Kapitel 7.1). Dies ist auf die tiefere spezifische Klärgasproduktion zurückzuführen. Die thermische Energie der BHKW wurde primär zur Schlammerwärmung in der Faulung eingesetzt. Zusätzlich produzierte die Photovoltaikanlage rund 24‘900 kWh elektrische Energie, deutlich weniger als im Vorjahr infolge der vielen Regentage in den Monaten Mai, Juli, August und November. Bei dem Gesamtverbrauch der elektrischen Energie der ARA Höfe von rund 1.82 Millionen kWh im Jahr 2023, führt dies zu einer Eigenversorgung von 36.2%.
Der Hauptverbraucher der ARA Höfe sind die Gebläse der biologischen Reinigung, welche 44.0% des Gesamtverbrauchs ausmachen (Kapitel 8.2). Der zweitgrösste Verbraucher ist die mechanische Reinigung mit rund 13.3%.

Die entwässerte Klärschlammmenge belief sich auf rund 1‘298 t mit einem Trockenrückstand von 34.3 % (Kapitel 9.1). Die entsorgte Fracht blieb in den Jahren 2019-2023 in etwa gleich.

1.3 Weitere Bemerkungen

Relevante Ereignisse auf der ARA Höfe im Jahr 2023:

- *27. März: BB1 ausser Betrieb, Ersatz RLS-Pumpe*
- *02. Mai: Zentratwasserleitung mit Saugwagenfahrzeug spülen*
- *12 bis 16. Juni: NKB2 ausser Betrieb, Ersatz Gleitschienen und Gleitschuhe drehen*
- *19 bis 21. Juni: NKB1 ausser Betrieb, Ersatz Gleitschienen und Gleitschuhe drehen*
- *20. Juli: Leistungsschalter Blindstromkompensation, defekte Komponenten*
- *21. Juli: Ausfall ÜSS Dickschlammpumpe*
- *24. August: Ausfall FU Regenbeckenbeschickungspumpe*
- *4. September: Revision Klärschlamm-Dekanter (Flottweg)*
- *12. September: Ersatz der sechs Fällmittelpumpen*
- *11. Oktober: Kernbohrungen Sandfang 1 und Vorklärbecken 2*
- *12. Oktober: Schaum im Vorfaulraum*
- *21. November: Aktivkohlewechsel der Gasaufbereitung*
- *2. Dezember: kurzer Stromunterbruch, Leistungsschalter BHKW defekt*

2 Personelles

2.1 Mitarbeitende

Karin Thum	Betriebsleiterin
Reto Kümin	Stellvertreter Betriebsleiterin, Klärwerkfachmann
Marcel Bruhin	Betriebselektriker, Klärwerkfachmann in Ausbildung
Patrick Dietiker	Betriebselektriker, Klärwärter VSA
Toni Schuler	Klärwärter VSA
Roger Suter	Klärwärter VSA

2.2 Ausbildungen

Im Jahr 2023 hat das Betriebspersonal folgende Ausbildungs- und Weiterbildungskurse besucht:

Karin Thum

- Online, VSA, Amphibienschutz in der Siedlungsentwässerung
- Online, VSA, Schwammstadt
- Online, VSA, Gewässerschutz und formulierende Pharmabetriebe, wieviel Wirkstoff gelangt ins Gewässer?
- VSA, 79. Mitgliederversammlung
- VSA, Fortbildungskurs Wassertage, Referat Modul G
- Online, VSA, Stickstoff im Abwasser – Elimination und Rückgewinnung
- Arbeitssicherheit Zehnder, Schulung Arbeitssicherheit
- VSA, Fortbildungskurs Wassertage, Referat Modul G
- VSA, Kanalisationsforum
- AQUA Suisse, Messebesuch
- VSA, Betrieblicher Umweltschutz, Referat Grundwasserschutz, ARA, Oberflächengewässer
- Online, Berner FH, Burgdorfer Abwassertag

Reto Kümin

- Arbeitssicherheit Zehnder, Schulung Arbeitssicherheit
- Arbeitssicherheit Zehnder, ERFA-Tagung

Marcel Bruhin

- VSA, Fachausbildung M3, Ausbildungsstufe zum Klärwerkfachmann
- VSA, Fachausbildung M4, Ausbildungsstufe zum Klärwerkfachmann
- VSA, Fachausbildung M5, Ausbildungsstufe zum Klärwerkfachmann
- Electrosuisse Informationstagung für Betriebselektriker

- Arbeitssicherheit Zehnder, Schulung Arbeitssicherheit

Patrick Dietiker

- Electrosuisse Informationstagung für Betriebselektriker
- Arbeitssicherheit Zehnder, Schulung Arbeitssicherheit

Toni Schuler

- Arbeitssicherheit Zehnder, Schulung Arbeitssicherheit

Roger Suter

- Arbeitssicherheit Zehnder, Schulung Arbeitssicherheit

3 Abwasserreinigung

3.1 Gesamtbeurteilung

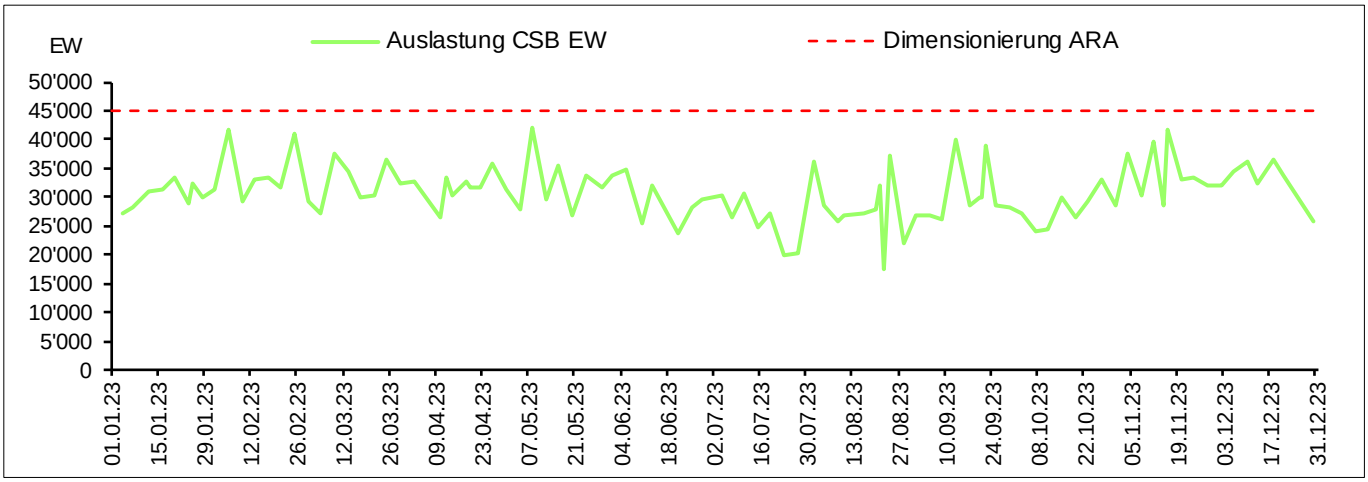
Parameter		Anforderung	Mittel	Anzahl Proben	Anzahl Überschreitungen Zulässig	Tatsächlich
CSB tot.	mg/l	<= 45.00	14.90	95	8	0
Chemischer Sauerstoffbedarf	%	>= 90.00	95.20	95	8	3
BSB5	mg/l	<= 10.00	2.00	28	3	0
Biochemischer Sauerstoffbedarf	%	>= 90.00	98.80	28	3	0
DOC	mg/l	<= 10.00	5.70	95	8	1
Gelöster organischer Kohlenstoff	%	>= 85.00	92.90	95	8	1
P tot.	mg/l	<= 0.20	0.11	139	11	6
Phosphor total	%	>= 80.00	97.40	95	8	0
GUS Gesamte ungelöste Stoffe	mg/l	<= 5.00	2.10	95	8	1
NH4-N	mg/l	<= 2.00	0.93	351	25	49
Ammonium	%	>= 90.00	96.60	87	8	8
NO2-N Nitrit	mg/l	<= 0.30	0.06	200	15	0
Durchsichtigkeit	cm	>= 30.00	63.00	94	8	0

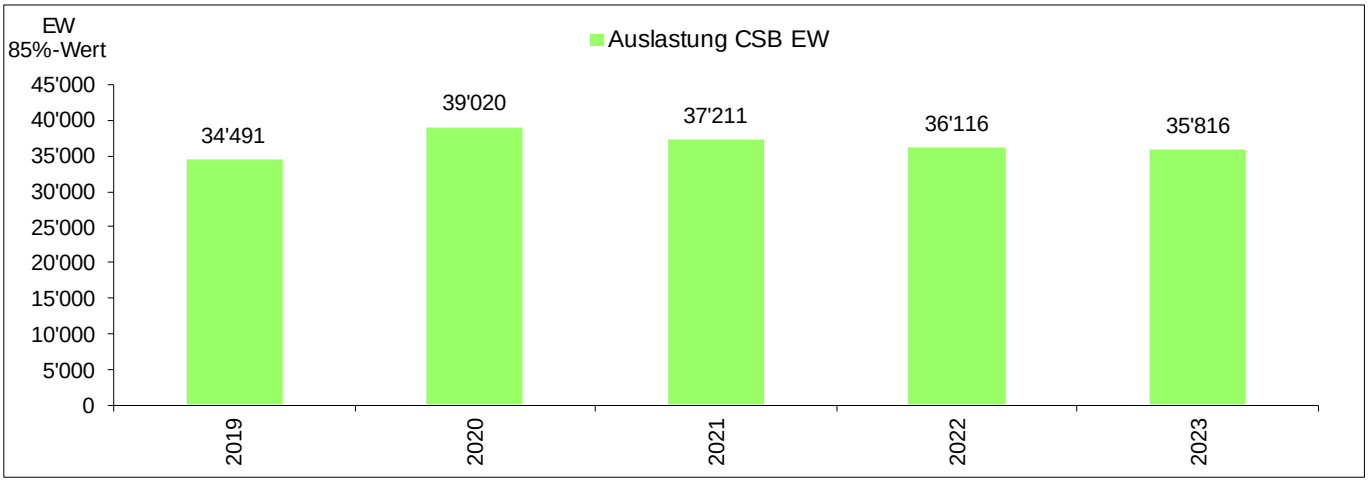
Auszug aus der Gewässerschutzverordnung:

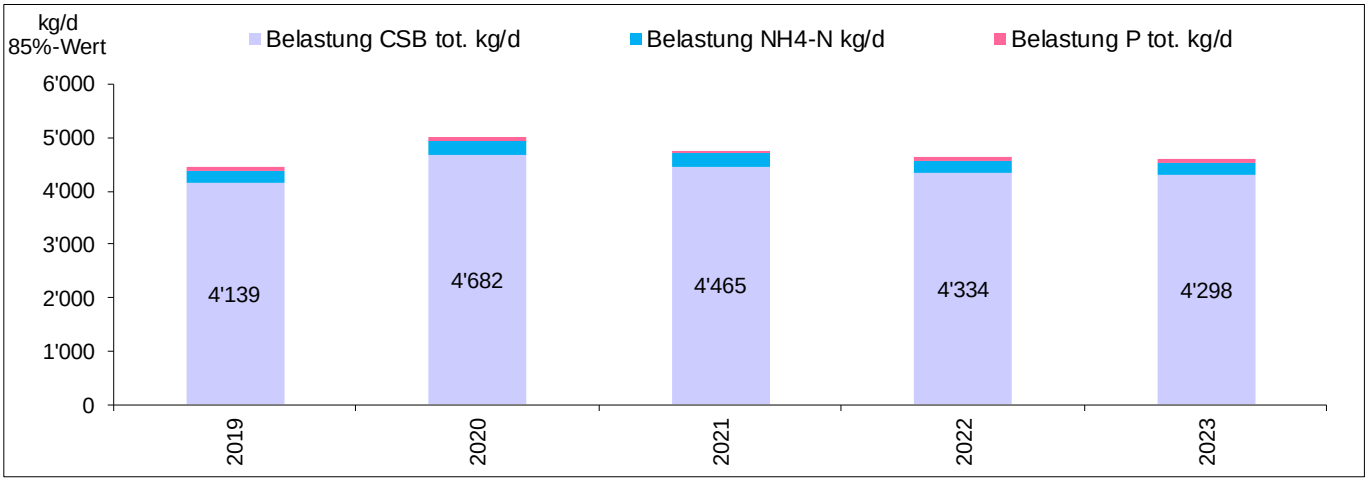
Anzahl der jährlichen Probenahmen	*Anzahl der zulässigen Abweichungen*	*Anzahl der jährlichen Probenahmen*	*Anzahl der zulässigen Abweichungen*
4-7	1	172-187	14
8-16	2	188-203	15
17-28	3	204-219	16
29-40	4	220-235	17
41-53	5	236-251	18
54-67	6	252-268	19
68-81	7	269-284	20
82-95	8	285-300	21
96-110	9	301-317	22
111-125	10	318-334	23
126-140	11	335-350	24
141-155	12	351-365	25
156-171	13		

3.2 Belastungen ARA

	Einheit	2019	2020	2021	2022	2023
Auslastung ARA CSB (85%)	**EW**	34'491	39'020	37'211	36'116	35'816
Belastung ARA CSB tot. (85%)	**kg/d**	4'139	4'682	4'465	4'334	4'298
Belastung ARA NH4-N (85%)	**kg/d**	250	266	246	244	242
Belastung ARA P tot. (85%)	**kg/d**	52.2	54.4	55.9	53.1	51.1

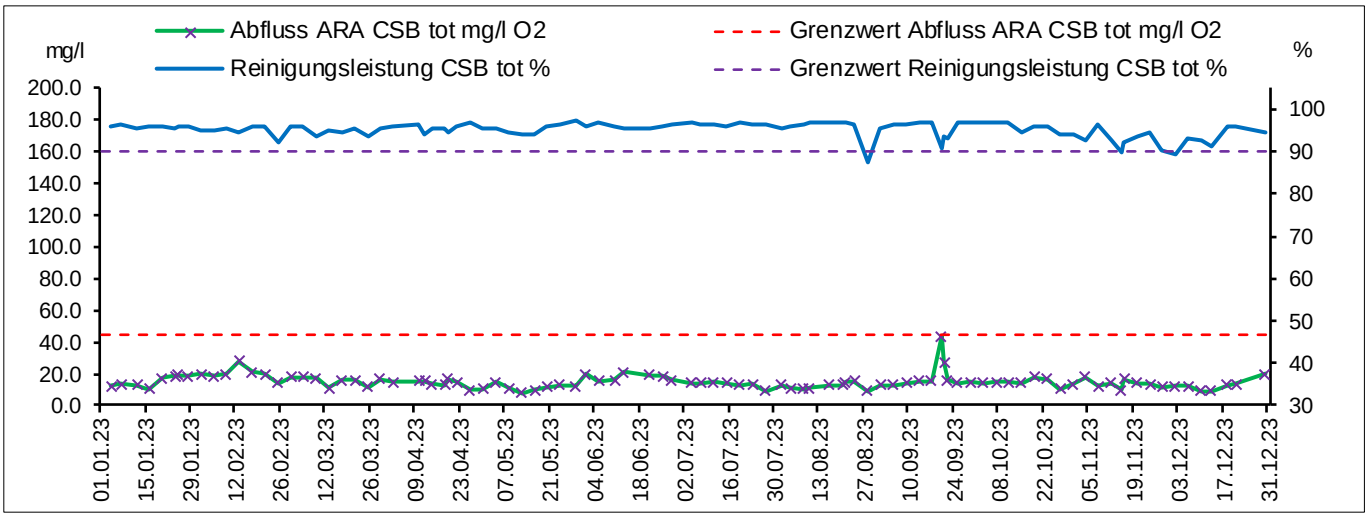


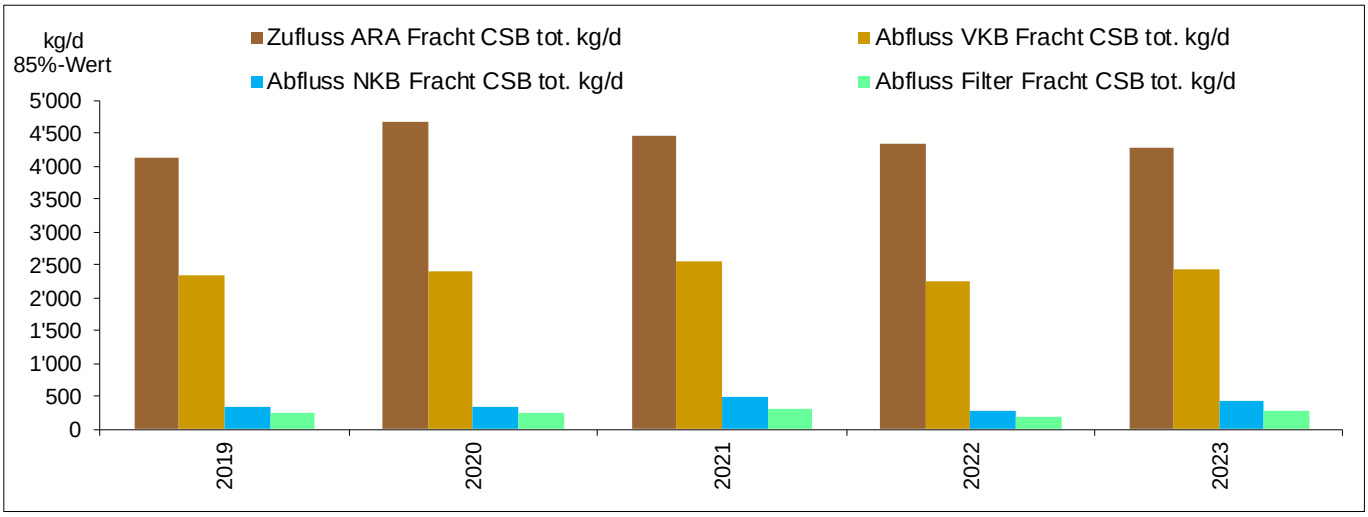




4 Grafiken Einleitbedingungen

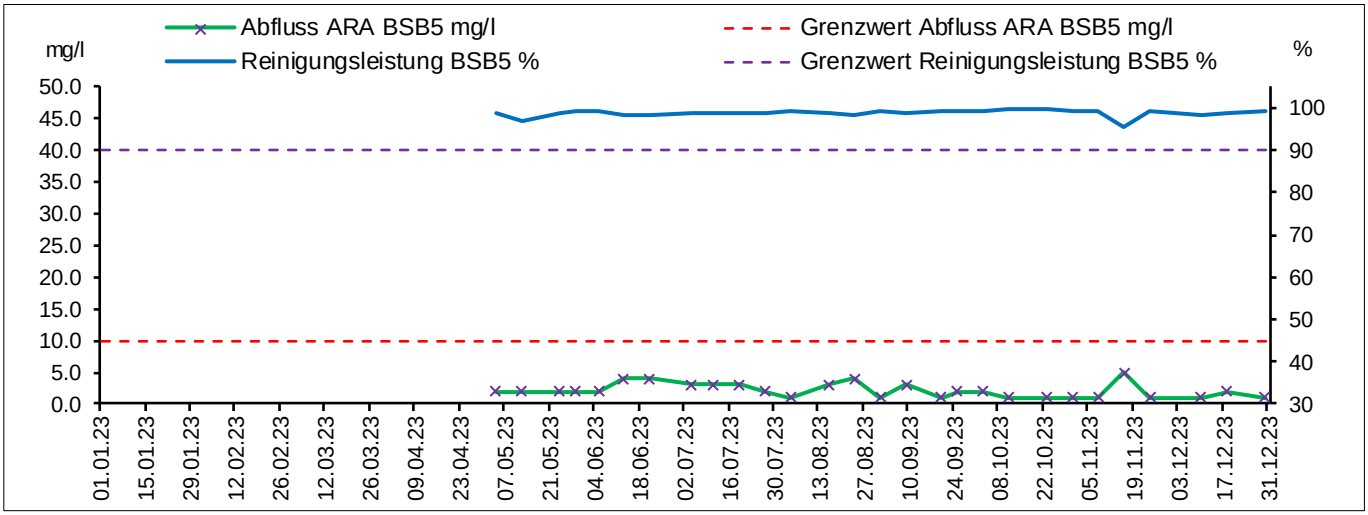
4.1.1 Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB tot.)

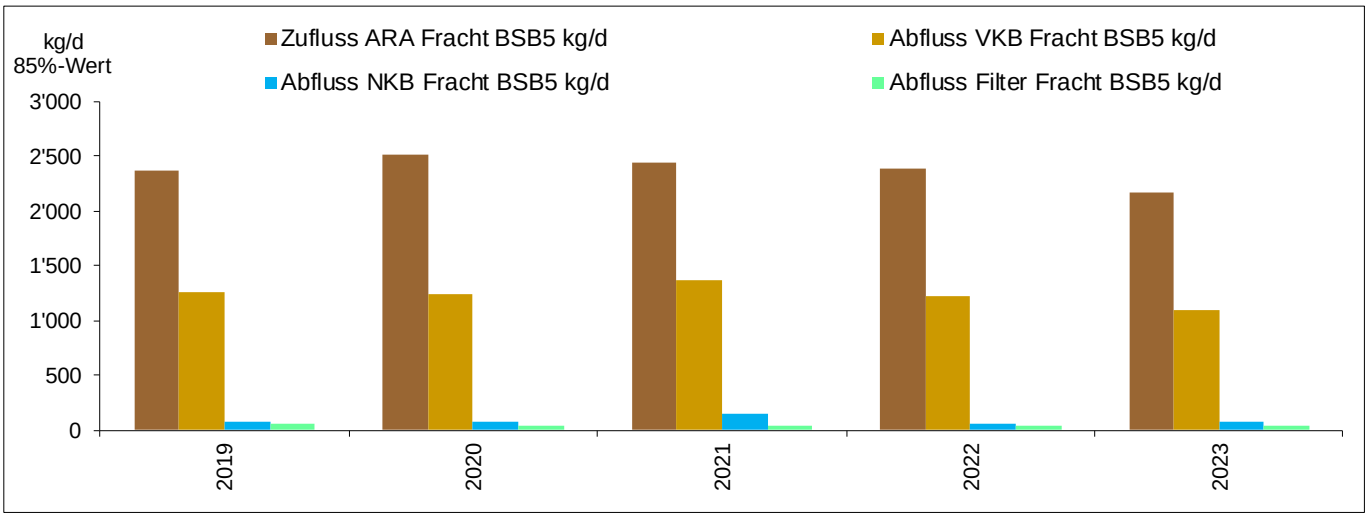




Parameter		Anforderung	Mittel	Anzahl Proben	Anzahl Überschreitungen Zulässig	Tatsächlich
CSB tot.	mg/l	<= 45.00	14.90	95	8	0
Chemischer Sauerstoffbedarf	%	>= 90.00	95.20	95	8	3

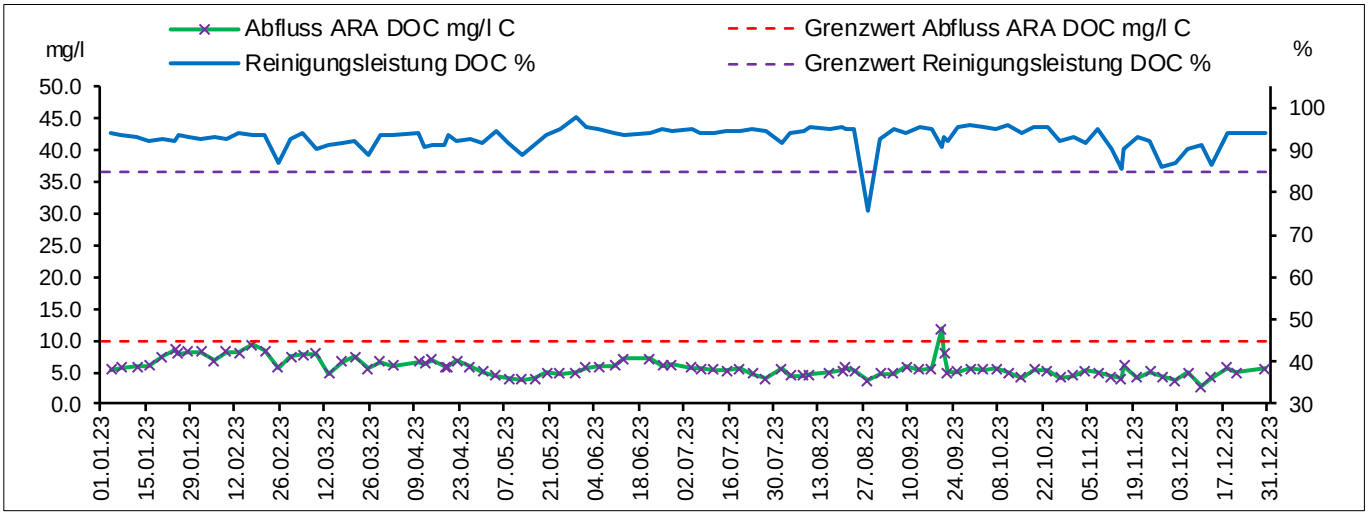
4.1.2 Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (BSB5)

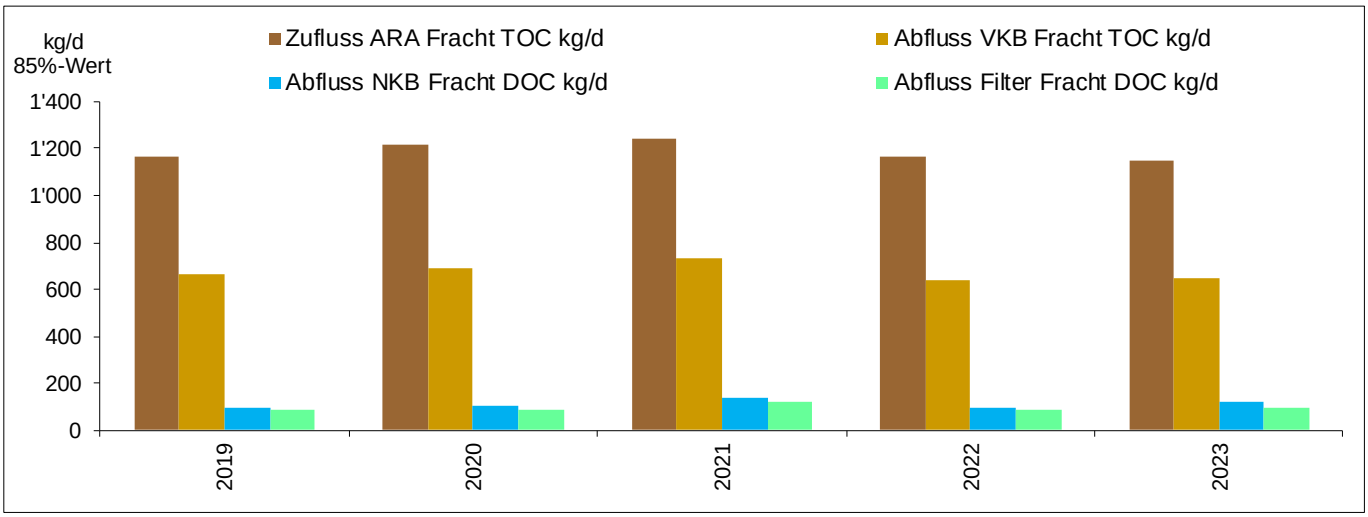




Parameter		Anforderung	Mittel	Anzahl Proben	Anzahl Überschreitungen Zulässig	Tatsächlich
BSB5	mg/l	<= 10.00	2.00	28	3	0
Biochemischer Sauerstoffbedarf	%	>= 90.00	98.80	28	3	0

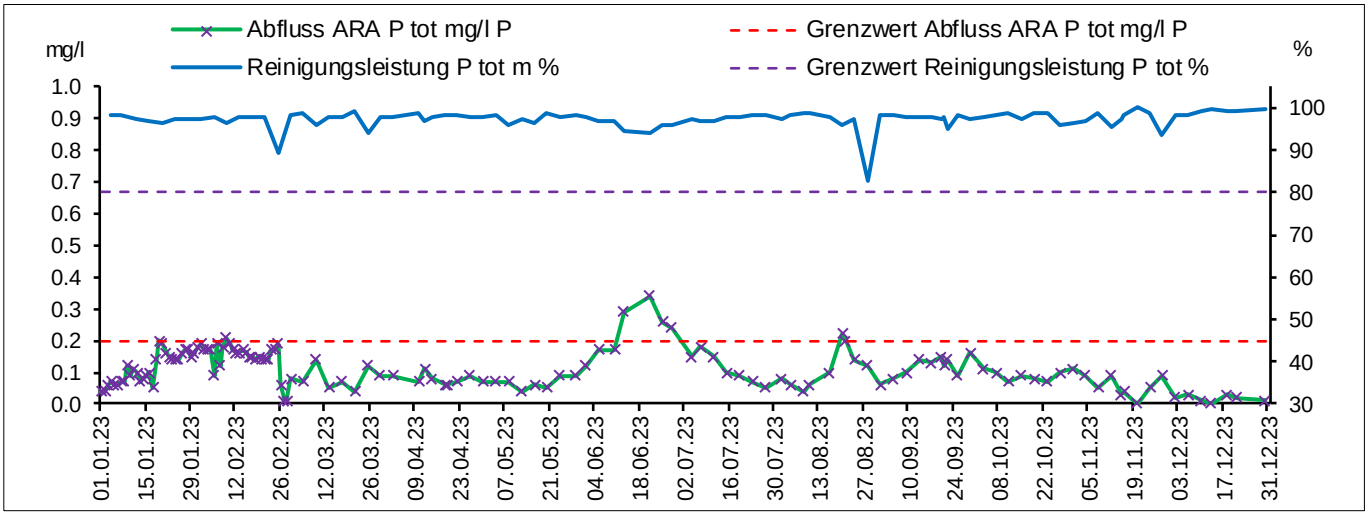
4.1.3 Organischer Kohlenstoff (DOC)

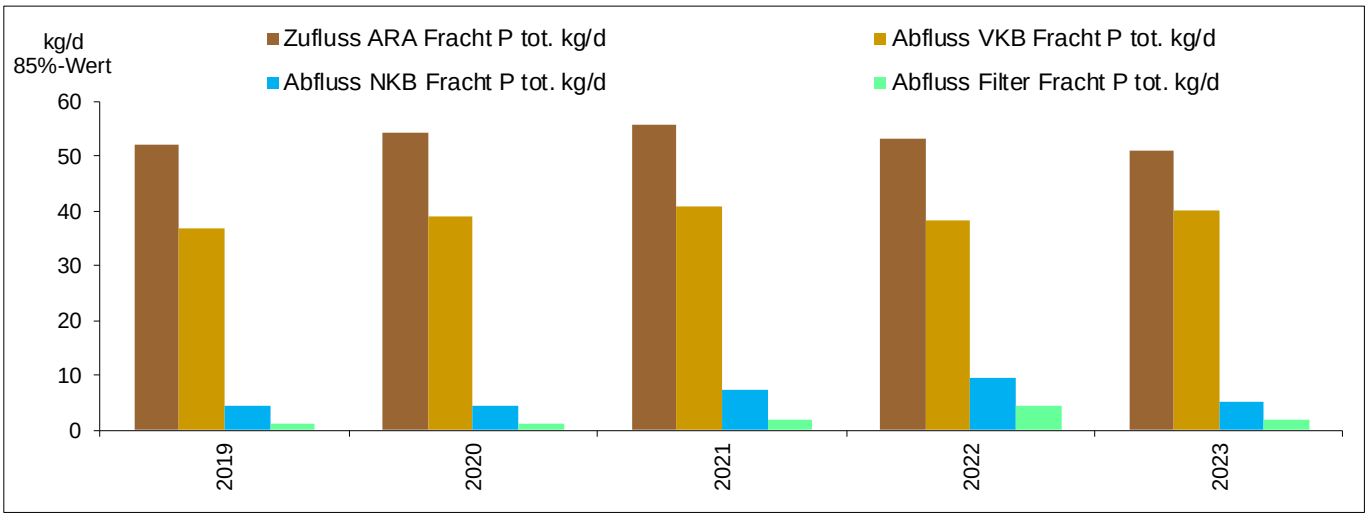




Parameter		Anforderung	Mittel	Anzahl Proben	Anzahl Überschreitungen Zulässig	Tatsächlich
DOC	mg/l	<= 10.00	5.70	95	8	1
Gelöster organischer Kohlenstoff	%	>= 85.00	92.90	95	8	1

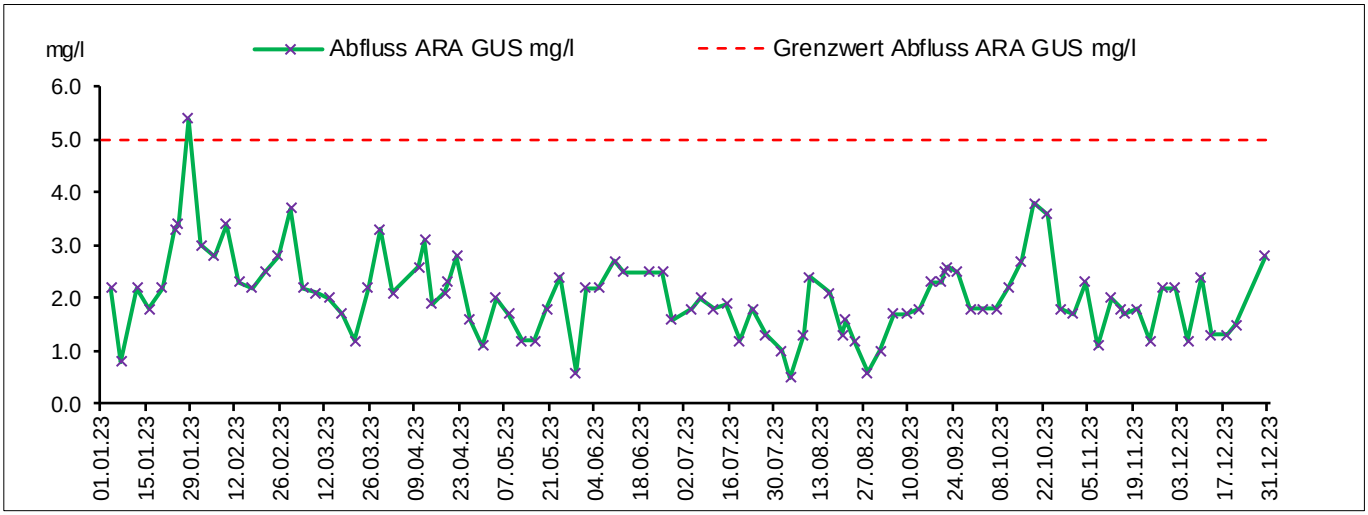
4.1.4 Phosphor gesamt (P tot.)





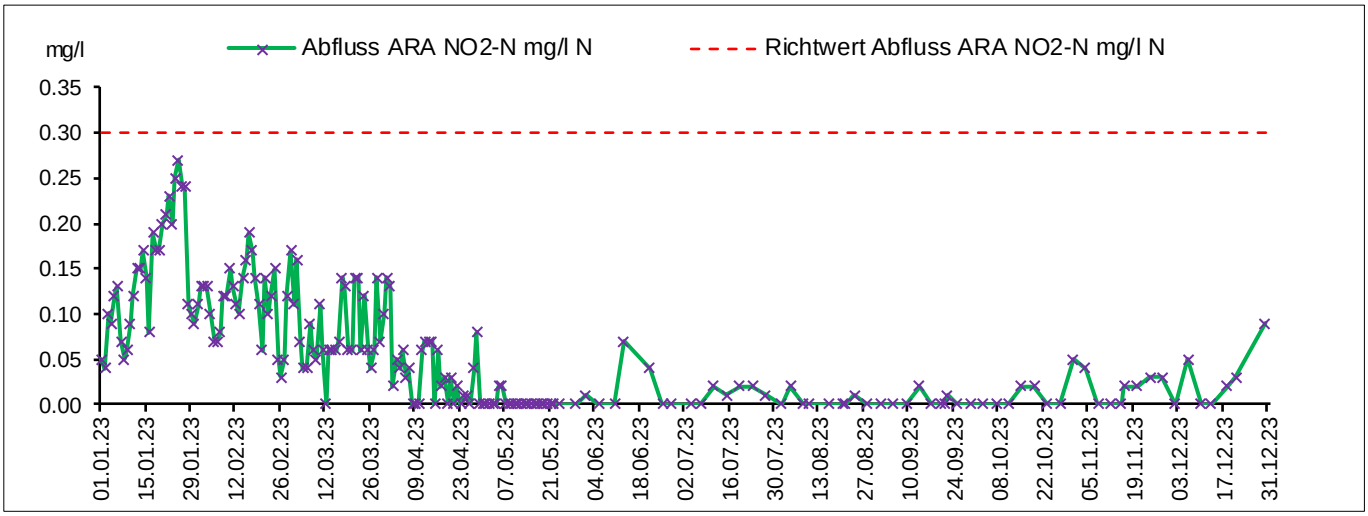
Parameter		Anforderung	Mittel	Anzahl Proben	Anzahl Überschreitungen Zulässig	Tatsächlich
P tot.	mg/l	<= 0.20	0.11	139	11	6
Phosphor total	%	>= 80.00	97.40	95	8	0

4.1.5 Gesamte ungelöste Stoffe (GUS)



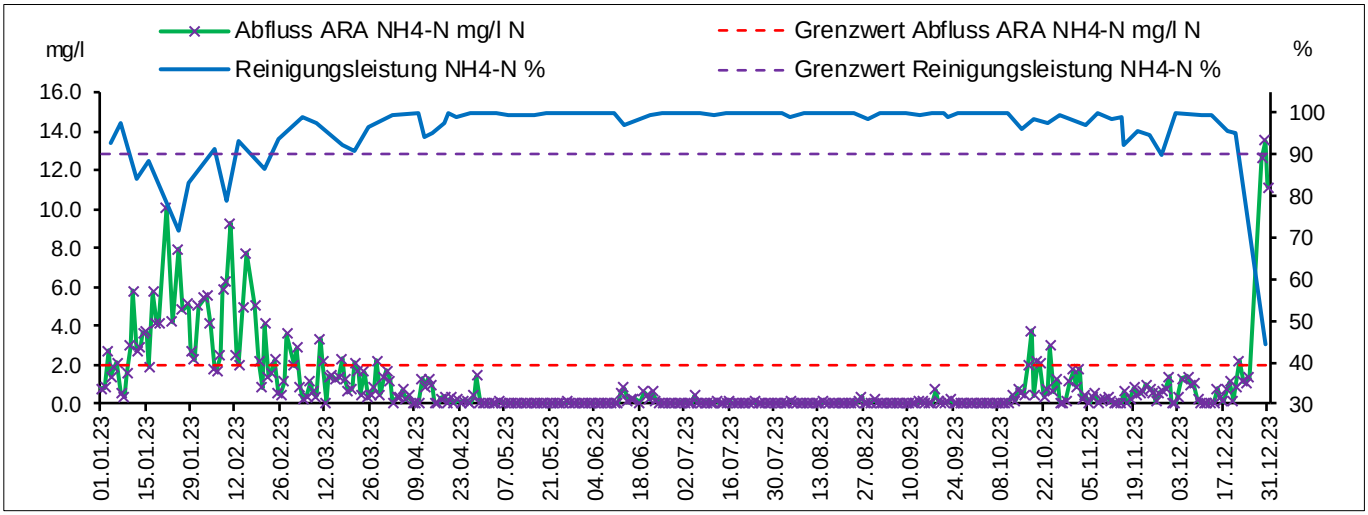
Parameter		Anforderung	Mittel	Anzahl Proben	Anzahl Überschreitungen Zulässig	Tatsächlich
GUS Gesamte ungelöste Stoffe	mg/l	<= 5.00	2.10	95	8	1

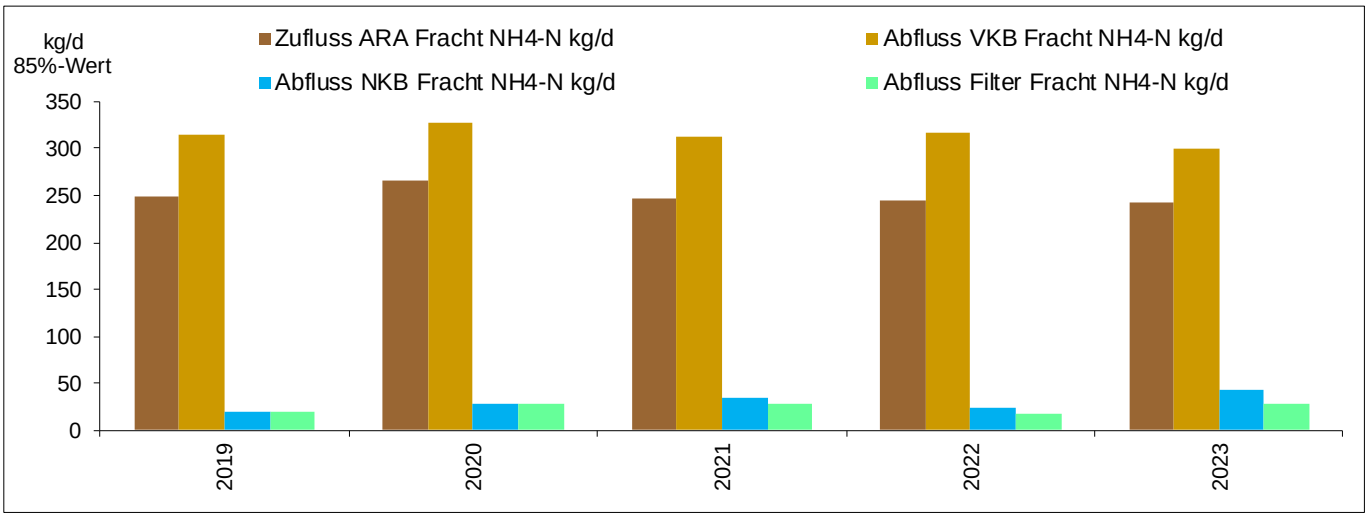
4.1.6 Nitrit (NO2-N)



Parameter		Anforderung	Mittel	Anzahl Proben	Anzahl Überschreitungen Zulässig	Tatsächlich
NO2-N Nitrit	mg/l	<= 0.30	0.06	200	15	0

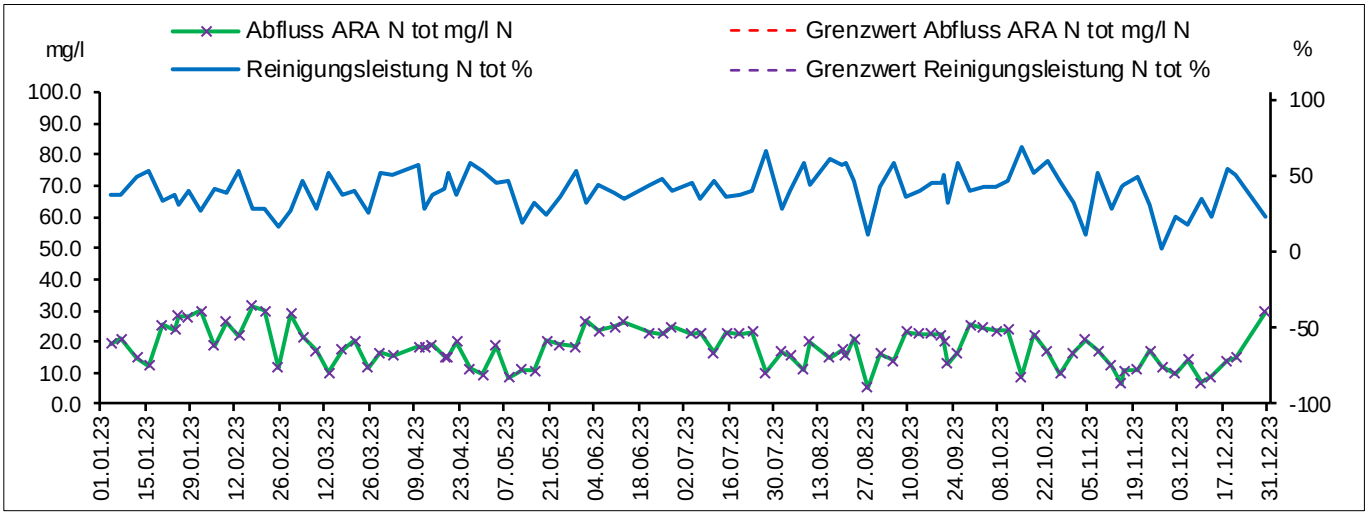
4.1.7 Ammonium (NH4-N)

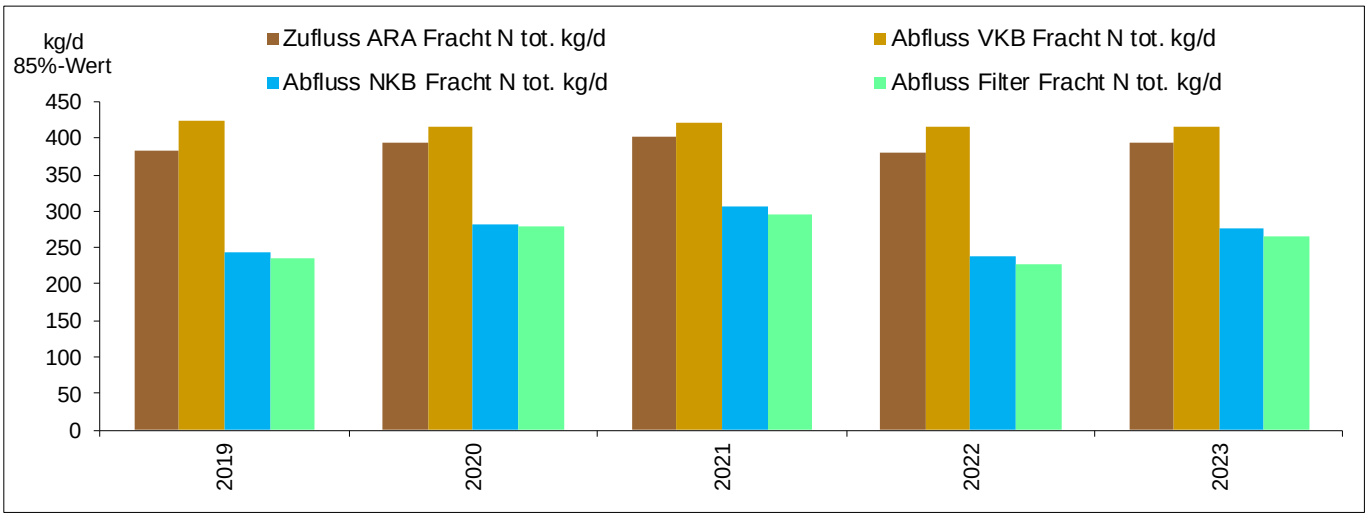




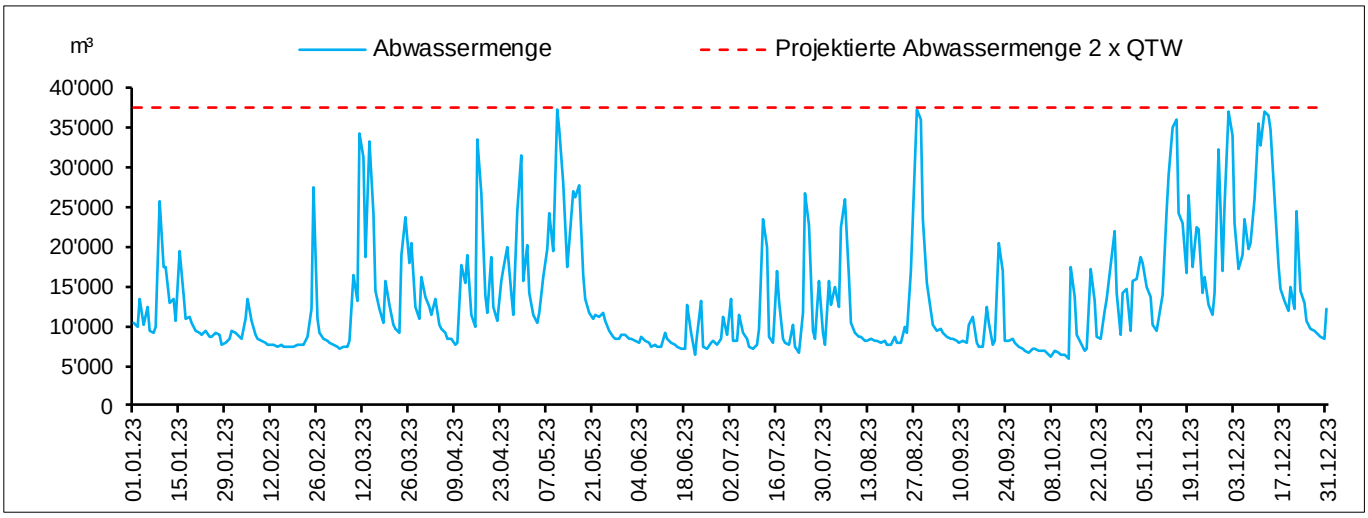
Parameter		Anforderung	Mittel	Anzahl Proben	Anzahl Überschreitungen Zulässig	Tatsächlich
NH4-N	mg/l	<= 2.00	0.93	351	25	49
Ammonium	%	>= 90.00	96.60	87	8	8

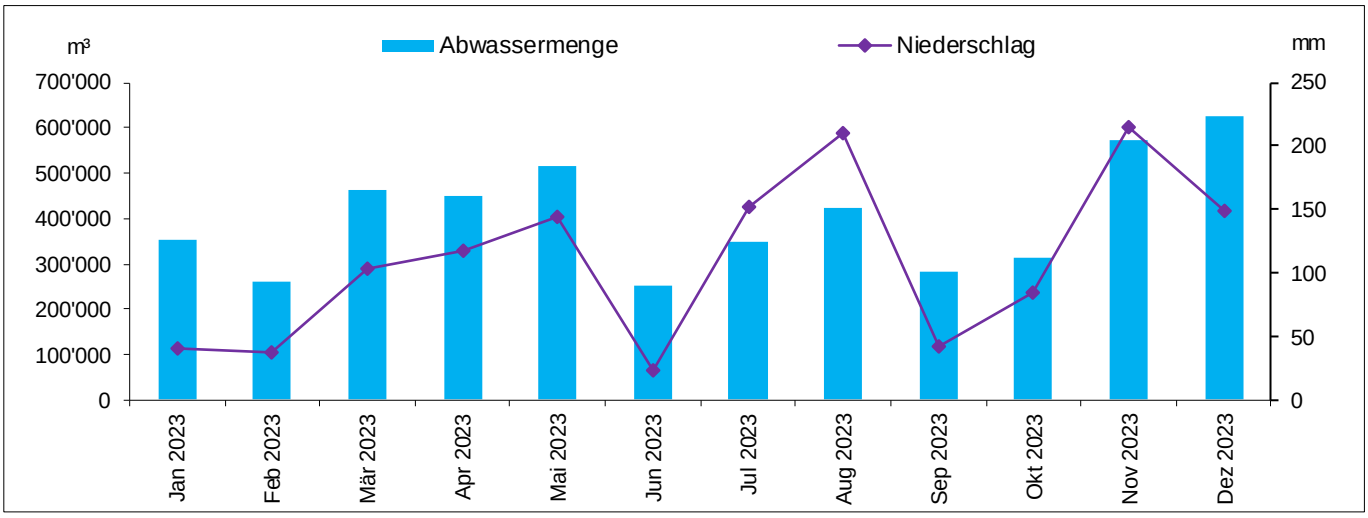
4.1.8 Stickstoff gesamt (N tot.)

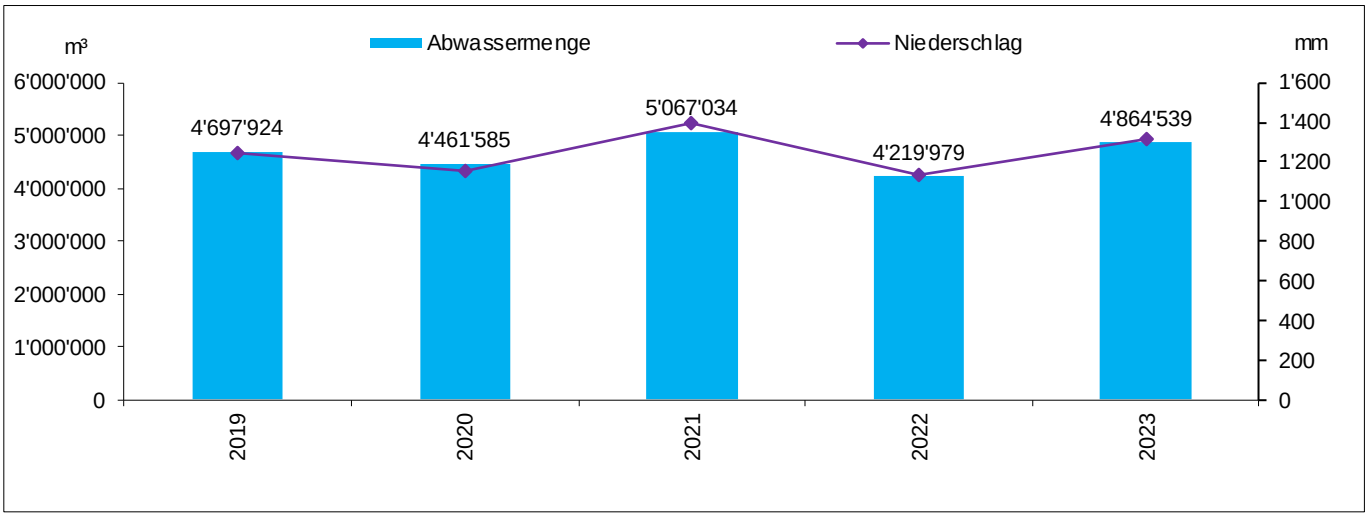




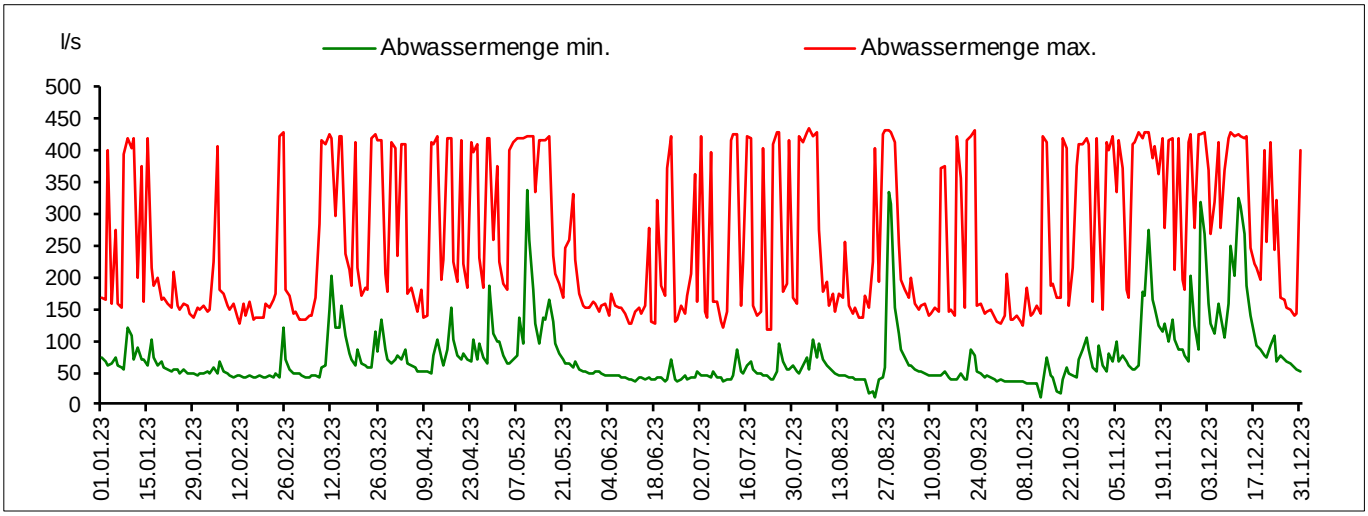
4.2 Abwassermengen / Abwassertemperaturen



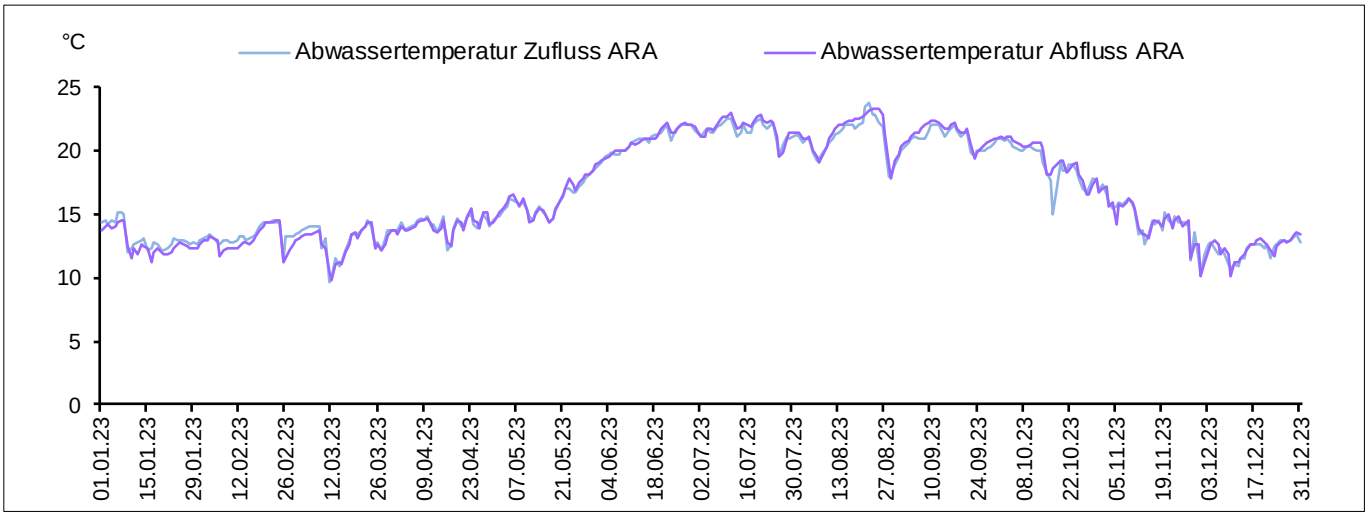




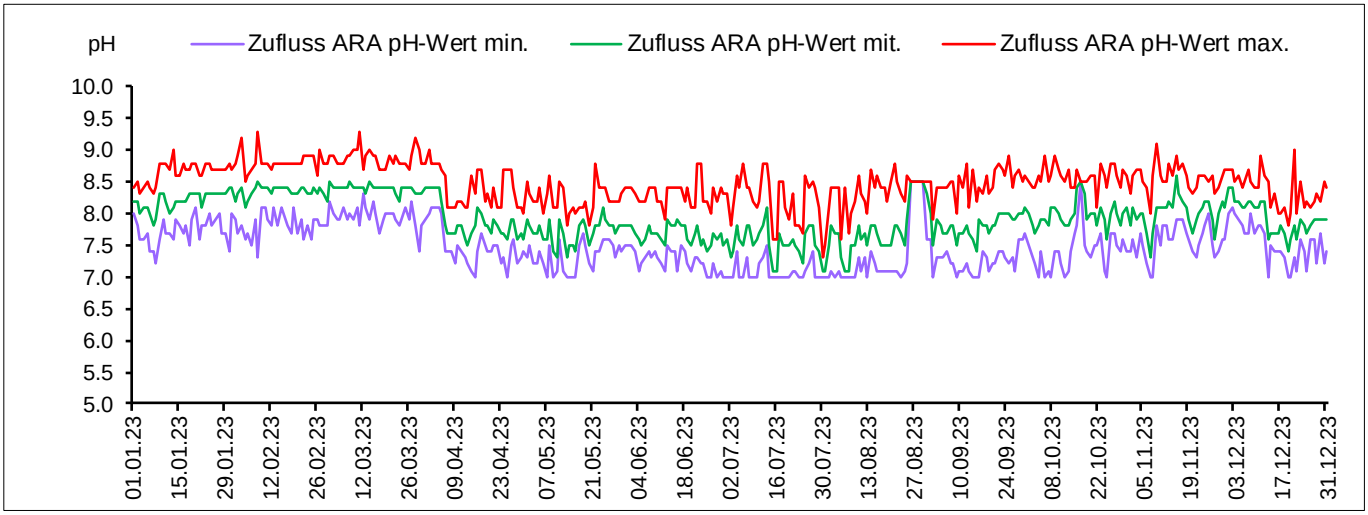
Tagesverlauf Q min. / Q max.



Tagesverlauf Wassertemperaturen

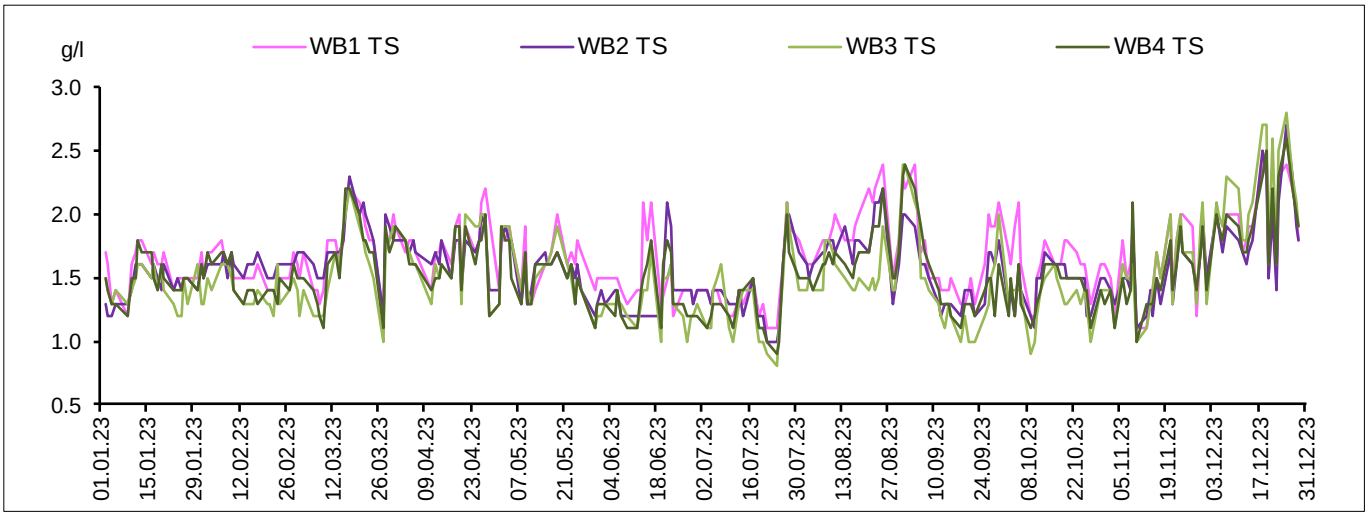


Tagesverlauf pH-Werte

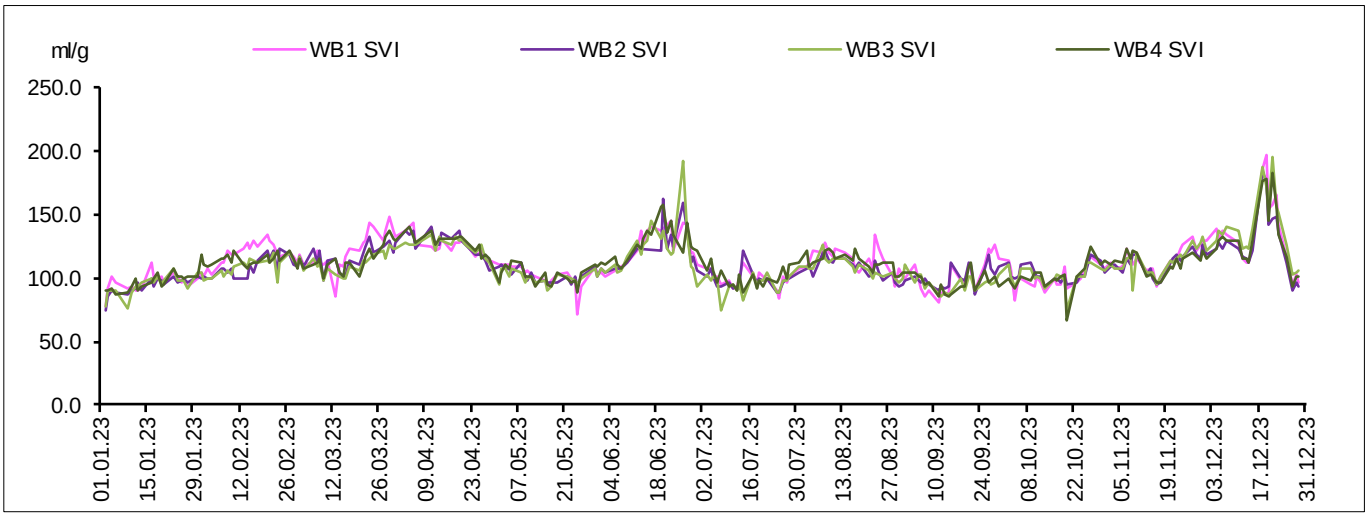


5 Biologie WB

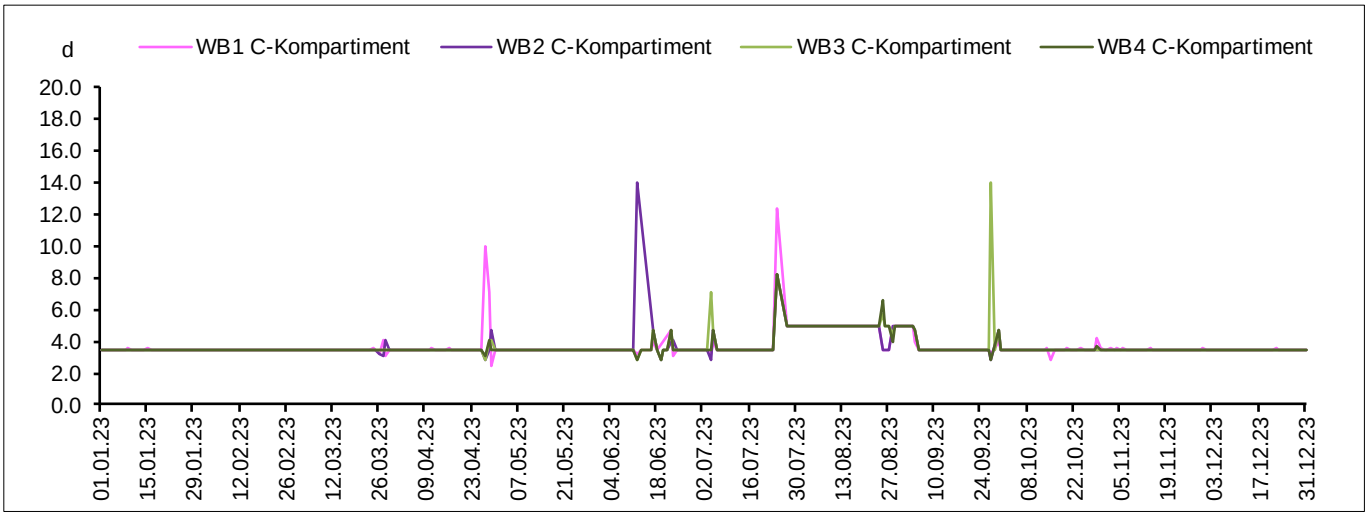
Tagesverlauf Trockensubstanz TS



Tagesverlauf Schlammvolumenindex SVI

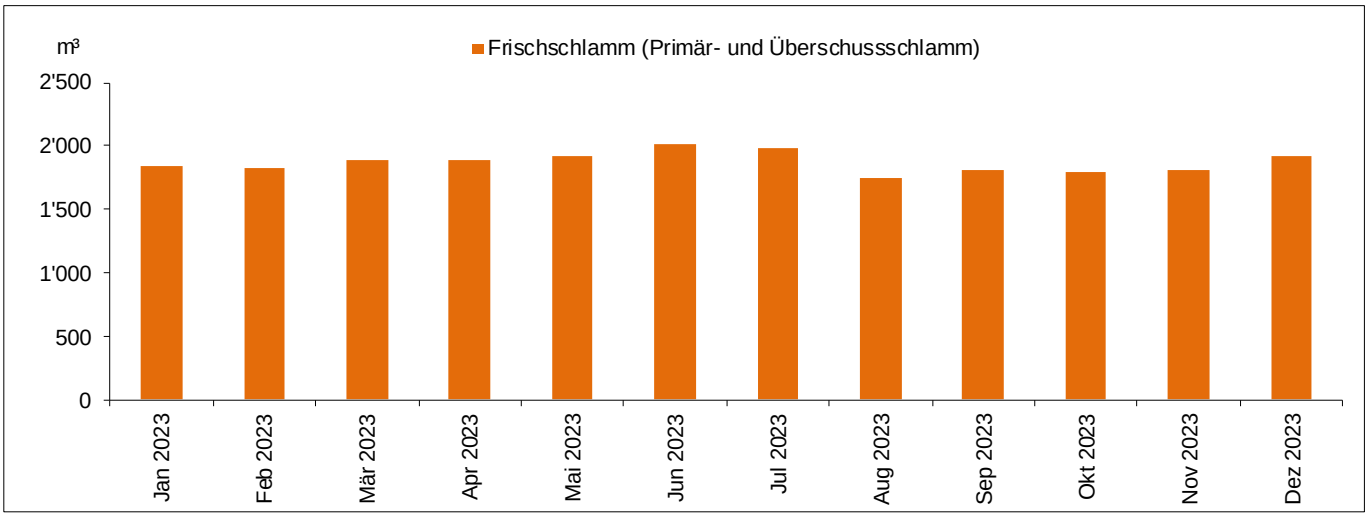


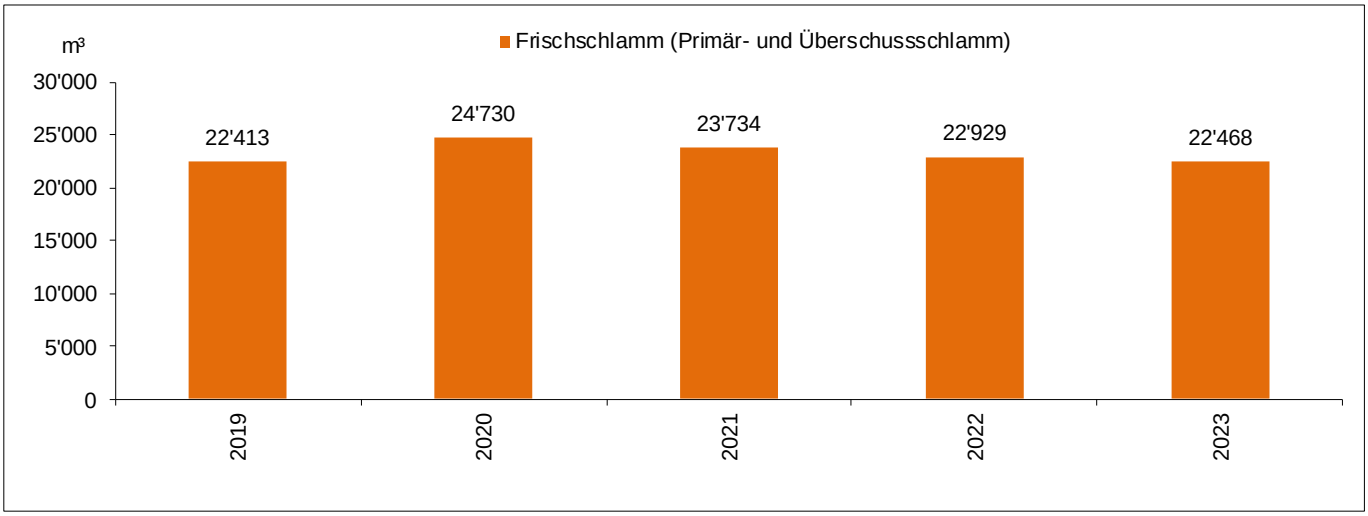
Tagesverlauf Schlammalter in Tagen (C-Kompartiment)



6 Schlammbehandlung

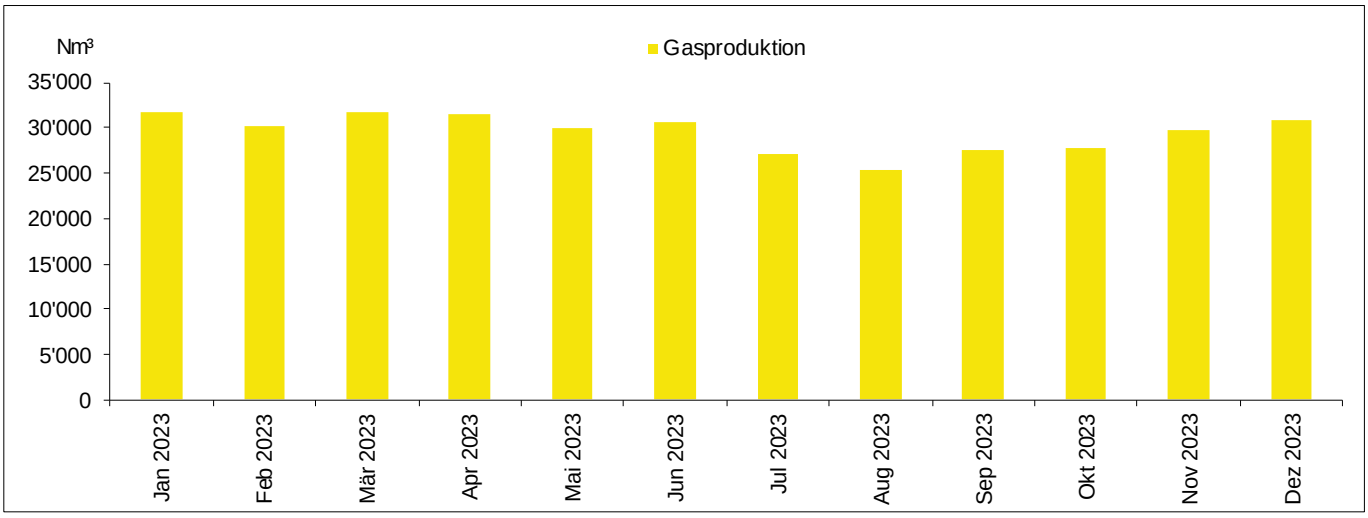
	Einheit	2019	2020	2021	2022	2023
Frischschlamm (PS + ÜSS)	**m³**	22'413	24'737	23'732	22'929	22'471
Frischschlamm (PS + ÜSS) TR	**%**	4.3	4.0	4.4	4.1	4.5
Frischschlamm (PS + ÜSS) Fracht TR	**t TR**	2.629	2.733	2.858	2.557	2.739
Frischschlamm (PS + ÜSS) Fracht oTR	**t oTR**	1.907	2.016	2.061	1.937	1.999
Aufenthaltszeit Faulraum	**d**	20.2	18.0	18.9	19.4	19.8
Abbau oTR im Faulraum	**%**	55.7	54.3	57.5	56.0	56.7
Spezifische Klärgasproduktion	**l/kg oTR**	490.8	496.8	493.6	510.5	492.2

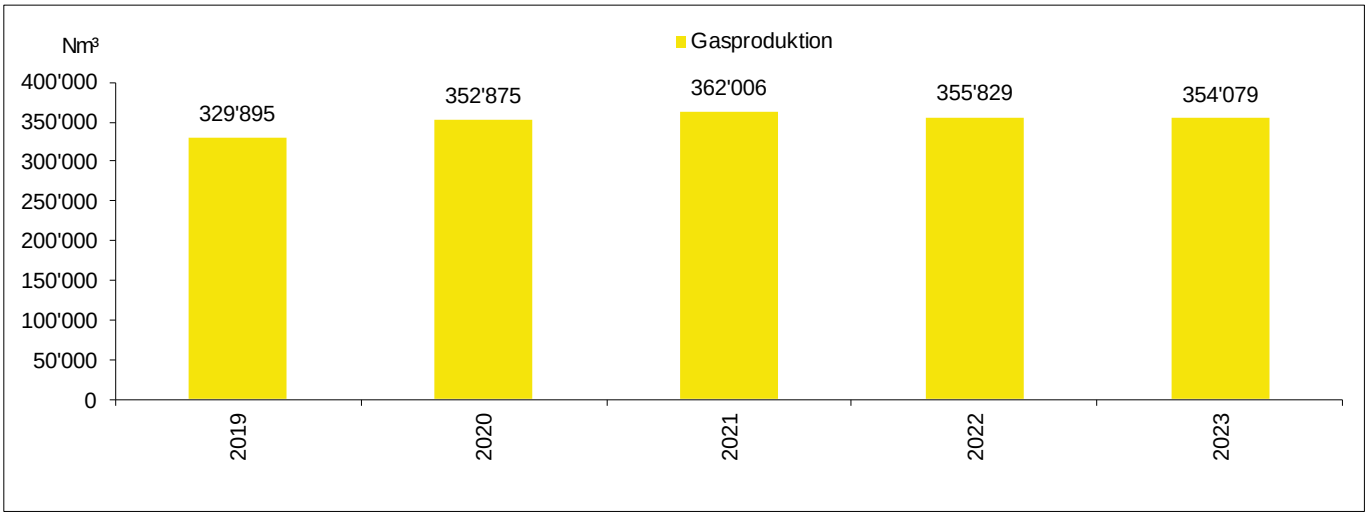




7 Gashaushalt

	Einheit	2019	2020	2021	2022	2023
Gasverbrauch BHKW	**Nm³**	328'949	343'606	359'108	352'802	352'716
Gasverbrauch Fackel	**Nm³**	946	9'269	2'898	3'027	1'363
Gasproduktion Total	**Nm³**	329'895	352'875	362'006	355'829	354'079

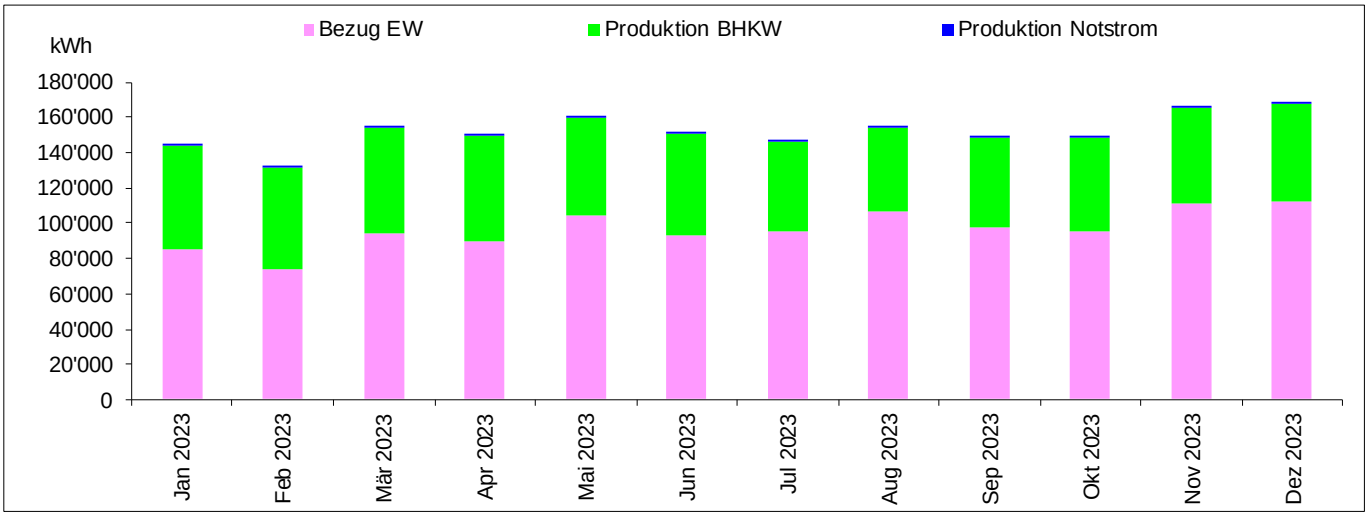


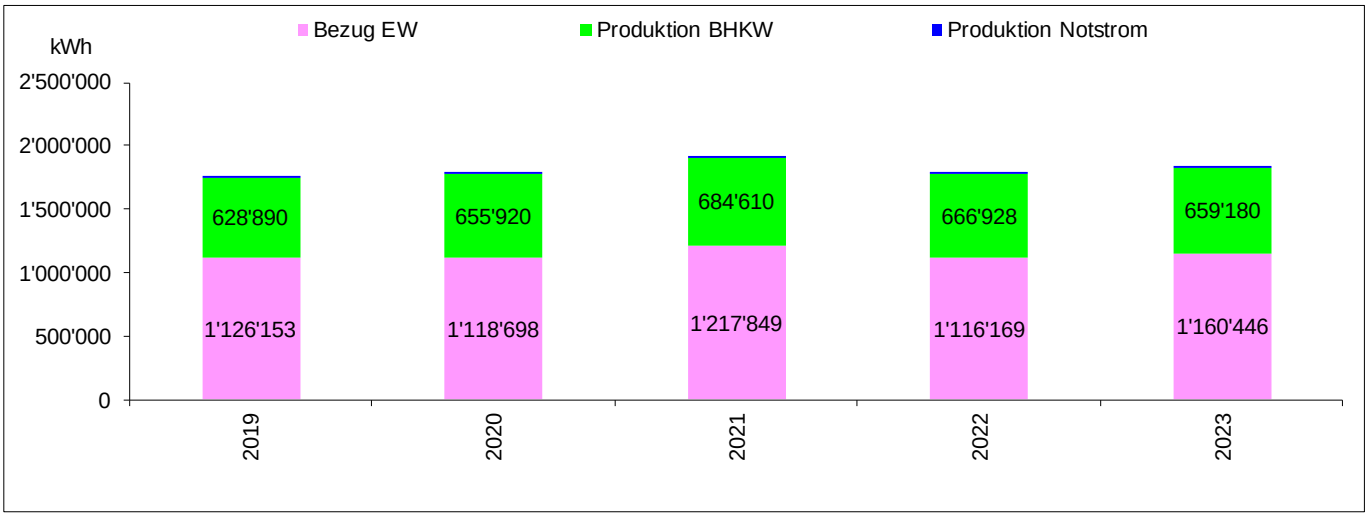


8 Energiebilanz

8.1 Energie ARA Total

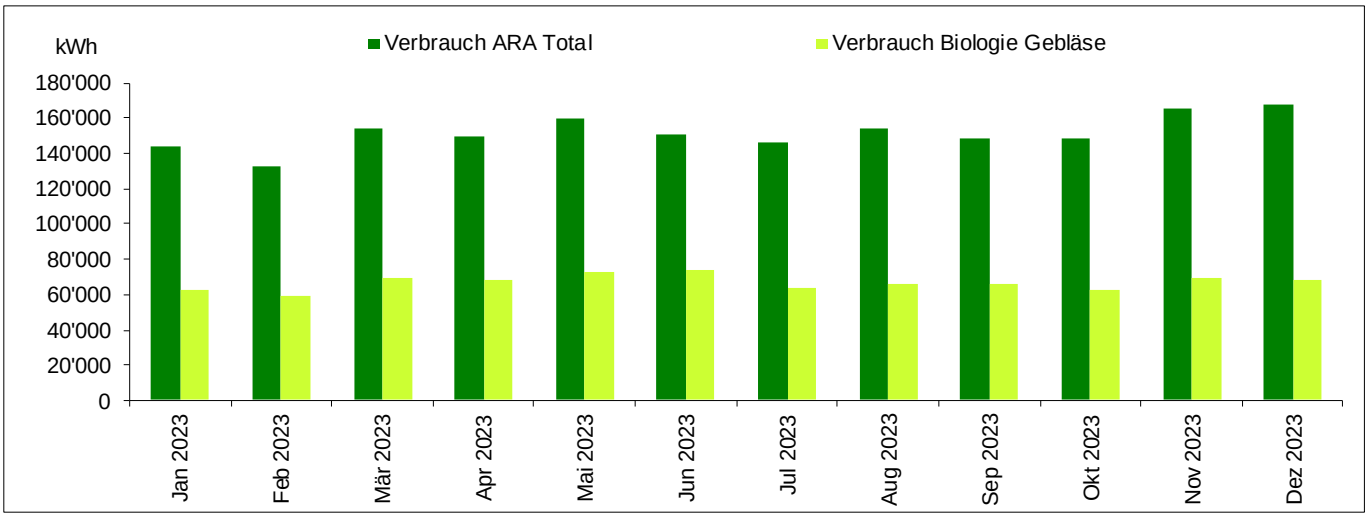
	Einheit	2019	2020	2021	2022	2023
El. Energie Bezug EW	**kWh**	1'126'153	1'118'698	1'217'849	1'116'169	1'160'446
El. Energie Produktion BHKW	**kWh**	628'890	655'920	684'610	666'928	659'180
El. Energie Produktion Notstrom	**kWh**	5'098	5'000	3'724	3'925	3'959
El. Energie Verbrauch ARA Total	**kWh**	1'760'141	1'779'618	1'906'183	1'787'022	1'823'585
El. Energie Produktion PV	**kWh**	28'359	28'968	25'688	28'527	24'923

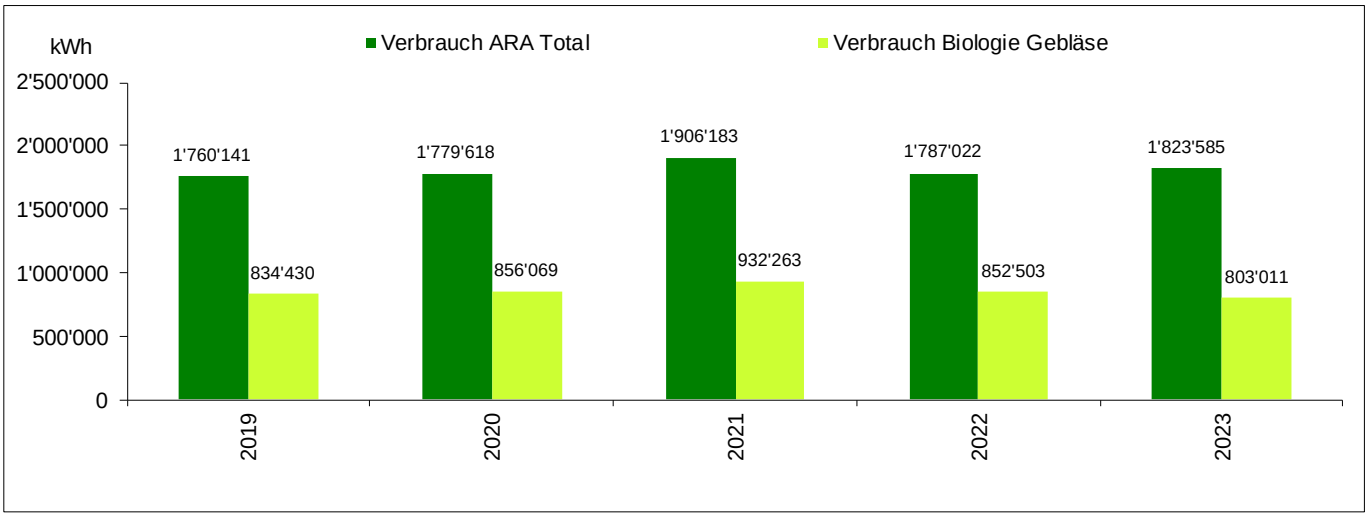




8.2 Energie UV's

	Einheit	2019	2020	2021	2022	2023
El. Energie ARA Total	kWh	1'760'141	1'779'618	1'906'183	1'787'022	1'823'585
El. Energie Biologie Gebläse Total	kWh	834'430	856'069	932'263	852'503	803'011
El. Energie Überschussschlamm	kWh	9'757	10'193	14'412	13'030	15'224
El. Energie RLS Pumpen	kWh	49'381	50'306	52'681	47'699	51'795
El. Energie BB, Rührwerke, C-Abbau	kWh	59'867	59'742	59'634	62'584	68'337
El. Energie NKB, Schwimmschlamm	kWh	10'668	10'876	10'672	10'999	11'029
El. Energie Filtration Total UW04	kWh	135'773	132'526	135'935	130'580	140'136
El. Energie Regenbecken	kWh	3'862	3'985	4'487	4'269	4'619
El. Energie Mech. Reinigung	kWh	245'344	231'973	252'713	223'019	242'024
El. Energie Schlammentwässerung	kWh	52'335	58'940	47'831	46'790	45'266
El. Energie Schlammanlage	kWh	135'450	139'908	136'218	133'879	134'053
El. Energie Dekanter ÜSS	kWh	88'755	90'941	124'054	115'521	130'047

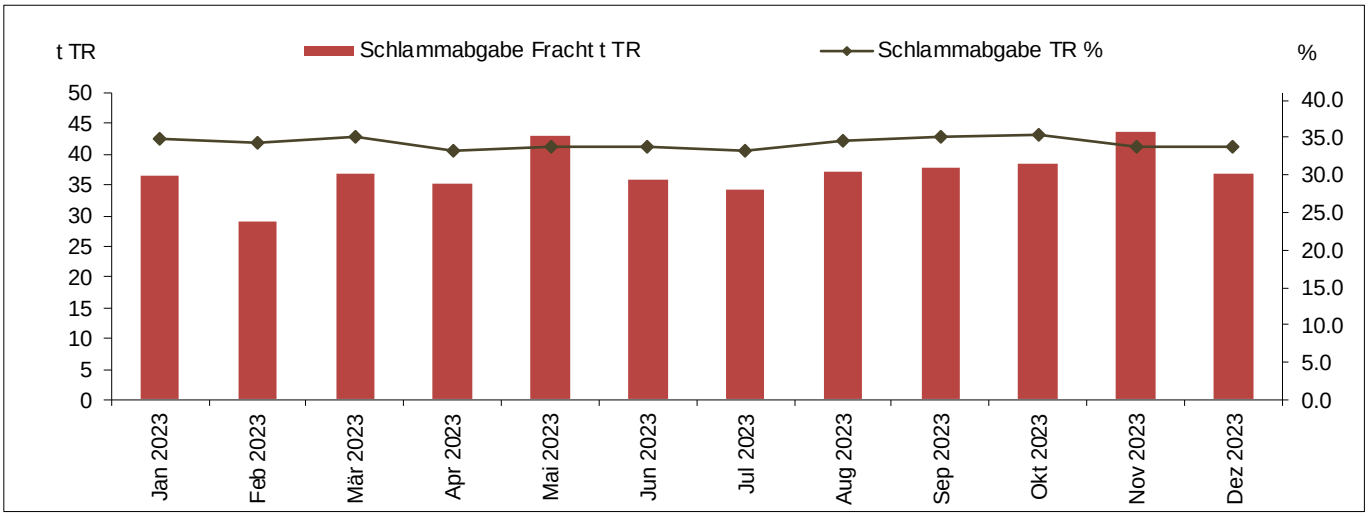


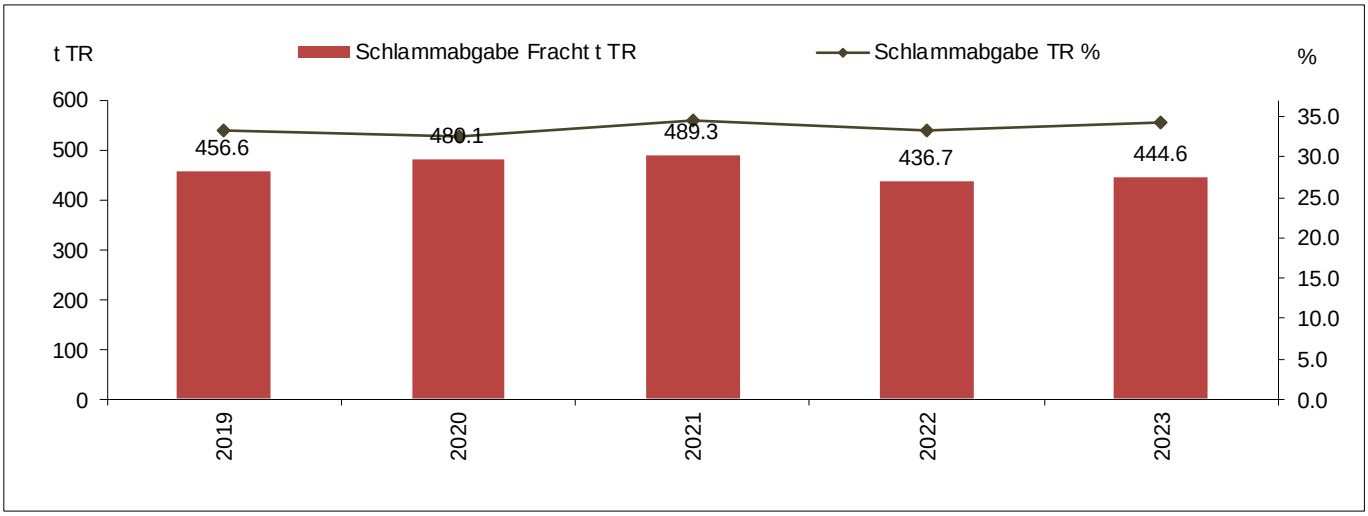


9 Entsorgung

9.1 Entsorgung Klärschlamm

	Einheit	2019	2020	2021	2022	2023
Abgabe Schlamm Entwässert	**t**	1'366.9	1'475.2	1'411.4	1'308.4	1'297.6
Abgabe Schlamm Entwässert TR	**%**	33.4	32.5	34.6	33.4	34.3
Abgabe Schlamm Entwässert Fracht	**t TR**	456.6	480.1	489.3	436.7	444.6





9.2 Entsorgung Diverses

	Einheit	2019	2020	2021	2022	2023
Entsorgung Rechen-/ Strainpressgut	**m³**	207.2	212.8	222.4	204.8	196.8
Entsorgung Sandfanggut	**m³**		6.0	6.0	6.0	6.0

10 Fachbegriffe

EW	Einwohnerwert
EGW	Einwohnergleichwert
TW	Trockenwetter
RW	Regenwetter
TS	Trockensubstanz (Filtermethode)
TR	Trockenrückstand (Eindampfmethode)
ARA	Abwasserreinigungsanlage
VKB	Vorklärbecken
NKB	Nachklärbecken
BSB5	Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
TOC	Totaler organischer Kohlenstoff
DOC	Gelöster organischer Kohlenstoff
GUS	Gesamt ungelöste Stoffe (Filter 0.45 µm Porenweite)
NH4-N	Ammonium – Stickstoff
N tot.	Stickstoff gesamt / total
NO3-N	Nitrat – Stickstoff
NO2-N	Nitrit – Stickstoff
P tot.	Phosphor gesamt / total