

GESCHÄFTSBERICHT 2022



Geschäftsbericht 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	5
2	Organisatorisches	6
2.1	Delegiertenversammlung	6
2.2	Betriebskommission.....	7
3	Bautätigkeitsbericht	8
3.1	Neubau HSK Ruggell-Bendern	8
4	Anschaffungen und Werterhaltung	10
4.1	ARA.....	10
5	Aussenanlagen.....	11
5.1	Betriebsrapport Regenklärbecken.....	12
6	Betriebsbericht und Betriebsdaten	13
6.1	Zusammenfassung	13
6.2	Einleitung.....	15
6.2.1	Kontrolle der Anlage	15
6.2.2	Betrieb ARA.....	16
6.3	Belastungen im Zulauf	18
6.3.1	Abwassermengen	18
6.3.2	Stofffrachten	20
6.3.3	Fremdwasser	23
6.4	Behandelte Abwassermenge und entzogene Stofffrachten	24
6.4.1	10-Jahres Diagramm entzogene Stofffrachten.....	25
6.5	Beschaffenheit des gereinigten Abwassers und Reinigungsleistung	26
6.5.1	Konzentrationen.....	26
6.5.2	Betriebsdaten (Diagramme).....	27
6.5.3	Kontrollproben des Amtes für Umwelt im Vergleich mit Analysen der ARA.....	29
6.5.4	Abbauleistung.....	30
6.5.5	Restfrachten (an Labortagen)	31
6.5.6	Online Messung Ablauf Rhein.....	33
6.6	Phosphat Simultanfällung	35
6.7	Belebtschlammeigenschaften	35
6.8	Klärschlamm.....	36
6.8.1	Überschussschlamm	36
6.8.2	Frischschlamm.....	37

6.8.3	Abbau und Eindickung	39
6.8.4	Klärschlamm Verwertung	39
6.8.5	Weitergehende Schlammbehandlung	40
6.8.6	Klärschlamm - Granulat	43
6.8.7	Gasproduktion	44
6.9	Energiebilanzen	46
6.9.1	Deckung des Energiebedarfs	46
6.9.2	Stromverbrauch/-rückspeisung	49
6.9.3	Spezifischer Energieverbrauch	51
7	Kontrollbericht vom Amt für Umwelt	53
8	Finanzen Rückblick	55
8.1	Bilanz 2022 / 2021	55
8.2	Erfolgsrechnung 2022 / 2021	57
8.3	Investitionen 1973 – 2022	59
8.4	Anhang zur Jahresrechnung per 31. Dezember 2022	60
8.5	Revisionsbericht	61
8.6	Zusammenstellung der Einwohnergleichwerte und Betriebskostenanteile 2022	62
9	Finanzen Ausblick	63
9.1	Betriebskostenbudget 2023	63
9.2	Verteilschlüssel für Betriebskostenbudget 2023	65
9.3	Investitionsbudget 2023	66
9.4	Budgetierter Investitionskostenverteiler 2023	67
9.5	Übersicht Investitionskostenverteiler 2023 – 2027 inkl. Gemeindeanteile	68
10	Personelles	69
10.1	Organigramm AZV	69
10.2	Organigramm Betrieb	70
10.3	Personal	71
10.4	Mitarbeiter Aus- und Weiterbildung	72
10.5	Jubiläen	72
11	ISO-Zertifizierung 9001:2015	73
12	Öffentlichkeitsarbeit	74
12.1	Besucher	74
13	Anhang	75
13.1	Diagramme Betriebsdaten	75
13.2	Tabellen	84
13.2.1	Frischschlamm, Schlamm eindickung und Gasproduktion	84
13.2.2	Rückstandsentsorgung / Klärschlamm Abgabe / Verwertung	85

13.2.3 Beschaffenheit Klärschlamm Betriebsjahre 2013 – 2022	86
13.2.4 Wassermengen / Fällmittel / Filtratwasser.....	87
13.2.5 Gas und Wärme.....	88
13.2.6 10 Betriebsjahre 2013 – 2022 in Zahlen	89
14 Begriffserklärungen.....	90

1 Vorwort

Die OKI Tiefenbelüfter (Jahrgang 2002) haben nach drei Generalrevisionen die Lebensdauer erreicht und werden nun sukzessive durch moderne INVENT Tiefenbelüfter (Titelbild) ersetzt. Nachdem bereits im Herbst 2020 ein OKI Belüfter zu Testzwecken durch ein INVENT Belüfter ersetzt wurde, sind im Jahr 2021 auch die restlichen sieben Belüfter der Biologiebecken 4 ausgetauscht worden.

Im Berichtsjahr 2022 wurden in den Biologiebecken 3 die neuen Tiefenbelüfter eingesetzt. Die neuen INVENT Tiefenbelüfter sind energieeffizienter als die bisher eingesetzten OKI Tiefenbelüfter.

Im vergangenen Jahr wurde uns wieder bewusst wie abhängig wir derzeit noch von fossilen Energieträgern wie Erdgas oder Erdöl sind. Auch beim Strom sind wir weitgehend auf den Import aus dem Ausland angewiesen.

In den kommenden Jahren gilt es einerseits den Energieverbrauch soweit als möglich zu reduzieren und andererseits die einheimische Energieproduktion zu erhöhen.

Die ARA Bendern unternimmt immer wieder Optimierungen, um den Stromverbrauch zu senken. Deutlich erkennbar ist dies beim Stromverbrauch der Biologie. Obwohl die Zulauffrachten bzgl. CSB und Gesamtstickstoff in den letzten 10 Jahren um 20% zugenommen haben, konnte der Stromverbrauch stabil gehalten werden.

Mit der Installation von Photovoltaikanlagen auf den Betriebsgebäuden und über den Klärbecken soll der Nettostromverbrauch der ARA in den kommenden Jahren markant gesenkt werden.

Durch die Aufbereitung des anfallenden Klärgases in der Biogas-Aufbereitungsanlage und der Einspeisung des Biogases in das Erdgasnetz, wird die effiziente Nutzung des einheimischen Energieträgers garantiert. In der Zukunft soll durch die Annahme von Flotatschlamm die Biogasproduktion auf der ARA in Bendern weiter ausgebaut werden.

Bendern, im April 2023

Hilmar Hasler, Geschäftsführer

2 Organisatorisches

2.1 Delegiertenversammlung

Mitglieder:

Manfred Bischof, Bürgermeister Vaduz

Hansjörg Büchel, Vorsteher Balzers

Rainer Beck, Vorsteher Planken

Daniel Hilti, Vorsteher Schaan

Daniela Erne, Vorsteherin Triesen

Christoph Beck, Vorsteher Triesenberg

Tino Quaderer, Vorsteher Eschen

Johannes Hasler, Vorsteher Gamprin

Freddy Kaiser, Vorsteher Mauren

Maria Kaiser-Eberle, Vorsteherin Ruggell

Norman Wohlwend, Vorsteher Schellenberg

Am 25. April und 5. September 2022 wurden die Delegiertenversammlungen auf der ARA in Bendern abgehalten.

Die wichtigsten Geschäfte der Delegiertenversammlungen waren:

- Genehmigung des Geschäftsberichts 2021
- Genehmigung der Jahresrechnung 2021
- Kenntnisnahme des Revisionsberichtes und Entlastung der Verantwortlichen 2021
- Genehmigung der Betriebskostenaufteilung 2021
- Info Strategie ARA Bendern 2050 und Machbarkeitsstudie Elimination organische Spurenstoffe
- Personelles
- Abwassergebühren und Abwassergebührenvergleich im Verbandsgebiet
- Genehmigung Betriebskostenbudget 2023
- Genehmigung Investitionskostenbudget 2023

2.2 Betriebskommission

Mitglieder:

Reto Kieber, Mauren, Präsident
Alois Hoop, Ruggell, Vizepräsident
Andreas Büchel, Vaduz
Lukas Frick, Balzers
Armin Schädler, Triesenberg
Thomas Meier, Planken
Anton Ospelt, Schaan
André Büchel, Triesen
Walter Fussi, Eschen
Thomas Hasler, Gamprin
Harald Lampert, Schellenberg

Im Jahre 2022 wurden 3 Betriebskommissionssitzungen abgehalten.

Die wichtigsten Geschäfte der Betriebskommission waren:

- Arbeitsvergabe Neubau HSK Ruggell-Bendern
- Machbarkeitsstudie Elimination organische Spurenstoffe
- Strategie ARA Bendern 2050
- Personelles
- Genehmigung des Geschäftsberichts 2021
- Genehmigung der Jahresrechnung 2021
- Abwassergebührenvergleich im Verbandsgebiet
- Genehmigung Schmutzbeiwerte
- Genehmigung Betriebskostenbudget 2023
- Genehmigung Investitionskostenbudget 2023

3 Bautätigkeitsbericht

3.1 Neubau HSK Ruggell-Bendern

Die Delegierten des AZV stimmten an der DV vom 14. September 2020 dem Projekt und dem Kredit für das Projekt Neubau HSK Ruggell-Bendern einstimmig zu. In der Folge erteilten auch alle Verbandsgemeinden die Zustimmung zum Projekt und dem Kredit von CHF 6'950'000.00.

Gemäss LGBl. 2014 Nr. 188 sind:

- das innerhalb der Grundwasserschutzzone S2 liegende Abwasserpumpwerk Oberau
- die innerhalb der Grundwasserschutzzonen S2 und S3 liegenden Entwässerungs- resp. Pumpendruckleitungen

in Gebiete ausserhalb der Schutzzonen zu verlegen. Die Massnahmen sind gemäss der "Verordnung zum Schutze der Grundwasserpumpwerke Oberau und Spetzau der Wasserversorgung Liechtensteiner Unterland" bis spätestens 31. Dezember 2027 umzusetzen.

Im Zuge der Ausarbeitung des Vorprojektes wurden, bezüglich Leitungsführung der Pumpendruckleitung (PDL), detaillierte Abklärungen mit dem Amt für Bevölkerungsschutz ABS und dem Amt für Umwelt AU durchgeführt. Die entsprechenden Abklärungen haben ergeben, dass insbesondere bezüglich Hochwassersicherheit von einer Leitungsführung im Bereich des Binnenkanaldamms abgesehen und zusätzlich alternative Leitungsführungen geprüft werden sollten.

Aufgrund dieser Vorgaben wurden mehrere Varianten einer alternativen Leitungsführung untersucht und folgende Leitungsführung, in Absprache mit der Bauherrschaft und den involvierten Amtsstellen, als «Bestvariante» eruiert:

ARA Bendern – Ruggellerstrasse – Landstrasse – Kreisel Landstrasse – Rheinstrasse – Giessenstrasse – PW/RB Widau

Aufgrund der, bei Entspannungsschächten (Übergang von einer Druck- auf eine Freispiegelleitung) häufig auftretenden Geruchsproblematik infolge Schwefelwasserstoffbildung, sowie zur Entlastung des bestehenden HSK Gamprin-Bendern, wurde eine Verlängerung der PDL bis zur ARA Bendern als zielführend erachtet. Die approximative Leitungslänge beträgt ca. 4.25 km. Im Bereich der ARA Bendern muss der Binnenkanal und im Bereich des PW/RB Widau der Mölibach unterquert werden.

Bezüglich Unterhalt sind in ausreichender Anzahl Unterhalts- und Revisionsschächte mit einem Schachtabstand von 400 m vorgesehen.

Auf der Grundlage des Generellen Entwässerungsplans GEP der Gemeinde Ruggell wurden, im Zuge der Ausarbeitung des Vorprojektes, die hydraulisch relevanten Kenndaten für die Pumpendruckleitung ermittelt. Diese wurden unverändert für das Bauprojekt übernommen und präsentieren sich für den Vollausbau gemäss GEP wie folgt:

- | | | | |
|--|-----------|-----|-----|
| • Abwasseranfall bei Trockenwetter | Q_{TW} | 60 | l/s |
| • Maximale Weiterleitmenge bei Regenwetter | Q_{max} | 135 | l/s |

Es ist vorgesehen, die Pumpendruckleitung mit Druckrohren der Druckstufe PN 16 zu realisieren.

Wie bereits im Vorprojekt vorgesehen, soll ein PE 100 RC Vollwand-Druckrohr mit Durchmesser 400/327.2 mm verwendet werden, was bei offener Bauweise und konventioneller Leitungsumhüllung zweckmässig und den Anforderungen entsprechend ist.

In Anbetracht, dass die Leitungsführung in öffentlichem Grund erfolgt und die Pumpendruckleitung dem heutigen Stand der Technik entsprechend eingemessen und dokumentiert wird, ist eine konventionelle Leitungsumhüllung mit Sand vorgesehen.

Im gesamten Projektperimeter soll eine Leerrohranlage 1 x PE 92/80 als zukünftige Steuerkabelverbindung erstellt werden. Analog zur Pumpendruckleitung sind in einem Abstand von ca. 400 m Schlaufschächte für den späteren Kabeleinzug vorgesehen.

Im gesamten Projektperimeter "Hauptsammelkanal Ruggell – Bendern" sind in den nächsten Jahren diverse Sanierungen und Aus- resp. Neubauten im Bereich der Verkehrsinfrastruktur sowie die Realisierung öffentlicher Hochbauten vorgesehen. Hauptbauherren werden in diesem Zusammenhang das Land Liechtenstein sowie die Gemeinde Ruggell sein.

Um das vorhandene Synergiepotential möglichst optimal nutzen zu können, wurde die Realisierung des "Hauptsammelkanal Ruggell - Bendern" mit den terminlichen Vorgaben des Amts für Bau und Infrastruktur sowie der Gemeinde Ruggell abgestimmt.

Mitte Juli 2020 startete das Land und die Gemeinde Ruggell ihre Arbeiten in der Landstrasse. In einer 1. Etappe wurde vom Kreisel Landstrasse bis zum Einkaufscenter REC, von August bis Ende Jahr, 250 Meter Druckleitung verlegt.

Von Februar bis Ende Oktober 2021 erfolgte die Leitungsverlegung der 2. Etappe vom REC beginnend, 320 Meter Richtung Süden.

Im Zeitraum von August bis November 2022 wurde die 3. Etappe, vom Kreisel Landstrasse entlang der Rheinstrasse bis in den Einlenker Giessenstrasse, realisiert.



Pumpendruckleitung in der Rheinstrasse

Genehmigter Verpflichtungskredit für das Projekt Neubau HSK Ruggell-Bendern	CHF	6'950'000.00
Bisher aufgelaufene Kosten (bis 31.12.2022)	CHF	645'894.35
Restkredit	CHF	6'304'105.65

(Alle Beträge sind inkl. MWST)

4 Anschaffungen und Werterhaltung

4.1 ARA

- Die OKI Tiefenbelüfter (Jahrgang 2002) haben nach drei Generalrevisionen die Lebensdauer erreicht und werden nun sukzessive durch moderne **INVENT Tiefenbelüfter** ersetzt. Nachdem bereits im Herbst 2020 ein OKI Belüfter zu Testzwecken durch ein INVENT Belüfter ersetzt wurde, sind im Jahr 2021 auch die restlichen sieben Belüfter der Biologiebecken 4 ausgetauscht worden.

Im Berichtsjahr 2022 wurden in den Biologiebecken 3 die neuen Tiefenbelüfter eingesetzt.

Die neuen INVENT Tiefenbelüfter sind energieeffizienter als die bisher eingesetzten OKI Tiefenbelüfter.

Ebenfalls werden die Blenden-Regulierschieber, welche die Luftzufuhr zu den Biologiebecken dosieren, kontinuierlich ausgetauscht.



INVENT Tiefenbelüfter

- Beim Vorklärbecken sowie bei den drei Nachklärbecken wurden die vier **Probenehmer** ersetzt, nachdem für die alten Probenehmer keine Ersatzteile mehr verfügbar waren.

5 Aussenanlagen

Zu unserem Aufgabenbereich gehört auch die Betreuung sämtlicher Aussenanlagen des Abwasserzweckverbandes wie Regenbecken, Pumpwerke und Hauptsammelkanäle. Die Pumpwerke werden einmal pro Woche gewartet. Die Regenbecken werden je nach Regenereignis geleert und gereinigt. Ebenso betreuen wir (im Lohnsystem) diverse gemeindeeigene Pumpwerke und RKB's für Schaan, Mauren, Eschen, Ruggell und Schellenberg.

Entleerung Sandfänge:	[Anzahl / Jahr]
Sandfang Pumpwerk Birken Mauren	4
Sandfang HSK Mauren - Bendern (AMATI)	2
Sandfang HSK Ruggell (Limsenegg)	3
Sandfang HSK Schaan - Bendern (Rietacker)	3
Sandfang HSK Nendeln - Esche	2
Sandfang HSK Vaduz-Bendern (Dr. Matt)	3
Sandfang HSK Vaduz - Bendern (Schaanerstrasse)	1
Sandfang HSK Balzers - Triesen	2
Unterhalt Hauptsammelkanäle:	
Speicherkanal Badäl	Spülen / TV
HSK Schaan - Bendern (Scheidgraben)	
HSK Vaduz - Bendern (Scheidgraben)	
HSK Scheidgraben - Düker	
HSK Düker - ARA	
HSK Mauren - Bendern	
HSK Nendeln - Esche	
HSK Hinterschellenberg - RKB Hinterschellenberg	
HSK Planken - Schaan	
Druckleitung RKB Hinterschellenberg - Nofels	
Druckleitung Ruggell - Oberau (inkl. Freispiegelleitung)	Dichtigkeitsprüfung
Druckleitung Oberau - ARA Bendern (inkl. Freispiegelleitung)	Dichtigkeitsprüfung
HSK Limsenegg - PW / RB Widau	Spülen / TV
HSK 2 Vaduz	
HSK 2 Triesen	
HSK Balzers - Säga	
HSK Säga - Triesen Arg	
HSK Malbun - Steg	
HSK Steg - Rizlina	

5.1 Betriebsrapport Regenklärbecken

Aussenanlagen		Volumen m3	Entlastungen			Gereinigt	
				2021	2022	2021	2022
ARA	RüB ARA + RüB Gamprin	1180	m3	396'046	215'438	9	12
			h	564	338		
Verbandsanlagen	RKB PW Brühlgraben, Bendern Düker, Bendern	75	h	249	185	16	18
	RKB Brühlgasse, Eschen	158	h	970	192	11	10
	RKB Fluxbüchel, Eschen	33	h	440	176	10	10
	RKB Schwarzsträssle, Eschen	185	h	776	171	10	9
	RKB Nendeln, Nendeln	300	h	91	52	14	11
	RKB Untermahd, Mauren	40	h	44	17	1	2
	RKB Britschen, Mauren	335	h	834	288	10	13
	RKB Birken, Mauren	320	h	999	282	29	28
	PW + RKB Hinterschellenberg	75	h	259	126	28	20
	PW + RKB Widau, Ruggell	250	h	1'700	495	12	12
	PW Oberau, Ruggell					38	49
	RKB Limsenegg, Ruggell	170	h	189	100	11	11
	Speicherkanal Badäl, Gamprin	140	*h	6	5	37	42
	RKB Rietacker, Schaan	575	h	181	113	11	10
	Gemeindeanlagen	RKB Langacker, Ruggell	287	*h	2	2	6
RKB Kirche, Ruggell		450	*h	183	46	17	15
EPW Industrie Ruggell			*h	1	0.6	6	5
PW Industrie, Mauren						44	43
PW Böscha, Mauren						10	13
PW Sportplatz, Mauren						3	7
PW Industrie, Eschen						50	49
PW Industrie, Nendeln						38	12
PW Säga-Mösle, Schellenberg						11	12
RKB Wiesengasse, Schaan		380	*h	2	2	4	12
RKB St. Peter, Schaan		130	h	39	39	11	13
RKB Zagalzel, Schaan		238	h	166	61	12	10
RKB Saxgasse, Schaan		100	h	129	132	13	12
RKB Tröxle, Schaan	430	*h	1	1	3	11	
RKB Specki, Schaan	865	h	98	78	13	17	
PW altes Riet, Schaan					46	50	
PW Binnenkanal, Schaan					44	46	
			Total	7'923	2'901	585	600

*h Entlastungspumpen, Total Betriebsstunden

6 Betriebsbericht und Betriebsdaten

6.1 Zusammenfassung

Die ARA ermöglicht den Gewässer- und Umweltschutz unter gesamtheitlicher, ökologischer und wirtschaftlicher Betrachtung. Die teil- und vollgereinigten Abwässer der ARA Bendern gelangen in der Regel direkt in den Rhein, wo die Restbelastung auf dem Weg zum Bodensee dank der grossen Verdünnung, der hohen Sauerstoffkonzentration und dem kiesigen Flussbett weiter abgebaut wird. Der Binnenkanal bleibt dadurch fast vollständig von Restbelastungen aus der ARA verschont.

Im trockenen Berichtsjahr 2022 beträgt die zugeleitete **Abwassermenge** 8.6 Mio m³. Vergleich: im nassen Jahr 2021 betrug die Abwassermenge 10.5 Mio m³ (+22%).

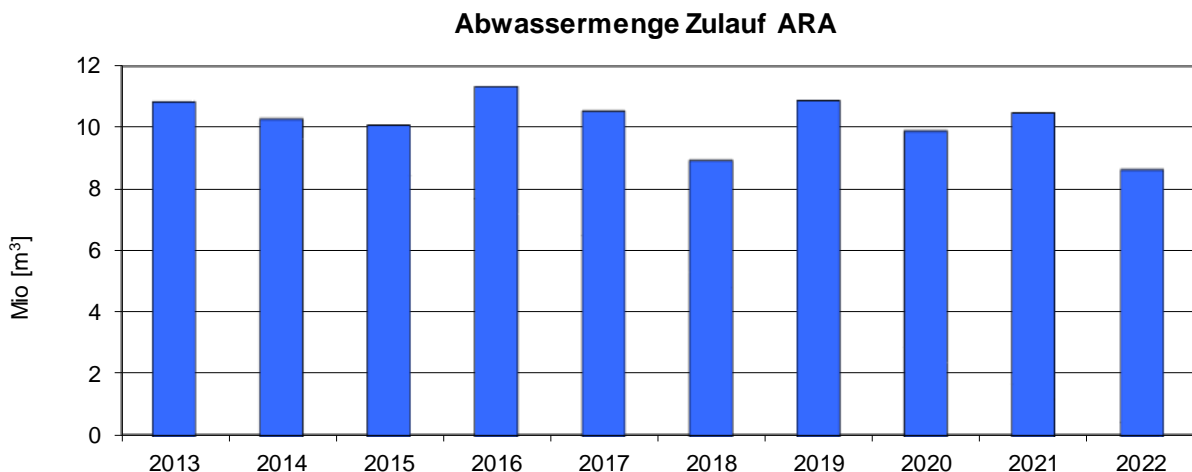
Bei den **Nährstoff-Frachten** im Zulauf wurde seit 10 Jahren erstmals eine Abnahme um 20% verzeichnet. Die Herbert Ospelt Anstalt nahm am 1. April 2022 eine Vorreinigung mittels einer Flotationsanlage in Betrieb, welche vor allem zu dieser Reduktion der Zulauffracht führte.

Die Vorreinigung der Herbert Ospelt Anstalt zieht sich wie ein roter Faden durch die ARA. Weniger Zulauffrachten – weniger Sand- und Rechengutanfall mit besserer Qualität – weniger Frisch- und Überschussschlammfracht – deutlich weniger Gasanfall – schlechterer Autarkiewert der ARA.

Die **Ablaufkonzentrationen** und **Reinigungsleistungen** zeigen, dass die ARA Bendern wie bisher verantwortungsvoll betrieben und gewartet wird. Bei den Konzentrationen und der Abbauleistung erreichen alle Parameter die gesetzlichen Anforderungen. Eine Vergrösserung der Wasserstrasse drängt sich trotz Erreichen der Auslegungsgrösse somit in naher Zukunft nicht auf.

Die ARA wurde auf den **Zeithorizont 2025** ausgelegt. Die Belastungsschwelle gemäss biologischen Einwohnergleichwerten wird im Mittel immer mal wieder erreicht. Entscheidend wird sein, mit welcher Frachtreduktion man bei der Hilcona rechnen kann. Denn per 2026 möchte die Hilcona ebenfalls eine neue Vorreinigung in Betrieb nehmen.

Das Amt für Wasser und Energie (AWE) St. Gallen organisiert jährlich Vergleichsmessungen, die den Teilnehmern eine Standortbestimmung hinsichtlich ihrer Analysenqualität bietet. Dabei lässt sich die Qualität von chemisch analytischen Untersuchungen überprüfen. Die ARA Bendern hat bei diesem Ringversuch (Vergleichsmessungen) teilgenommen. Die Auswertung der Proben bescheinigt dem ARA Labor eine hohe Analysenqualität.



Der Kanton St. Gallen und Liechtenstein führten im Jahr 2016 eine breit angelegte Messkampagne zu **Mikroverunreinigungen** auf Kläranlagen durch. Ein Vergleich zeigte, dass einzelne Werte erhöht sind. Seither werden jährlich je zweimal 12 ausgewählte Stoffe aus dem Bereich Arznei- und Röntgenkontrastmittel untersucht. Die Frachten von 2016 – 2022 sind miteinander vergleichbar und weisen keinen Trend auf.

Von 2015 bis 2021 hat sich die **Frischschlammfracht** verdoppelt. Die Zunahme beträgt ca. 1'000 to TS. Die sehr starke Zunahme lässt den Schluss zu, dass immer mehr absetzbare Stoffe von Lebensmittelverarbeitern zur ARA gelangen. Mit der Vorreinigung der Herbert Ospelt Anstalt konnte der Trend gebrochen werden. Die Hauptfracht kommt nach wie vor vom Grosseinleiter Hilcona AG zur ARA.

Die **Faulschlammfracht** 2022 ist gegenüber dem Vorjahr um 14% tiefer und beträgt 1'153 to TS/a. Im Vergleich zu den Grenzwerten ist der Schlamm bezüglich **Schwermetalle** als unbedenklich einzustufen. Der getrocknete Klärschlamm wird zu 99% in den Zementwerken der Holcim AG verbrannt und in den Zement eingebunden. 1% Granulat wird in der KVA Buchs verwertet.

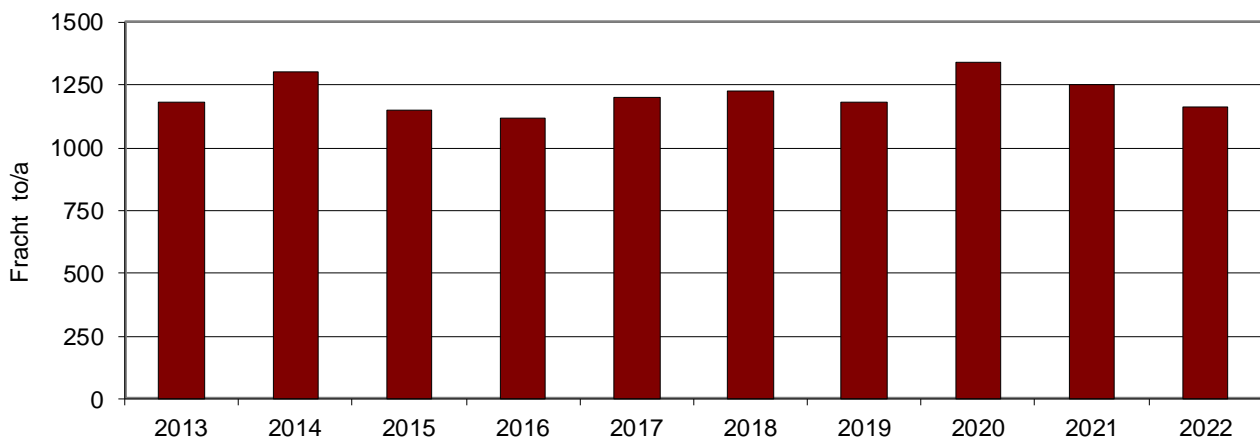
Mit der Verbrennung von Klärschlamm gehen aber einerseits Nährstoffe, wie das nicht künstlich herstellbare, essentielle Phosphat verloren, andererseits werden auch belastende Schwermetalle in den Zement eingebunden. Die ARA Bendern hat den Abnahmevertrag mit der Holcim verlängert, welcher bis 31. Dezember 2025 dauert.

Derzeit kann der anfallende Schlamm noch entwässert und getrocknet werden. Die Anlagen kommen nun mit 17 Jahren Betriebsdauer in ein Alter, bei dem ein Ersatz oder eine andere Lösung ansteht. Bei längerem Ausfall einzelner Behandlungsstufen ist die **Funktionsicherheit der Schlammbehandlung** beeinträchtigt. Fürs Jahr 2023 sind Schlammmentwässerungsversuche mit mobilen Schneckenpressen und Dekantern in Vorbereitung.

Der **Gesamt-Energieverbrauch** der ARA für Strom und Wärme beträgt 8.6 Mio kWh/a. Davon beträgt der Anteil an elektrischer Energie 51%. Die Energie zur Wärmeproduktion wird zu ca. 55% für die Schlamm Trocknung benötigt. Der **Autarkiegrad** der ARA bzgl. Gesamt-Energieverbrauch beträgt derzeit 77%.

Wengleich das Jahr 2022 hinsichtlich Zulauf fracht als «Verschnaufpause» angesehen werden kann, so gilt dies jedoch nicht für Ausrichtung der ARA. Der AZV hat im letzten Jahr eine Projekt-kommission ins Leben gerufen, welche die strategischen Ziele 2050 der ARA erarbeitet.

Faulschlamm Abgabe und verwertet



6.2 Einleitung

Der vorliegende **47. Technische Jahresbericht** wird gemeinsam vom Abwasserzweckverband der Gemeinden Liechtensteins (Auswertung der Betriebsdaten mittels Programm ARACOM) und dem IBB IngenieurBüro Beck, Balzers (Überprüfung und Interpretation der Resultate) erstellt.

In diesem Jahresbericht werden die Jahresdaten zum Teil zusammengefasst und in einer übersichtlichen Form dargestellt. Detaillierte Angaben zu einzelnen Parametern können aus den Tabellen im Kapitel 13.2 oder den ARACOM Tabellen entnommen werden.

6.2.1 Kontrolle der Anlage

Kontrollen durch Betrieb ARA

Die Kontrolluntersuchungen durch das Labor der ARA Bendern werden regelmässig durchgeführt. Sie sind gleichmässig über alle Wochentage verteilt. Es liegen insgesamt 72 Tagesuntersuchungen vor. Diese sind auf die verschiedenen Wochentage verteilt.

Das Amt für Umwelt, Abteilung Umweltschutz, fordert in ihren Einleitbedingungen einen **Probenahmezyklus** von 5 Tagen, was im Idealfall auf das ganze Jahr verteilt 73 Proben ergibt. Probenanalysen an Extremwetterlagen können ausgelassen werden, da sie nicht aussagekräftig sind.

Gemäss der BAFU Vollzugshilfe „Betrieb und Kontrolle Abwasserreinigungsanlagen“ von 2014 werden bei 72 Probenahmen 7 Abweichungen vom Grenzwert toleriert.

Wochentag	2021		2022	
	Anzahl Proben	%	Anzahl Proben	%
Montag	12	16%	12	17%
Dienstag	11	15%	11	15%
Mittwoch	10	14%	10	14%
Donnerstag	11	15%	11	15%
Freitag	9	12%	8	11%
Samstag	11	15%	12	17%
Sonntag	9	12%	8	11%
Total	73	100%	72	100%
Probenintervall	5.0	Tage	5.1	Tage

Prozentangaben gerundet

Amtliche Kontrollen

Das Amt für Umwelt veranlasst vier weitergehende **Kontrollanalysen** (GUS, CSB, Ptot, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, Ntot). Die einzelnen Proben stammen von Rohwasser, von vorgeklärtem und gereinigtem Abwasser.

Je eine Abwasseranalyse bzgl. NTA und EDTA wird im Auslauf der drei Nachklärbecken entnommen. Der Klärschlamm wird anhand von zwei Proben chemisch auf Schwermetalle und auf organische Giftstoffe wie PCB, PAK und AOX untersucht. Die Proben werden durch das Labor Dr. Matt AG, Schaan analysiert.

Die ARA betreibt im Ablauf zum Rhein eine online Messung, welche die Parameter PO₄-P, NH₄-N, NO₃-N, GUS, Abwasser-Temperatur und pH durchgehend aufzeichnet. Die Parameter sind im Kap. 6.5.6 ausgewertet. Die Analyser waren das ganze Jahr verfügbar und lieferten plausible Resultate.

Neben den 72 Kontrolluntersuchungen erfasst und verwaltet die ARA Bndern sehr viele weitere Betriebsdaten. Die **Datenqualität** ist sehr gut. Mit dieser optimalen Datengrundlage wird der Betrieb laufend weiter optimiert, neue betriebliche Fragestellungen gezielt erörtert und ein bedeutender Beitrag an den Umweltschutz geleistet.

6.2.2 Betrieb ARA

Alle Anlagenteile der Wasser- und Schlammstrasse standen das ganze Jahr in Betrieb. Geplante Revisionen und Kontrollen an den Anlagen der Wasserstrasse und Schlammbehandlung führten zu kurzen Betriebsstopps oder zu Sonderbetrieben.

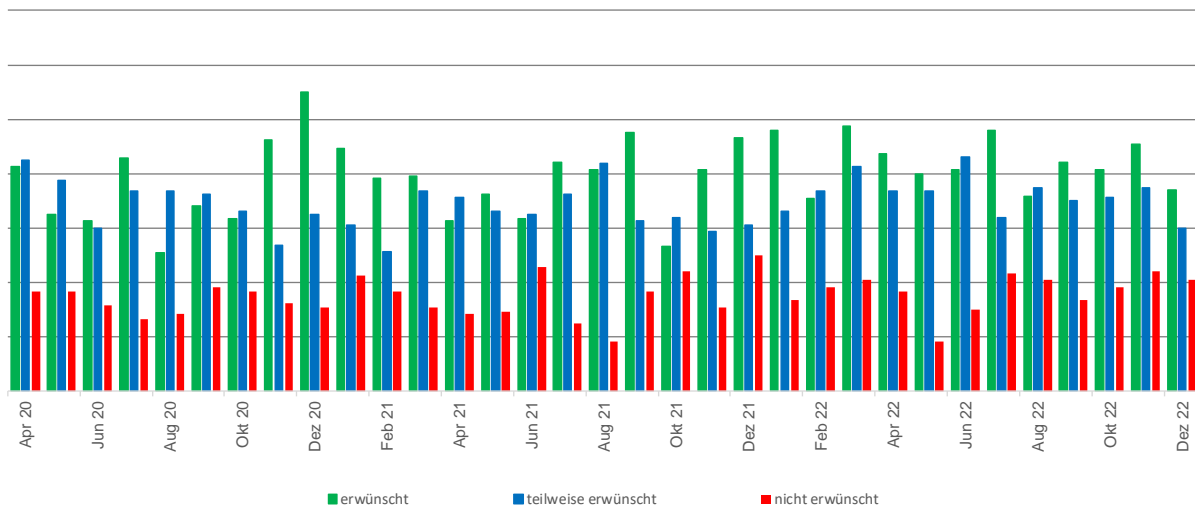
Für den Betrieb der Kläranlage sind im Jahr 2022 vor allem folgende „Ereignisse“ erwähnenswert:

- **Das vergangene Jahr war trocken.** Sehr intensive Regenereignisse blieben mehrheitlich aus. Der Rohwasserzufluss war um 18% geringer als im Vorjahr. Auch der Grundwasserstand war im Mittel deutlich tiefer (siehe Diagramm Kap. 6.3.3).
- **Starkniederschläge** über mehrere Tage hinweg mit resultierenden Abwassermengen von mehr als 50'000 m³ Abwasser pro Tag sind nur an etwa 11 Tagen verzeichnet.
- Das anfallende Fremdwasser, welches vor allem aus Grundwasser besteht, trägt auch zur Abwassermenge von 10-20% bei. Im Winter 2023 erfolgt eine neue Fremdwassererhebung.
- Aussergewöhnlich hoch sind die Abwassertemperaturen im Zulauf im Herbst/Winter 2022. Sie sinken kaum unter 12°C und damit bleibt die Reinigungsleistung konstant hoch.
- Die **Zulaufbelastung** zur ARA führt im 2022 zu einer Reduktion der Zulaufkraft von ca. 20%. Dies wirkt sich vor allem beim CSB, Stickstoff und Phosphor aus.
- Der Anteil der Lebensmittelindustrie ist an der Zulaufbelastung entscheidend. Per 1. April 2022 nahm die **Herbert Ospelt Anstalt** eine **Vorreinigung** mittels Flotationsanlage in Betrieb. Dies führte zu einer starken Reduktion der Zulaufbelastung.
- Die Vorreinigung der Herbert Ospelt Anstalt ist auch gut in der mechanischen Reinigung erkennbar. Weniger sowie trockenes Rechengut und Sand mit organischen Stoffen <5%.
- Wenige **Überschreitungen der Ablaufkonzentrationen** von Stickstoffparametern und des Phosphors sind registriert.
- Die **organischen Anteile** im Frisch- und ausgefaulten Schlamm steigen stetig von Jahr zu Jahr. Im Verhältnis zur Zunahme nimmt der TS Gehalt des entwässerten Schlammes laufend ab und liegt im Jahr 2022 bei mageren 23% TS.
- Seit 2015 hat sich die **Frischschlammkraft** verdoppelt. Die Zunahme beträgt ca. 1'000 to TS. Ohne die Vorreinigung der Herbert Ospelt Anstalt wäre auch im Jahr 2022 ein Höchstwert verzeichnet worden. Der Hauptakteur der Zulaufsteigerung ist die Lebensmittelindustrie.

- Derzeit kann der anfallende Schlamm noch entwässert und getrocknet werden. Stillstandzeiten können u.a. zur Revision der Anlagen genutzt werden. Die Anlagen selbst sind gut gewartet, haben aber bereits ein Alter von mehr als 17 Jahren. Ein Ersatz in mittlerer Zukunft steht aber an. Fürs Jahr 2023 sind **Schlamm entwässerungsversuche** mit mobilen Schneckenpressen und Dekantern in Vorbereitung.
- **Schwimmschlamm** trat in der Biologie 1+2 wie jedes Jahr phasenweise auf. Hier verfügen die NKBs über keine automatische Schwimmschlammräumung. Schwimmschlamm kann nur mit zusätzlichem Aluminiumfällmittel bekämpft werden.
- Bezüglich der Belastungen kann das Jahr 2022 wie folgt zusammengefasst werden: weniger Wasser – tiefere Zulauffrachten – tieferer Schlammanfall – deutlich weniger Gasanfall – etwas weniger Stromverbrauch.

Seit ein paar Jahren untersucht die ARA Bendorf ihren Belebtschlamm monatlich unter dem Mikroskop. Dabei bestimmt sie die «Tierchen» und teilt sie in «erwünscht» – «teilweise erwünscht» und «nicht erwünscht» ein. Unterschiede sind erkennbar zwischen den Jahreszeiten und Jahren. Die Untersuchungen tragen dazu bei, sich ein besseres und anderes Bild der Biologie zu machen.

Mikroskopische Analyse



6.3 Belastungen im Zulauf

6.3.1 Abwassermengen

Parameter	Einheit	2021	2022	Auslegung
Rohabwasser-Zulauf				
inkl. Entlastungen	m ³ /d	28'629	23'560	
Entlastung (teilerreignet)				
In den Vorfluter an Entlastungstagen	m ³ /d	3'766	3'034	
In den Vorfluter im Jahresmittel	m ³ /d	1'011	590	
	%	3.5	2.5	
Rohabwasser durch ARA - Vorklärung	m ³ /d	27'618	22'970	
	%	96.5	97.5	
Einwohner-Gleichwert hydraulisch	EGW _H *	61'372	51'044	75'000 Max 69'300 Mittel
Abwasser, vorgeklärt durch Biologie	m ³ /d	27'077	22'554	24'300 TWA 47'300 RWA
Teilentlastung in Vorfluter Binnenkanal				
Zulauf Hebewerk				
Häufigkeit	Anz/a	0	1	
Dauer	h/a	0.00	4.01	
ARA Auslauf				
Häufigkeit	Anz/a	68	46	
Dauer	h/a	347	136	

* EGW_H 0,45 m³/E*d

Bezüglich der Jahresniederschlagssumme bei der Messstation Vaduz (SMA) ist das Jahr 2022 mit 990 mm **Niederschlag** mässig. Das langjährige Jahresmittel liegt bei ca. 1000 mm/a. Als Vergleich dazu beträgt die Regenmenge im trockenen Jahr 2018 nur 860 mm/a. Das Jahr 2021 galt als nasses Jahr mit 1'100 mm. Die Niederschläge sind mehrheitlich gut verteilt übers Jahr gefallen.

Beim **Rohabwasserzulauf** handelt es sich aus messtechnischen Gründen um einen errechneten, approximativen Wert (Summe des entlasteten und des biologisch gereinigten Abwassers). Dieser liegt um 18% tiefer als der Vorjahreswert.

Das teilerreignete entlastete Regenwasser (Entlastung aus dem Regenbecken) mit einem Anteil von nur 2.5% am Gesamtzulauf ist etwas tiefer als im Vorjahr. Seit 2021 wird über das Optimierungsprogramm RITUNE die Bewirtschaftung der Regenbecken im Einzugsgebiet Unterland und Schaan gesteuert. Durch optimale Entleerungszeitpunkte können die Beckenvolumen besser genutzt und Speicherkapazitäten geschaffen werden.

Die hydraulische **Teilentlastung** in den Vorfluter Binnenkanal wird registriert. Im 2022 leitete die ARA an 136 Stunden bzw. an nur 5 Tagen gereinigtes Abwasser in den Binnenkanal. Im trockenen Jahr 2018 waren es 7 Tage und im 2019 mit hoher Rheinwasserführung beachtliche 33 Tage.

Beim Zulaufhebwerk gibt es ebenfalls eine Entlastungsmöglichkeit für Rohabwasser. Diese wurde im 2022 während kurzer Zeit benutzt, da die Reparatur eines Schneckenlagerschadens und ein Gewitter zusammen statt fanden.



Entleerung NKB 3

6.3.2 Stofffrachten

Parameter		Einheit	2021	2022	Auslegung (vorgeklärt*)
CSB:	Rohabwasser	kg/d	14'800	11'528	10'750 Max 8'250 Mittel
	vorgeklärt	kg/d	7'372	7'115	
Einwohner-Gleichwert* biologisch:	Rohabwasser	EGW _{Bio} **	123'333	96'067	132'250 Max 104'000 Mittel
	vorgeklärt	EGW _{Bio} ***	92'150	88'938	
Gesamtphosphor:	Rohabwasser	kg/d	152	123	147 Max 138 Mittel
	vorgeklärt	kg/d	147	121	
Gesamtstickstoff:	Rohabwasser	kg/d	801	686	632 Max 624 Mittel
	vorgeklärt	kg/d	823	739	
Ammonium:	Rohabwasser	kg/d	378	367	359 Mittel
	vorgeklärt	kg/d	518	512	

* Auslegung vorgeklärt für das Ausbauziel 2025 gemäss techn. Bericht 18.10.99 Sp&St mit 0.15 kg CSB Rohwasser pro E*d gerechnet, offizielle Auslegung Rohwasser 105'800 EWG, und 0.10kg CSB Vorklämung pro E*d gerechnet, offizielle Auslegung vorgeklärt 83'200 EWG

** mit 0.12 kg CSB Rohabwasser pro E*d gerechnet

*** mit 0.08 kg CSB Abwasser vorgeklärt pro E*d gerechnet

Die **Zulaufbelastung** zur ARA führte im 2022 zu einem Rückgang der Zulaufkraft von ca. 20%. Dies wirkt sich vor allem beim CSB, Phosphor und Stickstoff aus, wie nachstehende 10-Jahres Diagramme zeigen.

Vergleicht man die Werte „Rohabwasser“ mit „vorgeklärt“, so erkennt man vor allem beim **Ammonium und Gesamtstickstoff** die Belastung aus den Rückläufen. Denn die Rückläufe werden am Ende der Vorklämung zu dosiert und bestehen zum grössten Teil aus Ammonium-Stickstoff. Die Stickstoff Belastung aus den Rückläufen kann bis 50% der Zulaufkraft betragen.

Die Rückläufe erreichen eine deutlich grössere Fracht, als bei der Auslegung für 2025 angenommen. Aufgrund der frachtabhängigen Dosierung der Rückläufe mittels dem Ammoniumanalyser in BB4, werden die erhöhten Frachten problemlos behandelt.

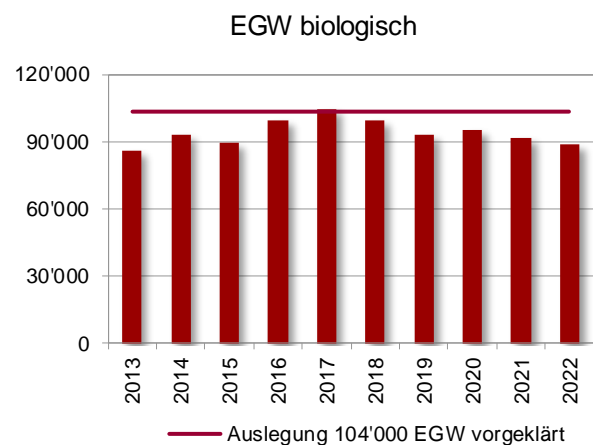
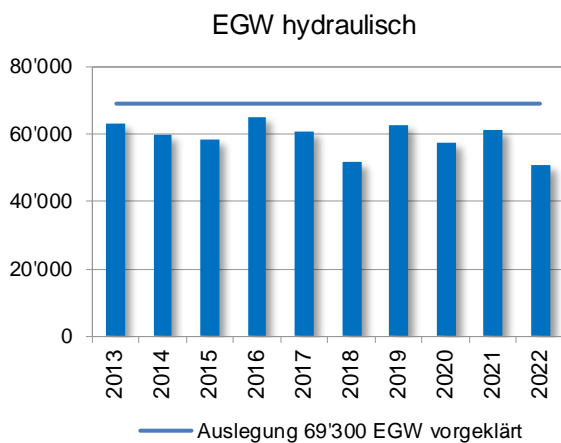
Wenn nach einigen Tagen oder Wochen die Schlammmentwässerung wieder in Betrieb genommen wird oder an Wochenenden, wenn die CSB Fracht der Lebensmittelindustrie gering ist, führen die dosiert zugeleiteten Rückläufe zu erhöhten Ablaufkonzentrationen im Ablauf der Nachklärung. In seltenen Fällen wird der Grenzwert überschritten. Es vergehen dann jeweils einige Tage, bis sich die Bakterienzusammensetzung an die veränderte Belastung gewöhnt haben.

Vergleicht man die Labor-Tageswerte mit dem Mittel der Auslegung, so ist ersichtlich, wievielfach die Auslegung überschritten wird. Angabe der Überschreitung in Prozent der Labortage. Beim CSB liegen die Überschreitungen seit Jahren bei 40-50% aller Zulaufkraft, beim Phosphor werden nur noch

etwa 30% überschritten, beim Stickstoff sind es ca. 70-80% aller Zulaufmenge. Der starke Rückgang im Jahr 2022 ist auf die Inbetriebnahme der Vorreinigung bei der Herbert Ospelt Anstalt zurück zu führen.

Im langjährigen Mittel nahmen die biologischen Einwohnergleichwerte laufend zu. Durch die Reduktion der Zulaufmenge werden nun Werte wie ca. 2015 erreicht.

Parameter	Überschreitung % aller Labortage	
	2021	2022
CSB	33	39
NH4-N	79	78
Ntot	79	69
Ptot	60	28

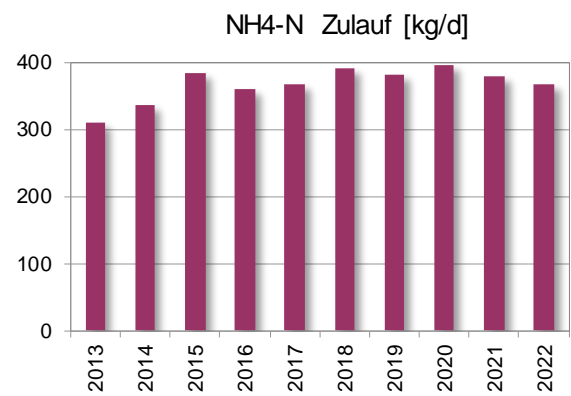
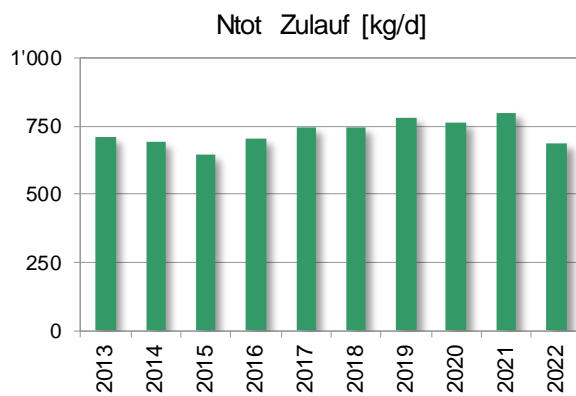
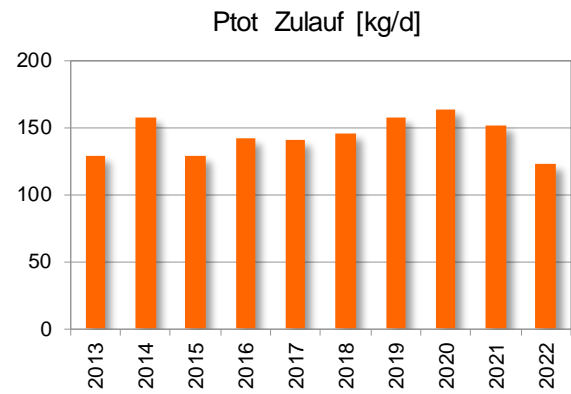
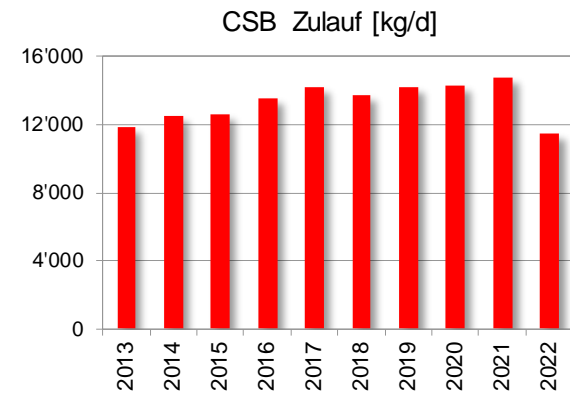


Die ARA wurde auf den Zeithorizont 2025 ausgelegt. Das heisst, theoretisch müsste die ARA in 3 Jahren ausgebaut werden. Obwohl im Jahresmittel rechnerisch fast keine Reserven mehr vorhanden sind, werden nach wie vor sehr gute Ablaufkonzentrationen und Reinigungseffekte erreicht. Es zeigt sich, dass das Belebtschlammverfahren mit der heutigen Optimierungspraxis der zusätzlichen Messsonden und Steuerung der Biologie für Reserven sorgt. Der AZV hat im 2022 eine Projektkommission gegründet, welche die Strategie ARA 2050 erarbeitet.

Das Nährstoffverhältnis im Ablauf Vorklärung der Zulaufkonzentrationen CSB:N:P war im Mittel mit 100 : 6.3 : 1.1 für das Bakterienwachstum optimal und ausgeglichen. Auch sind kleine Veränderungen zu den Vorjahren erkennbar.

Schwimmschlamm trat in der Wasserstrasse wie jedes Jahr phasenweise auf. In der Biologie 3+4 war der Schwimmschlammteppich nur marginal erkennbar, weil das NKB 3 die Schwimmschlammansammlungen automatisch und kontinuierlich abräumt und in die Schlammbehandlung wegpumpt.

Anders sieht es in der Biologie 1+2 aus. Hier verfügen die NKBs über keine automatische Schwimmschlammräumung. Schwimmschlamm kann effektiv nur mit zusätzlichem Aluminiumfällmittel und mit kontinuierlichem Abräumen bekämpft werden.



6.3.3 Fremdwasser

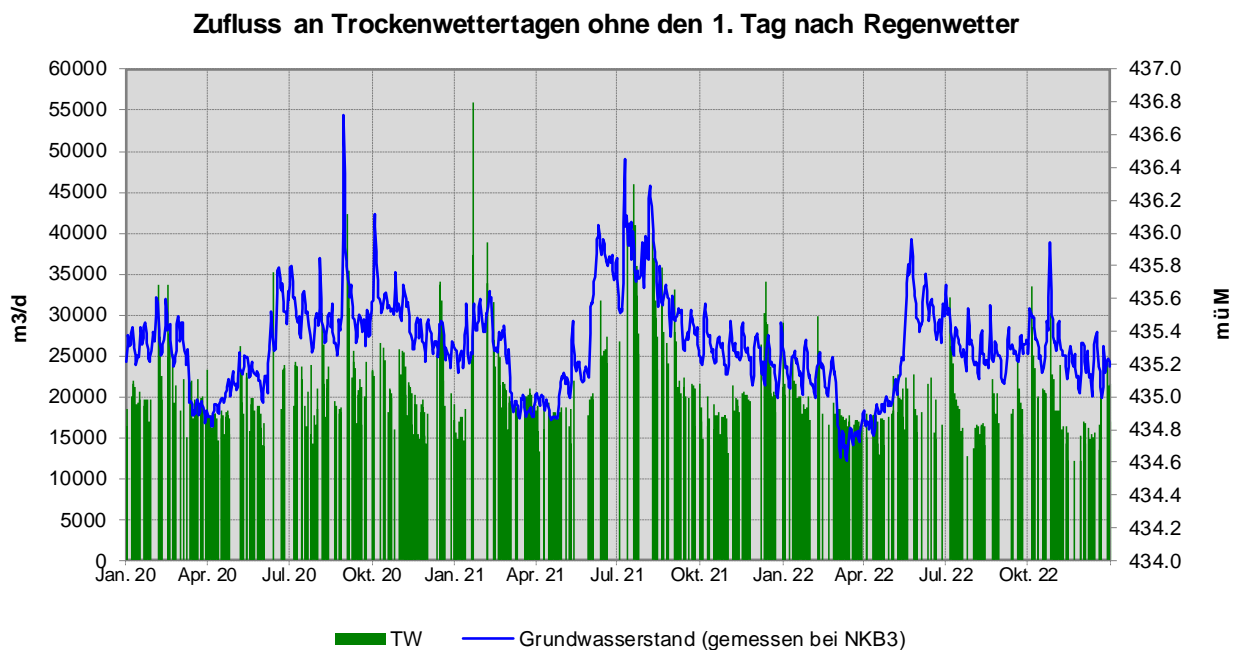
Bachwasser, Grundwasser und Sickerwasser gehören nicht in die Kanalisation und in die Kläranlage. Dieses sogenannte Fremdwasser verursacht unnötige Betriebskosten wie Förderkosten und reduziert die Abbauleistung der Kläranlage.

Eine 3-jährige Auswertung des Zuflusses zur Kläranlage an allen Trockentagen (ohne Tage mit Niederschlag und Folgetage) zeigt, dass der Zufluss an Tagen mit hohem Grundwasserspiegel deutlich grösser ist, als bei niedrigem Grundwasserspiegel.

Nachstehendes Diagramm zeigt eine mehrheitlich parallele Beziehung zwischen Grundwasserstand und Abwasserzufluss zur ARA an Trockentagen. Normalerweise wird ein erhöhter Grundwasserstand im Frühling und den Sommermonaten registriert.

Trotz der Bemühungen der öffentlichen Hand werden aber mittel- und langfristig die privaten Liegenschaftsentwässerungen den grössten Teil der Fremdwassermenge liefern.

Die Fremdwassermessung erfolgen in einem 3-Jahres-Turnus. Die Auswertung der Werte von 2008 bis 2020 zeigt, dass der Trend fallend ist.



Bemerkung zum Diagramm:

Im März und April ist der Grundwasserstand deutlich tiefer, da die 2. Grundwasserpumpe zur Auenwaldbewässerung den Grundwasserspiegel künstlich senkt.

6.4 Behandelte Abwassermenge und entzogene Stofffrachten

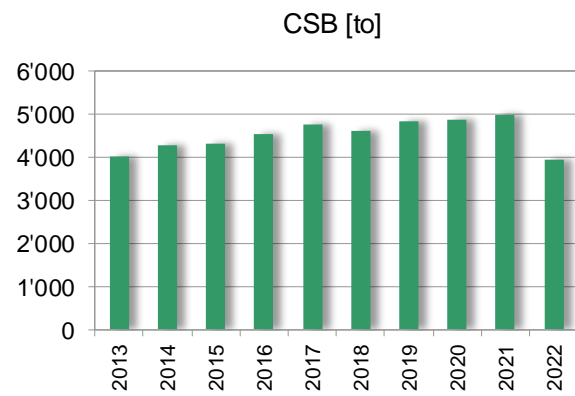
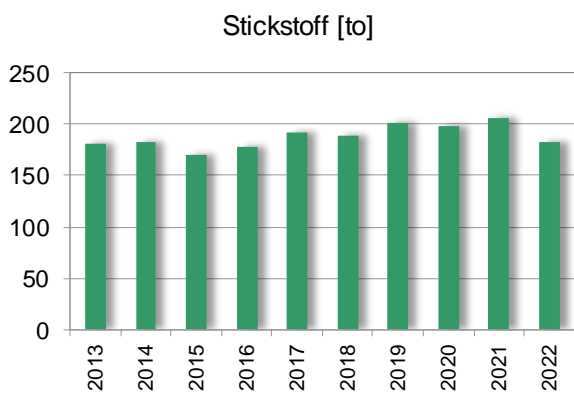
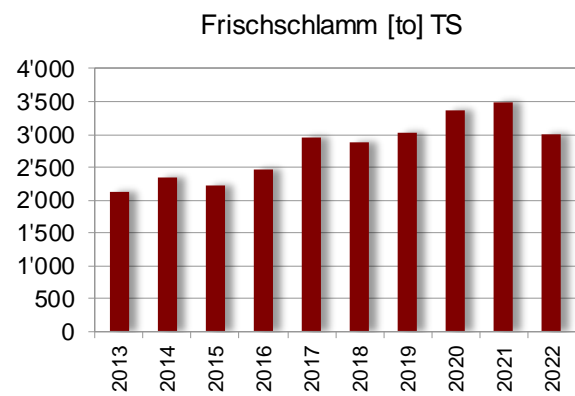
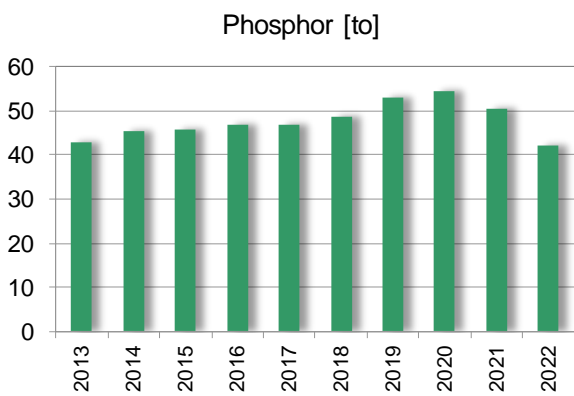
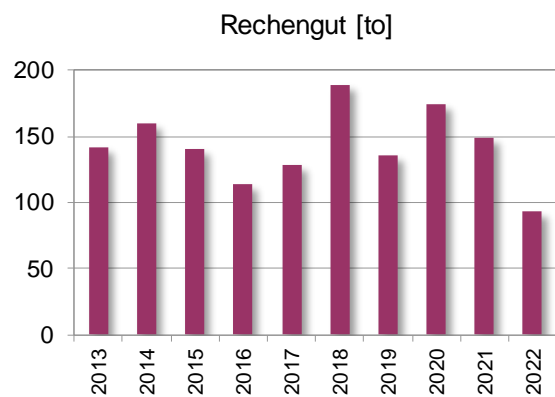
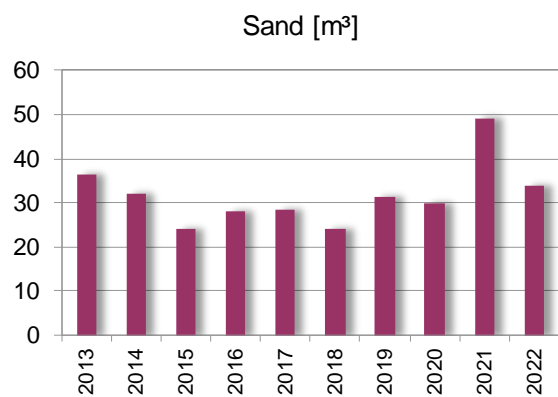
Parameter	Einheit	2021	2022
Abwassermenge Zulauf ARA, inkl. Entlastungen	Mio m ³	10.45	8.60
Abwassermenge durch Biologie	Mio m ³	9.88	8.23
Entzogene Stofffrachten			
Frischschlamm Volumen	m ³	101'525	94'700
Frischschlamm Trockensubstanz	t	3'482	2'996
CSB (Schmutzstoffe)	Zulauf - Ablauf t	4'972	3'927
Phosphor (P)	Zulauf - Ablauf t	50.3	42.1
Ammonium (NH ₄ -N)	Zulauf - Ablauf t	129.5	128.8
Stickstoff (N _{tot})	Zulauf - Ablauf t	206	182
Rechengut	t	149	93
Sand	m ³	49	34

Der Gesamt-Zulauf zur ARA inkl. Regenwasser nahm zum Vorjahr um 18% ab. Der mittlere Zufluss an Trockentagen liegt im Jahr 2022 mit ca. 18'300 m³/d unter der hydraulischen Auslegungsgrosse der ARA für 2025. Die Auslegung des Trockenwetteranfalls beträgt im Mittel 24'300 m³/d. Die tiefe Abwassermenge wird durch 186 Trockentage (Trockenes Jahr 2018: 228 Tage) gestützt.

Die entzogene Stofffracht hängt von der Zulauffracht ab. Die Grösse der Rohabwassermenge spielt dabei eine untergeordnete Rolle. Im 2022 werden aufgrund der stark reduzierten Zulaufbelastung weniger Nährstoffe aus dem Abwasser herausgenommen. Je konzentrierter das Abwasser ist (wenig Fremd- und Regenwasser), desto höher ist der spezifische Reinigungseffekt bzw. die Menge an entzogenen Stoffen pro Kubikmeter Abwasser.

Neben der Entsorgung von Klärschlamm (energetische Verwertung) werden auch die entzogenen Stoffe der mechanischen Reinigung entsorgt. Der gewaschene Sand mit einem maximalen zulässigen Anteil von 5% organischem Material wird auf der Inertstoffdeponie endgelagert und das Rechengut wird in der KVA Buchs verbrannt. Die Rechengut- und Sandmenge von 2022 liegen deutlich unter dem langjährigen Mittel.

6.4.1 10-Jahres Diagramm entzogene Stofffrachten



6.5 Beschaffenheit des gereinigten Abwassers und Reinigungsleistung

Das Amt für Umwelt hat mit Schreiben vom 25. Juni 1998 und 15. September 1999 die Anforderungen an die Reinigungsleistung der Kläranlage Bendern und die Einleitung des gereinigten Abwassers in den Alpenrhein festgelegt. Dies erfolgte gestützt auf Art. 8 und 9, sowie Anhang 3 der Verordnung zum Gewässerschutzgesetz vom 17. Dezember 1996, LGBl. 1997, Nr. 42.

In den **Einleitbedingungen** sind bei 24h-Sammelproben **zwei Grenzwerte** definiert: **Grenzwert und Höchstwert**. Der Höchstwert (nur für Konzentrationen relevant) darf während eines Jahres nie überschritten werden. Der Grenzwert für Konzentrationen und Reinigungsleistung darf bei 72 Proben innerhalb eines Jahres bei maximal 7 Proben überschritten werden.

6.5.1 Konzentrationen

Die Bedeutung der einzelnen Parameter kann unter Kapitel 14 „Begriffserklärungen“ nachgesehen werden.

Der Mittelwert und der Höchstwert sind jeweils auf das gewichtete Mittel der drei Nachklärbecken bezogen.

Parameter	Einheit	2021	2022			Grenzwerte	
			Mittelwert	Mittelwert	Überschreitung Grenzwert [Anzahl] ***	Höchstwert	Grenzwert
NKB 1 - 3		Mittelwert	Mittelwert	Überschreitung Grenzwert [Anzahl] ***	Höchstwert	Grenzwert	Höchstwert
Sichttiefe**	cm	148	159	0	89	≥ 50	
GUS	mg/l	7.2	6.7	1	18.6	≤ 15	50
CSB	mg/l	19.7	19.8	0	26.8	≤ 60	150
Gesamt-P	mg/l	0.27	0.20	0	0.45	≤ 0.5	0.8
NH ₄ -N	mg/l	0.25	0.15	0	0.87	≤ 2.0	
NO ₂ -N	mg/l	0.11	0.07	2	0.41	≤ 0.3	
NO ₃ -N	mg/l	6.1	6.5	-	20.8	mögl. tief	
Gesamt-N	mg/l	7.8	7.8	4	22.1	≤ 15	
NTA *	mg/l	0.004	0.005			--	
EDTA *	mg/l	0.041	0.035			verboten	

* Analyse des Kontrolllabors Dr. Matt AG von 1 Probe

** Höchstwert entspricht kleinster gemessener Sichttiefe

*** Bei den total 72 Probenahmen dürfen maximal 7 Proben vom Grenzwerte abweichen

Die Sichttiefe ist im Jahr 2022 viel grösser als vorgeschrieben und auch der **GUS** Wert kann problemlos eingehalten werden.

Die **Schlammindices** für die Biologie 1-4 werden durchgehend in einer Bandbreite 150-200 ml/g registriert.

Die Zulaufkonzentrationen bzgl. Ammonium sind, vor allem wegen der Rückläufe, hoch. Trotzdem können gesamthaft gute **Stickstoff** Ablaufkonzentrationen erreicht werden, da der Ammoniumanalyser im Ablauf der Biologie 4 eine optimale Dosierung der Rückläufe zulässt.

Beim Ammonium- und Gesamt-Stickstoff sind die wenigen Überschreitungen des Grenzwertes in der Regel eine Folge der hohen Belastung aus Zulauf und Rückläufen sowie der vorhandenen Auslegungsgrosse der Biologie.

Relevant für die Beurteilung sind die Grenzwerte und die Höchstwerte. Bei den **Grenzwerten** und beim **Höchstwert** überschritt kein Parameter die gesetzliche Anforderung.

Die Komplexbildner Nitrilotriacetat (**NTA**) und das Ethylendiamintetraacetat (**EDTA**) variieren leicht auf tiefem Niveau.

Beide Stoffe werden als Hilfsstoffe in verschiedensten Industrieprodukten und in Wasch- und Reinigungsmitteln verwendet. EDTA ist in der ARA biologisch nicht abbaubar und auch eine Anlagerung an Klärschlamm findet nicht statt. Damit belastet das EDTA-haltige Abwasser direkt die Gewässer. NTA kann dagegen in Abwasserreinigungsanlagen mit adaptierter Biologie (grosszügig dimensionierte Nitrifikation) zu etwa 97 % eliminiert werden.

Mikroverunreinigungen aus Medikamenten und Chemikalien belasten unsere Gewässer, da sie bei der Abwasserreinigung bestenfalls nur teilweise entfernt werden. Derzeit laufen auf der ARA Bndern mit dem Projekt ARA Strategie 2050 Abklärungen zur 4. Reinigungsstufe.

Der Kanton St. Gallen und Liechtenstein führten im Jahr 2016 eine breit angelegte Messkampagne auf Kläranlagen durch. Gemessen wurden 157 organische Spurenstoffe aus unterschiedlichen Anwendungsgebieten. Ein Vergleich mit anderen ARA's zeigte, dass einzelne Werte erhöht sind. Seither werden jährlich je zweimal 12 ausgewählte Stoffe aus dem Bereich Arznei- und Röntgenkontrastmittel untersucht. Die Frachten von 2016 – 2022 sind miteinander vergleichbar und weisen keinen Trend auf.

6.5.2 Betriebsdaten (Diagramme)

Im Anhang Kap. 13.1 „Betriebsdaten Diagramme“ können folgende „Zustände“ beobachtet werden:

- Die täglichen **Zulaufmengen** und Entlastungsmengen über die beiden Halbjahre.
- Die **Zulaufmengen** über den Zeitraum eines Jahres anlässlich der ARA Labortage, d.h. in der Regel alle 5 Tage: Hierbei sind vor allem erkennbar:
 - die schwankenden Zulaufmengen
 - die deutlich grösseren Frachten an Ammonium im Ablauf der Vorklärung gegenüber dem ARA-Zulauf (Rohabwasser) aufgrund der Rückläufe
 - die deutliche Überschreitung der Biologieauslegung mit Stickstoff- und teilweise mit Phosphorfrachten
- Die leicht reduzierte Reinigungsleistung der Biologie an Tagen mit sehr tiefen Abwassertemperaturen oder an Tagen mit grosser Zulaufbelastung durch die Rückläufe.
- Trotz der teilweise grossen Zulaufmengen können die Ablaufkonzentrationen immer noch eingehalten werden.

- Die **Ablauf-Konzentrationen** und die **Reinigungseffekte** über den Zeitraum eines Jahres anlässlich der ARA Labortage, d.h. in der Regel alle 5 Tage. Dort wo ein Grenzwert durch das Amt für Umwelt erlassen wurde, ist dieser in die Diagramme eingezeichnet. Dabei ist sofort erkennbar, wievielmals ein Grenzwert überschritten wurde. Zulässig ist das Überschreiten eines Grenzwertes für das Mittel aller Nachklärungen von 7-mal bei 72 Proben pro Jahr.
- Vor allem beim Gesamt-N sind an einzelnen Probenahmetagen die **Reinigungseffekte** etwas vermindert. Rechnerisch werden die Reinigungseffekte auf den Zulauf mit Rohabwasser bezogen. Wenn die Zulaufkonzentration verhältnismässig tief ist und im Ablauf der Vorklärung eine hohe Fracht an Rückläufen zu dosiert wird, kann dies zu einer Verfälschung der Reinigungseffekte führen.
- Beim Diagramm Reinigungseffekt Gesamt Stickstoff (N) ist erkennbar, dass die Werte mehrheitlich zwischen 65-90% liegen. Der Mittelwert beträgt 75% (Vorjahre: 71-73%).
- Je nach Stickstoffbelastung hat die Biologie mehr oder weniger Kapazität zur Denitrifikation, weshalb die Reinigungseffekte zum Teil stark schwanken. Der Jahressollwert >55% wurde problemlos erreicht.
- Gemäss den Einleitbedingungen ist das Labor an Tagen mit Starkniederschlag auszusetzen. Der Vollständigkeit halber führt die ARA BERN diese Laborwerte trotzdem auf.

6.5.3 Kontrollproben des Amtes für Umwelt im Vergleich mit Analysen der ARA

Parameter	Einheit	14. März	8. Juni	11. Sep.	6. Dez.	arith. Mittel
Ungelöste Stoffe (GUS)	mg/l	5.7	1.9	4.9	12.7	6.3
ARA-Labor	mg/l	9.6	3.8	8.2	10.2	8.0
Chem. Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/l	24.7	18.7	26.0	20.7	22.5
ARA-Labor	mg/l	26.4	16.9	19.1	23.2	21.4
Gesamtposphor (Ges.-P)	mg/l	0.37	0.16	0.10	0.31	0.24
ARA-Labor	mg/l	0.41	0.14	0.27	0.33	0.29
Ammoniumstickstoff (NH₄-N)	mg/l	0.10	0.06	0.12	0.03	0.08
ARA-Labor	mg/l	0.09	0.21	0.12	0.06	0.12
Nitritstickstoff (NO₂-N)	mg/l	0.13	0.13	0.05	0.05	0.09
ARA-Labor	mg/l	0.14	0.17	0.03	0.06	0.10
Nitratstickstoff (NO₃-N)	mg/l	18.6	4.7	7.5	14.5	11.3
ARA-Labor	mg/l	20.2	4.3	6.8	13.6	11.2

Die an identischen Proben bestimmten Analysenresultate des Kontrolllabors Dr. Matt AG (Einheitsmethode) und des ARA-Labors (Schnellmethode) weichen in der Regel nur innerhalb der Messgenauigkeit voneinander ab.

Die hohe Datenqualität des ARA-Labors kann nun schon seit ein paar Jahren gewährleistet werden. Die auf der ARA Bendern ermittelten Analysenresultate 2022 sind repräsentativ.

Dies zeigen auch die Auswertungen aus dem Ringversuch (Vergleichsmessungen), bei dem die ARA Bendern mitgemacht hat. Dabei lässt sich die Qualität von chemisch analytischen Untersuchungen überprüfen. Das Amt für Wasser und Energie (AWE) St. Gallen organisiert daher jährlich Vergleichsmessungen, die den Teilnehmern eine Standortbestimmung hinsichtlich ihrer Analysenqualität bietet. Mit Ausnahme der Stickstoffwerte NH₄-N und N_{tot} liegen alle Analysen innerhalb der einfachen Standardabweichung.

6.5.4 Abbauleistung

Die Bedeutung der einzelnen Parameter kann unter Kapitel 14 „Begriffserklärungen“ nachgesehen werden.

Der Mittelwert ist auf das gewichtete Mittel der drei Nachklärbecken bezogen.

Parameter	Einheit	2021	2022			Grenzwerte
			Mittelwert	Mittelwert	Grenzwert Überschreitung [Anzahl] *	
Zulauf ARA-Ablauf NKB**						
CSB	%	95.9	96	--	91.7	--
Gesamt-P	%	94.7	96.2	0	84.3	≥ 80
Gesamt-N	%	72.5	75.3	6	22.4	≥ 55
NH ₄ -N bezogen auf Gesamt-N	%	97.9	98.7	0	88.9	≥ 85

* Bei den total 72 Probenahmen dürfen maximal 7 Proben vom Grenzwerte abweichen

** Rückläufe werden in den Ablauf VKB zu dosiert. Die hohen N-Frachten beeinflussen die Abbauleistung negativ.

Die Jahresmittelwerte 2022 werden im Vergleich zum Vorjahr bestätigt. Hierbei erreichen alle Parameter die gesetzlichen Anforderungen. Die Reduktion der Zulaufbelastung durch die Herbert Ospelt Anstalt hat kaum Einfluss auf die Reinigungsleistung.

Die Zulauffracht an Gesamt-N war im vergangenen Jahr an manchen Tagen verhältnismässig tief und gleichzeitig dosierte die ARA im Ablauf der Vorklärung eine hohe Fracht an Rückläufen zu. Dies führt teilweise zu relativ tiefen theoretischen Reinigungseffekten. Bezieht man den Reinigungseffekt auf Vorklärung zu Ablauf Nachklärung, so wird im Mittel ein etwas höherer Reinigungseffekt erreicht. Fürs 2022 heisst dies: Gesamt-P 96.2%, Gesamt-N 77.8% und NH₄-N 99.1%.

Gemäss den Einleitbedingungen ist das Labor an Tagen mit Starkniederschlag auszusetzen. Der Vollständigkeit halber führt die ARA Bändern diese Laborwerte trotzdem auf.

Weitere Erläuterungen zur Reinigungsleistung können unter dem Kapitel 6.5.1 Konzentrationen nachgelesen werden.

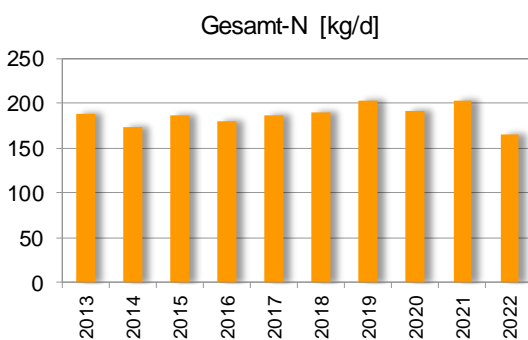
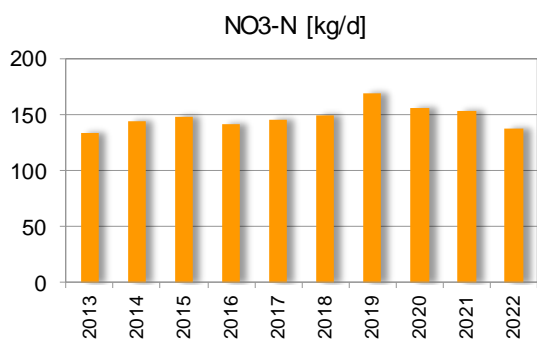
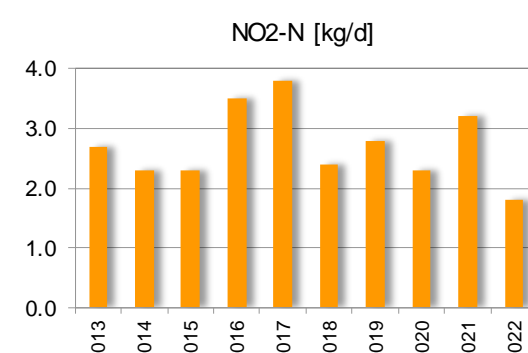
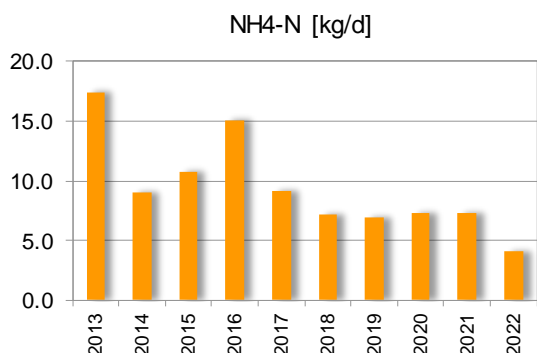
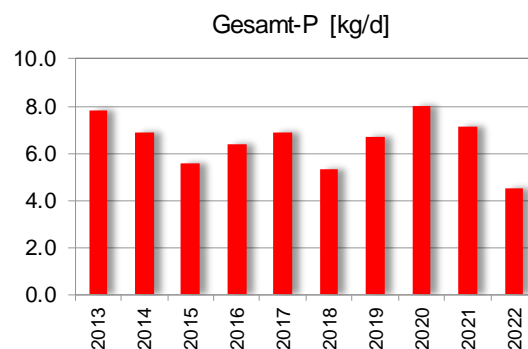
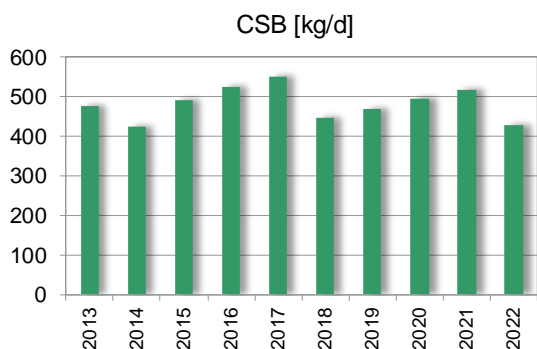
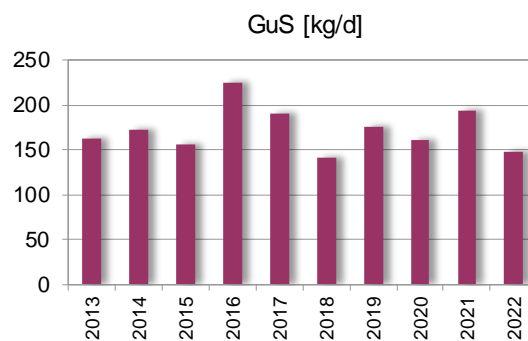
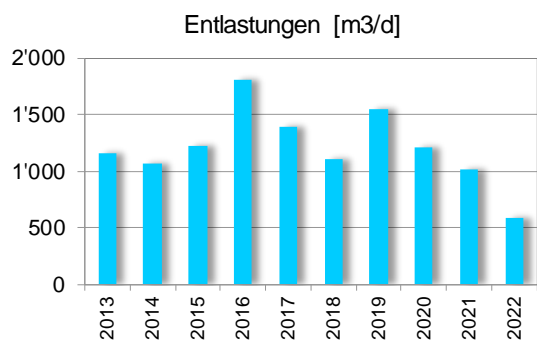
6.5.5 Restfrachten (an Labortagen)

Parameter	Einheit	2020	2021	2022	Differenz	
					kg/d	%
Niederschlag Jahresmenge	mm/a	1'056	1'105	990		
Entlastungen Menge Jahresmittel	m3/d	1'217	1'011	590		
Menge Total	m3	444'041	396'046	215'438		-45.6
Dauer Total	h	583	564	338		-40.1
Ungelöste Stoffe (GUS) Auslauf NKB	kg/d	161	193	148	-45	-23.3
Chem. Sauerstoffbedarf (CSB) Auslauf NKB	kg/d	495	517	430	-87	-16.8
Gesamtposphor (Ges.-P) Auslauf NKB	kg/d	8	7.1	4.5	-2.6	-36.6
Ammoniumstickstoff (NH₄-N) Auslauf NKB	kg/d	7.3	7.3	4.1	-3.2	-43.8
Nitritstickstoff (NO₂-N)	kg/d	2.3	3.2	1.8	-1.4	-43.8
Nitratstickstoff (NO₃-N)	kg/d	155	153	137	-16	-10.5
Gesamtstickstoff (Ges.-N) Auslauf NKB	kg/d	192	202	165	-37	-18.3

Insgesamt ist erkennbar, dass die Restfrachten „Auslauf NKB“ aufgrund der gezielten Betriebsoptimierungen und der geringeren Zulaufmenge tief gehalten werden.

Seit 2021 wird über das Optimierungsprogramm RITUNE die Bewirtschaftung der Regenbecken im Einzugsgebiet Unterland und Schaan gesteuert. Durch optimale Entleerungszeitpunkte können die Beckenvolumen besser genutzt und Speicherkapazitäten geschaffen werden.

Nachstehende 10 Jahres Diagramme zeigen die relativ konstanten Restfrachten, welche via Ablauf Nachklärbecken in den Rhein gelangen. Die Abnahme der hydraulischen und stofflichen Zulaufbelastung widerspiegelt sich klar in den Restfrachten. Die Diagramme zeigen, dass die ARA u.a. auf einem konstant hohen Niveau betrieben wird.



6.5.6 Online Messung Ablauf Rhein

Die im ARA-Ablauf zum Rhein installierte online Messung, welche die Parameter PO₄-P, NH₄-N, NO₃-N, Trübung (GUS), Abwasser-Temperatur und pH durchgehend aufzeichnet, dokumentiert die Ablaufqualität des Abwassers in den Rhein. Die aufgezeichneten Werte enthalten neben Trockenwetter- auch Regenwetterabflüsse, die teilweise Entlastungswasser aus dem Regenbecken enthalten können, was zu erhöhten Konzentrationen führt.

Die Analyser waren das ganze Jahr verfügbar und lieferten plausible Resultate.

Der Mittelwert ist bei allen Parametern grösser als der Median. Das bedeutet, dass es viele tiefe und nur ein paar wenige hohe Ablaufwerte gibt, welche den Mittelwert anheben.

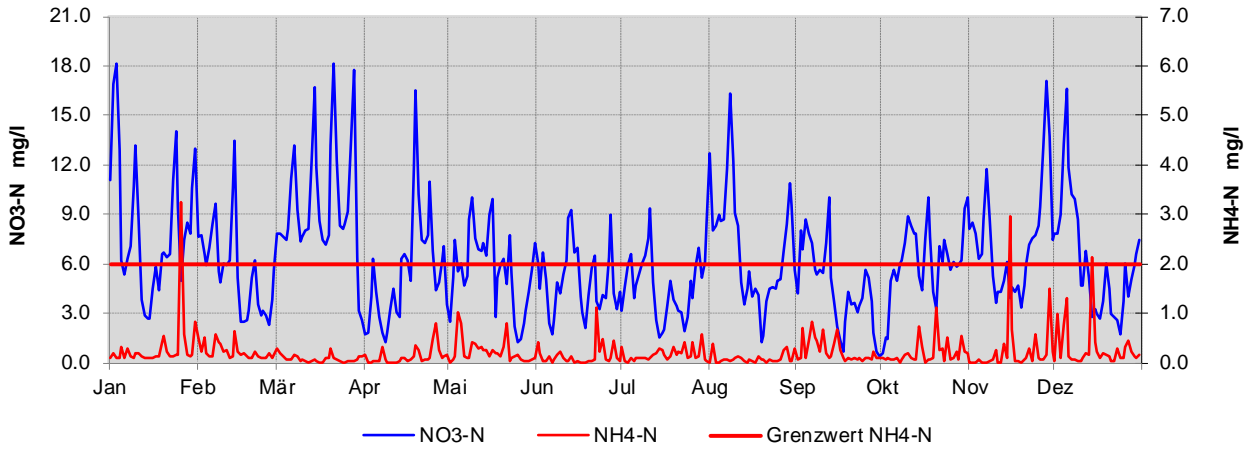
Vergleicht man die 90% Werte mit den gesetzlichen Grenzwerten, so liegen diese innerhalb der Toleranz. Betrachtet man die nachfolgenden Diagramme, so werden in der Regel gute Ablaufwerte erreicht.

Das Diagramm GUS Online zeigt die gesamten ungelösten Stoffe im Ablauf der ARA inkl. des Entlastungsabwassers. Sobald das RÜB ARA anspringt, steigt in der Regel auch die GUS Konzentration. Die Aussagekraft der GUS Kontrolle ist etwas fraglich. Deshalb wird nach Absprache mit dem AU die Sonde bei der nächsten Revision nicht mehr ersetzt.

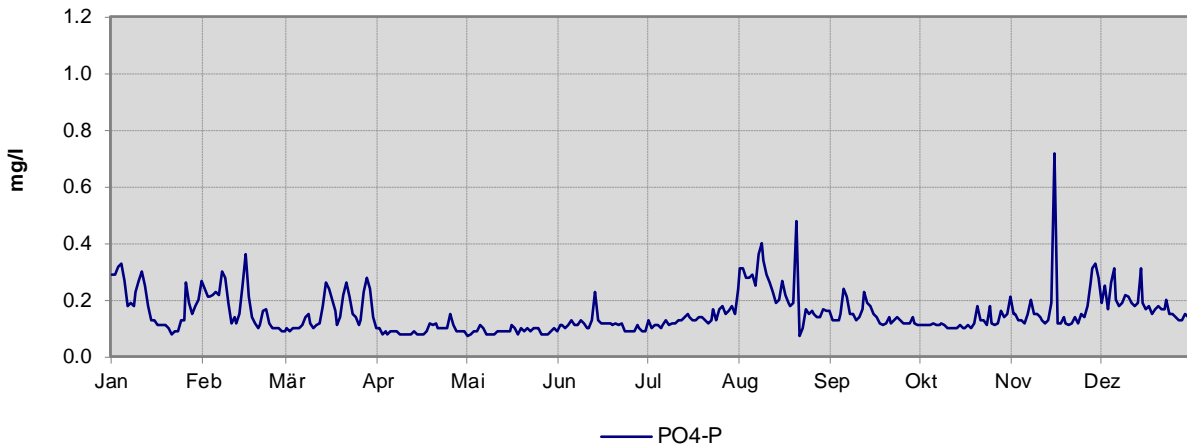
Überprüfungen mit Laborwerten zeigen, dass die einzelnen Parameter gut übereinstimmen.

Parameter [mg/l]	PO4-P	NH4-N	NO3-N	GUS
25% Quantil	0.10	0.05	3.98	8.50
Mittelwert	0.15	0.19	6.29	9.02
Median	0.13	0.11	5.94	8.80
90% Quantil	0.25	0.21	10.42	10.20

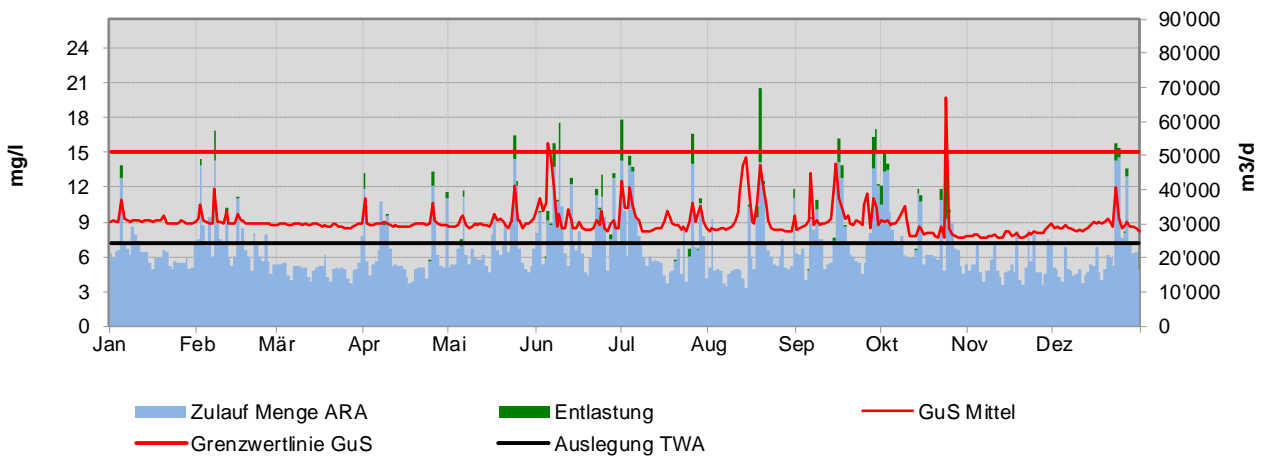
Einleitung Rhein: Online Tagesmittelwerte NO₃-N und NH₄-N



Einleitung Rhein: Online Tagesmittelwerte PO₄-P



Einleitung Rhein: Online Tagesmittelwerte Gesamte ungelöste Stoffe (GuS)



6.6 Phosphat Simultanfällung

Im Ablauf der Biologie zur jeweiligen Nachklärung wird dem Abwasser simultan Phosphat durch Dosierung eines Aluminiumhaltigen Fällmittels entnommen.

Mittels Phosphat - Analyser wird die Belastung ermittelt. Dementsprechend wird die Fällmittelmenge für das jeweils korrespondierende Belebungsbecken bestimmt und gesteuert.

Parameter	Einheit	2021	2022
Fällmittelmenge	l/d	1041	842
Spez. Fällmittelmenge pro kg P	Mol ME/mol P-elim	1.02	1.05

Seit der Inbetriebnahme der Vorreinigung der Herbert Ospelt Anstalt können auf der ARA Fällmittel eingespart werden. Obwohl die Vorreinigung nur 9 Monate in Betrieb war, beträgt die Einsparung 20%.

6.7 Belebtschlammeigenschaften

Parameter	Einheit	2021	2022
Schlammkonzentrationen	g/l	3.70	3.48
Schlammindex	ml/g	135	136
CSB - Schlammbelastung	kg/kg TS*d	0.15	0.16

Die Schlammindices für die Biologie 1-4 werden durchgehend in einer Bandbreite von 130-180 ml/g registriert, wie sie anlässlich der Auslegung Biologie angenommen wurden. Wiederkehrend wurden für die Biologie 1+2 im Herbst sehr tiefe Werte bis 50 ml/g gemessen.

Insgesamt ist die Denitrifikationsleistung gut erfüllt. Für eine optimale Nitrifikation und Denitrifikation ist ein TS-Gehalt von ca. 4.0-4.5 g/l anzustreben.

Die Biologie 3+4 wird im Jahresmittel 2022 mit 4.0 g/l gefahren. Für die Biologie 1+2 waren nur 3.0 g/l möglich. Eine Erhöhung der Schlammkonzentration führt hier zu zusätzlichem Schwimmschlamm.

Durch einen automatischen Abzug von Schwimmschlamm bei den NKBs 1+2 könnte unter Umständen die Schlammkonzentration erhöht werden, womit der Puffer bei Zulaufbelastungstößen verbessert werden könnte.

6.8 Klärschlamm

6.8.1 Überschussschlamm

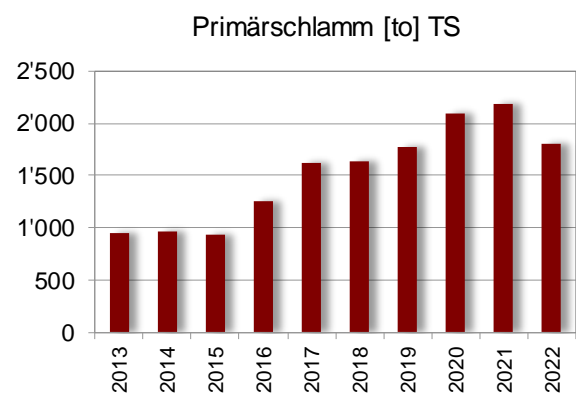
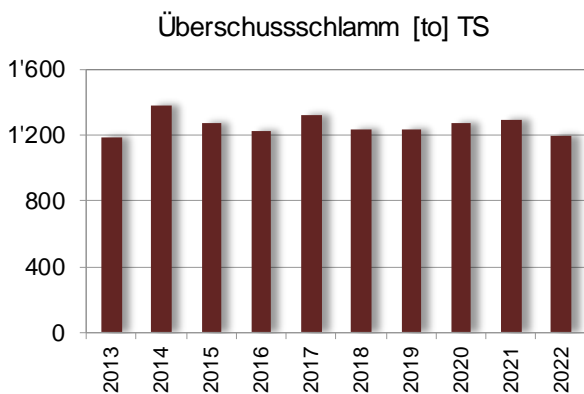
Parameter	Einheit	2021	2022
Überschussschlamm	m ³ /a	221'423	231'887
Trockensubstanzgehalt *	g/l	5.8	5.1
Jahresfracht	t/a	1'291	1'196

* Mittelwertberechnung aus Aracom

Die Überschussschlammfracht nimmt gegenüber dem Vorjahr um 7.5% ab.

Die Frachtdifferenz zwischen Frischschlamm und Überschussschlamm ist der Primärschlamm, welcher durch Sedimentation in der Vorklärung abgetrennt wird. Im 2022 wurden demnach je 1'800 t/a Primärschlamm abgetrennt. Betrachtet man aber die 10-Jahres Graphik, so ist ersichtlich, dass seit 2016 deutlich höhere Frachten registriert werden. Zwischen 2015 bis 2021 ist mehr als eine Verdoppelung zu verzeichnen.

Die Zunahme beträgt ca. 1'000 to TS. Vergleicht man die Überschuss- und Primärschlammengen, so erfolgt die Zunahme im Primärschlamm. Und dies quasi ausschliesslich als Organik. Die sehr starke Zunahme lässt den Schluss zu, dass aktiv absetzbare Stoffe im Lebensmittelbereich abgelassen werden. Dies bestätigen auch die Zahlen von 2022 mit dem leichten Rückgang der Fracht, nachdem die Herbert Ospelt Anstalt die Vorreinigung in Betrieb genommen hat.



6.8.2 Frischschlamm

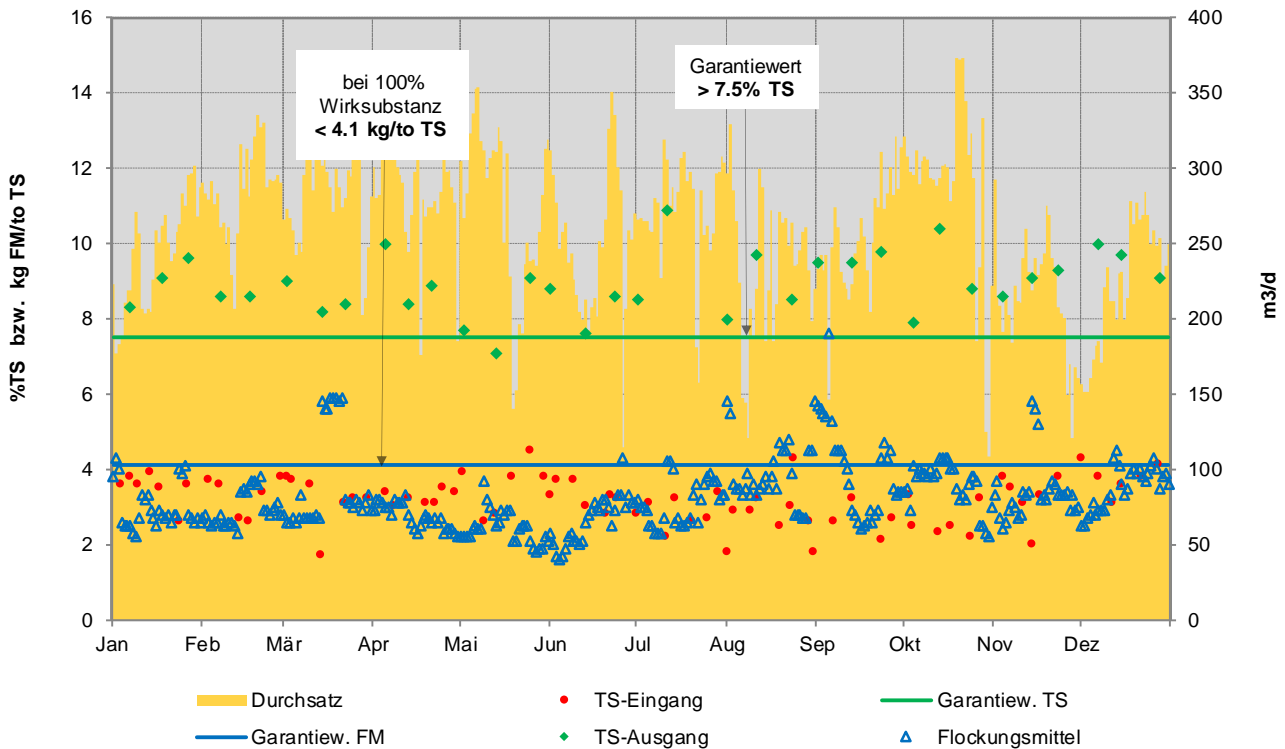
Die Frischschlammfracht und der organische Trockensubstanzgehalt haben um 14% abgenommen. Dies ist auch im Diagramm „Frischschlammfracht der letzten 10 Jahre“ unter Kap. 6.4.1 erkennbar. Der hohe organische Anteil bringt einerseits etwas mehr Gas und andererseits hat er auch negative Auswirkungen auf die Entwässerungsleistung des Dekaners: Die Entwässerungsleistung nimmt laufend ab und stagniert im Jahr 2022 bei mageren 23% TS.

Parameter	Einheit	2021	2022
Frischschlamm vor Eindickung	m ³ /a	101'525	94'700
der Voreindickung zugeführt (a)	m ³ /a	101'392	94'568
Frischschlamm Trockensubstanz	t/a	3'482	2'996
Frischschlamm Trockensubstanzgehalt	%	3.5	3.2
organische Trockensubstanz	t/a	2'621	2'263
Volumen von (a) nach Eindickung (b)	m ³ /a	35'238	34'260
Volumenreduktion durch Eindickung	%	65	64
Trockensubstanzgehalt	%	9.0	9.1
ohne Eindickung zur Faulung (c)	m ³ /a	133	132
total der Faulung zugeführt (b + c)	m ³ /a	35'371	34'392
mittlerer Trockensubstanzgehalt <small>theoretisch, weil TS-Fett unbekannt</small>	%	9.0	9.1
effektive Volumenreduktion	%	64.7	63.3

In der Position Frischschlammmenge „ohne Eindickung direkt zur Faulung“ sind u.a. die Fremdschlämme der Hilti AG Schaan zur CO-Vergärung enthalten, welche im 2022 in Summe 56 m³ (Vorjahre 50-65 m³) betragen.

Auf das Jahrestotal bzgl. Gasanfall haben die Fremdschlämme einen vernachlässigbaren Einfluss. Die Aufzeichnungen im Prozessleitsystem zeigen jedoch deutlich, dass kurzfristig ein sehr starker Anstieg der Gasproduktion verzeichnet wird. Die Biomasse der Hilti AG hat einen CSB von ca. 100'000 mg/l.

Vorentwässerung



Im Diagramm ist gut erkennbar, dass die Vorentwässerung durchgehend betrieben werden konnte. Seitens der ARA sind immer wieder Anpassungen an den Gerätschaften nötig, damit ein kontinuierlicher Betrieb gefahren werden kann.

Die Eindickung des Frischschlammes im Jahresmittel von 3.2% auf 9.1% ist für eine Verlängerung der Aufenthaltszeit in der nachfolgenden Faulung entscheidend.

Der Flockmittelverbrauch pro to TS ist relativ klein. Im Jahresmittel wird ein mittlerer Abscheidegrad des Filtratwassers von 99.5 % (90%-Wert: 98.8%) erreicht.

Der Brauchwasserverbrauch für Warm- und Kaltwasser beträgt im Jahresmittel hohe 346 m³/d. Das sind 1.5% des Trockenwetterzulaufes zur ARA. Die Hälfte dieses Betriebswassers verbraucht die Vorentwässerung zur kontinuierlichen Spülung (Verminderung von Fettablagerungen). Eine Erneuerung der 17-jährigen Vorentwässerung wird demnächst geprüft.

Der vorentwässerte Frischschlamm wird mit Faulschlamm gemischt und aufgeheizt. Ohne die Vorentwässerung könnte die benötigte Wärmemenge im Jahresmittel nicht in 24 Stunden eingebracht werden. Im Mittel werden pro Tag ca. 2'000 kWh an Heizenergie in den Faulraum 1 eingetragen. Ausgelegt ist der Wärmetauscher 2 auf eine Leistung von 4600 kWh/d.

Die Abstrahlungsfläche via Aussenwand beträgt 1'000 m². Der Faulturm 1 ist nur mit 5 cm Steinwolle isoliert. Bezogen auf die Jahresmitteltemperatur von 10 °C beträgt der Wärmeverlust ca. 500 kWh/d. Mit einer Isolation der Aussenwand und des Deckels könnten etwa 10% der Heizenergie eingespart werden. Bei der momentanen Steigerung der Energiepreise könnte sich die Investition bald lohnen.

Die ARA Bendern verfügt über 2 Faultürme mit je 2'400 m³ Inhalt. Primär wird nur der Faulraum 1 auf 37°C gehalten. Der Faulraum 2 schwankt im Jahresgang und wird nicht aktiv beheizt. Der Abbau von organischen Stoffen im Faulraum 2 ist bescheiden, auch wenn dieser auf 37°C gehalten wird.

6.8.3 Abbau und Eindickung

Parameter	Einheit	2021	2022
Frischschlamm-TS	t/a	3'482	2'996
Frischschlamm-oTS (org. TS)	t/a	2'621	2'263
	% der TS	75.3	75.7
Faulschlamm Stapelraum -TS	t/a	1'268	1'153
Verminderung der oTS durch Faulung	t/a	2'214	1'843
	%	84.5	81.4

Die **organische Substanz** im Frischschlamm nimmt seit Jahren laufend zu. Von 2015 - 2021 beträgt die Zunahme knapp 1'000 to TS. Ein hoher oTS im Frischschlamm führt in der nachfolgenden Schlammbehandlung, v.a. in der Entwässerung, zu geringen Schlammkonzentrationen. Durch die Inbetriebnahme der Vorreinigung der Herbert Ospelt Anstalt senkte sich die Fracht im 2022 um ca. 14%.

6.8.4 Klärschlamm Verwertung

Parameter	Einheit	2021	2022
Volumen Jahresanfall	m³/a	28'753	26'598
Total Abgabe	m³/a	28'644	26'589

Die Differenz beim Schlammanfall zwischen Jahresproduktion und Total Abgabe kommt aufgrund der Pufferkapazität des Stapelbehälters zustande.

Parameter	2021		2022	
	t (TS)	%	t (TS)	%
div. Abnehmer (entwässert)	0	0	0	0
KVA Buchs (getrocknet)	8	1	4	0
Holcim (getrocknet)	1'241	99	1'156	100
Total	1'249	100	1'160	100

Der getrocknete Klärschlamm wird in den Zementwerken der Holcim AG verbrannt und in den Zement eingebunden.

Getrocknetes Granulat, welches im Bandrockner durch die Lamellen fällt, wird von Hand bei den Revisionsöffnungen herausgesogen und mittels Mulden in der KVA Buchs verwertet.

Mit der Verbrennung von Klärschlamm geht auch das essentielle Phosphat verloren. Phosphat als Düngerbeigabe kann nicht künstlich hergestellt werden und ist für das Pflanzenwachstum von entscheidender Bedeutung. Die ARA Bendern hat den Abnahmevertrag mit der Holcim verlängert, welcher bis 31. Dezember 2025 dauert. Zusammen mit den Ostschweizer Kantonen ist die ARA Bendern in einer Arbeitsgruppe, die ein Konzept zur Verwertung des Phosphors aus der Region ab 1.1.2026 ausarbeitet.

6.8.5 Weitergehende Schlammbehandlung

Nachstehende zwei Diagramme zeigen den Betrieb der Nachentwässerung und der Trocknung. Die Betriebsunterbrüche sind auf reguläre Betriebsstopps der beiden Anlagen zurück zu führen.

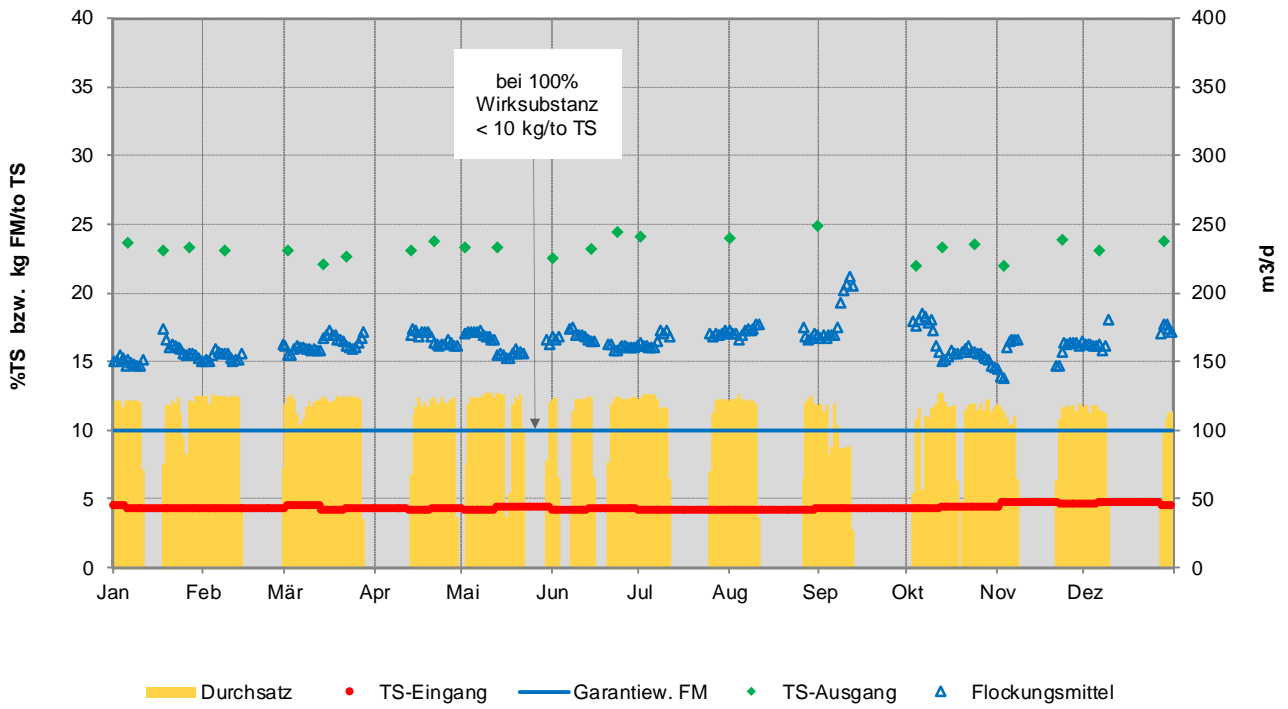
Weil der organische Trockensubstanzgehalt im ausgefaulten Schlamm hoch ist und von Jahr zu Jahr laufend zunimmt, werden unter anderem nur noch TS-Gehalte von 23% im entwässerten Schlamm erreicht. Dies reduziert die Durchsatzleistung und Wasserverdampfungsleistung im Trockner massgebend.

Der Betrieb der Dekanter ist nicht allzu stabil. Durchsatzleistung und Fällmittel müssen genau zusammenpassen, damit die Entwässerung stimmt und das Zentrat schwach belastet ist. Die Durchsatzleistung beträgt maximal 5 m³/h. Im Jahresmittel wird ein mittlerer Abscheidegrad beim Zentrat von 99.1% (90%-Wert: 96.3%) erreicht.

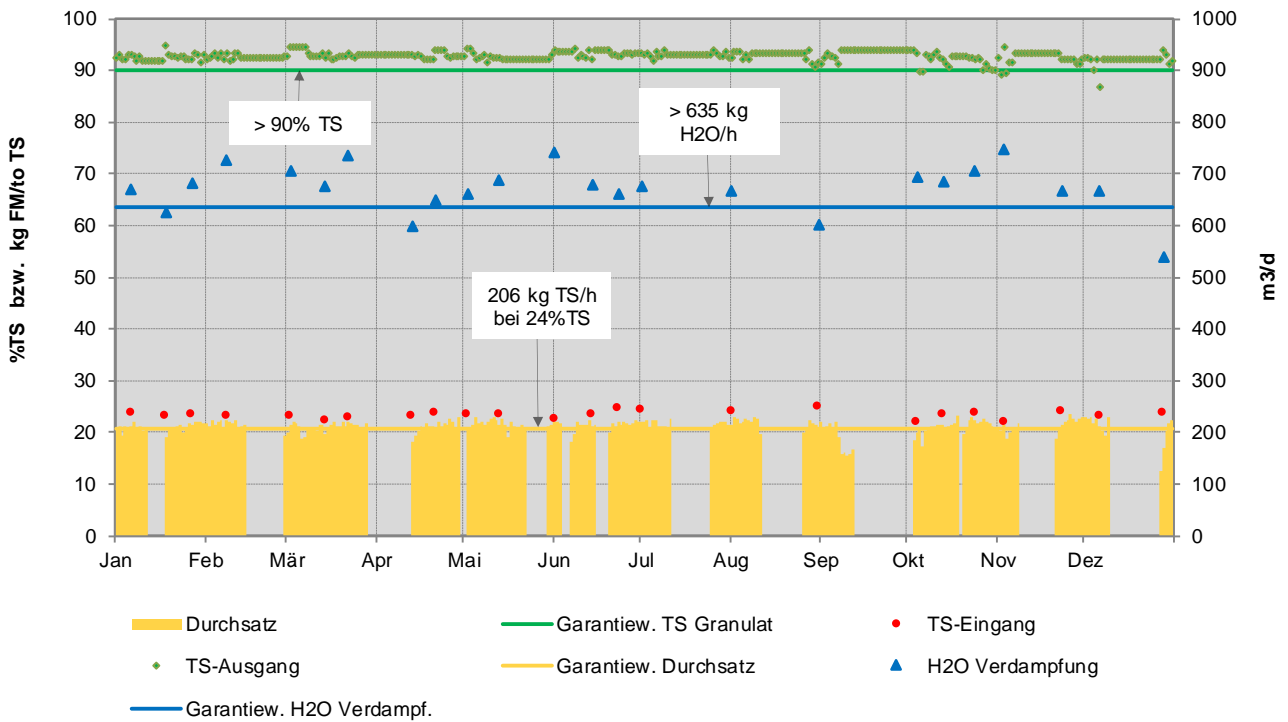
Derzeit kann der anfallende Schlamm noch entwässert und getrocknet werden. Die Anlagen kommen nun mit 17 Jahren Betriebsdauer in ein Alter, bei dem ein Ersatz oder eine andere Lösung ansteht. Fürs Jahr 2023 sind Schlammentwässerungsversuche mit mobilen Schneckenpressen und Dekantern in Vorbereitung.

Der Betrieb der Trocknung läuft relativ stabil. Damit dies so ist, sind immer wieder Unterhaltsarbeiten am Dünnschichtverdampfer und Bandrockner notwendig. Die Leistung und Effizienz der Trocknung ist vom TS Gehalt des entwässerten Schlammes abhängig. Für den Betrieb der Schlammentwässerung und der Trocknung werden über 40% des Gesamtenergieverbrauchs der ARA aufgewendet.

Nachentwässerung



Trocknung



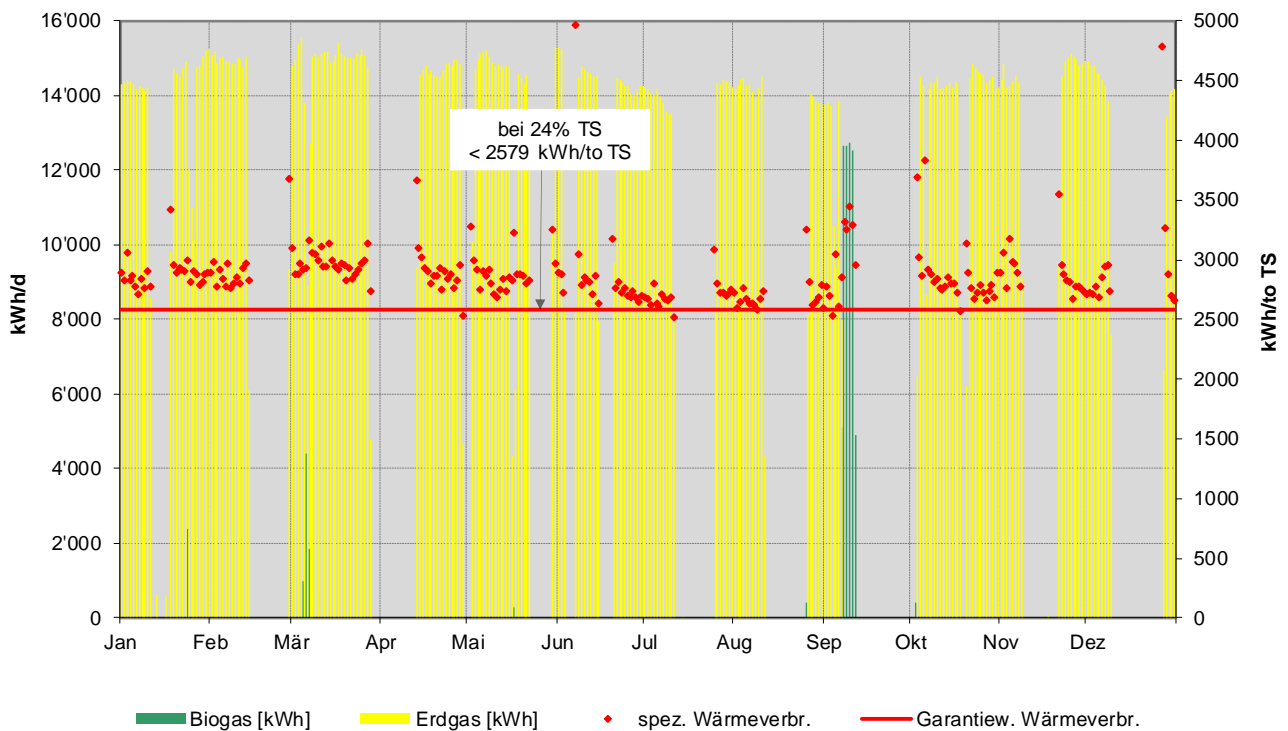


Der zur Schlamm-trocknung benötigte Energiebedarf wird hauptsächlich durch Erdgas gedeckt. Eigenes Klärgas wird nur noch verwertet, wenn die Biogasaufbereitungsanlage das Gas nicht abnehmen kann und die Gasometer voll sind. Durch den Betrieb mit Erdgas kann die Trocknung auch mit einer höheren Leistung gefahren werden.

Dadurch, dass der TS-Gehalt des Schlammes beim Schlammeingang zur Trocknungsanlage tief ist, wird zur Schlamm-trocknung relativ viel Energie benötigt. Wenn der TS Gehalt im Ausgang der Dekanter fällt, steigt der spezifische Wärmeverbrauch pro Tonne TS.

Weitere Angaben zum Energiebedarf können aus dem Kapitel 6.9.1 entnommen werden.

Trocknung - Energieverbrauch



6.8.6 Klärschlamm - Granulat

Die Holcim AG fordert einen **Trocknungsgrad** von mindestens 90% TS für getrockneten Klärschlamm. Das Granulat der ARA Bendern kann dies problemlos einhalten. Im Jahresmittel werden 92.5% TS erreicht.

Parameter	Einheit	2021	2022
Trockensubstanz (TS)	%	92.8	92.7
organische Trockensubstanz (oTS)	% der TS	54.6	55.1
anorganische Trockensubstanz (aTS)		45.2	44.9
Schwermetalle, Mittel der Grenzwerte	%	30.7	29.8
Polychlorierte Biphenyle	* mg/kg TS	0.12	0.12
AOX (Adsorb. org. Halogenverbindungen)	mg Cl/kg TS	127	134
PAK (Polycyclische aromatische KW)	* mg/kg TS	1.1	1.4

* Kontrollanalysen des Amtes für Umweltschutz aus 1 Probe

Das Mittel der Schwermetallkonzentrationen in Relation der Grenzwerte liegt mit 29.8% im Bereich des langjährigen Mittels.

Alle Messwerte aus dem Jahr 2022, welche aus zwei Einzelproben bestimmt werden, liegen innerhalb der Grenzwerte. Ein Teil der Schwermetalle wirkt in der Natur als essentielle Spurenelemente. Weitere detailliertere Informationen zu den einzelnen Schwermetallen können unter Kap. 13.2.3 nachgesehen werden.

Nachstehende Tabelle zeigt die Mittelwerte der Schwermetallgehalte des Klärschlammes seit 1980. Dabei fällt auf, dass mit Ausnahme von Kupfer, Molybdän und Nickel eine starke Reduktion der Schwermetallbelastung im Schlamm zu verzeichnen ist. In den letzten Jahren nimmt der Anteil an Chrom laufend zu.

Parameter	Einheit	bis 1990	bis 2010	bis 2020	2022
Blei	g/t TS	200	52	36	27
Cadmium	g/t TS	4	1.1	1.0	0.7
Chrom	g/t TS	60-120	58	76.2	92.5
Kobalt	g/t TS	6	8.8	5.7	5.1
Kupfer	g/t TS	230	330	344	370
Molybdän	g/t TS	20	13.6	22.8	13.0
Nickel	g/t TS	25	37.1	48.6	44.5
Quecksilber	g/t TS	3	0.5	0.5	0.2
Zink	g/t TS	1'200	785	789	720

Die Analysenwerte der adsorbierbaren organischen Halogenverbindungen (**AOX**) sind mit 134 mgCl/kgTS relativ konstant. Hinsichtlich der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (**PAK**) ist die Einzelprobe mit 1.4 mg/kg TS relativ tief. Der Gehalt an Polychlorierte Biphenylen (PCB) beträgt konstante 0.1 mg/kgTS.

6.8.7 Gasproduktion

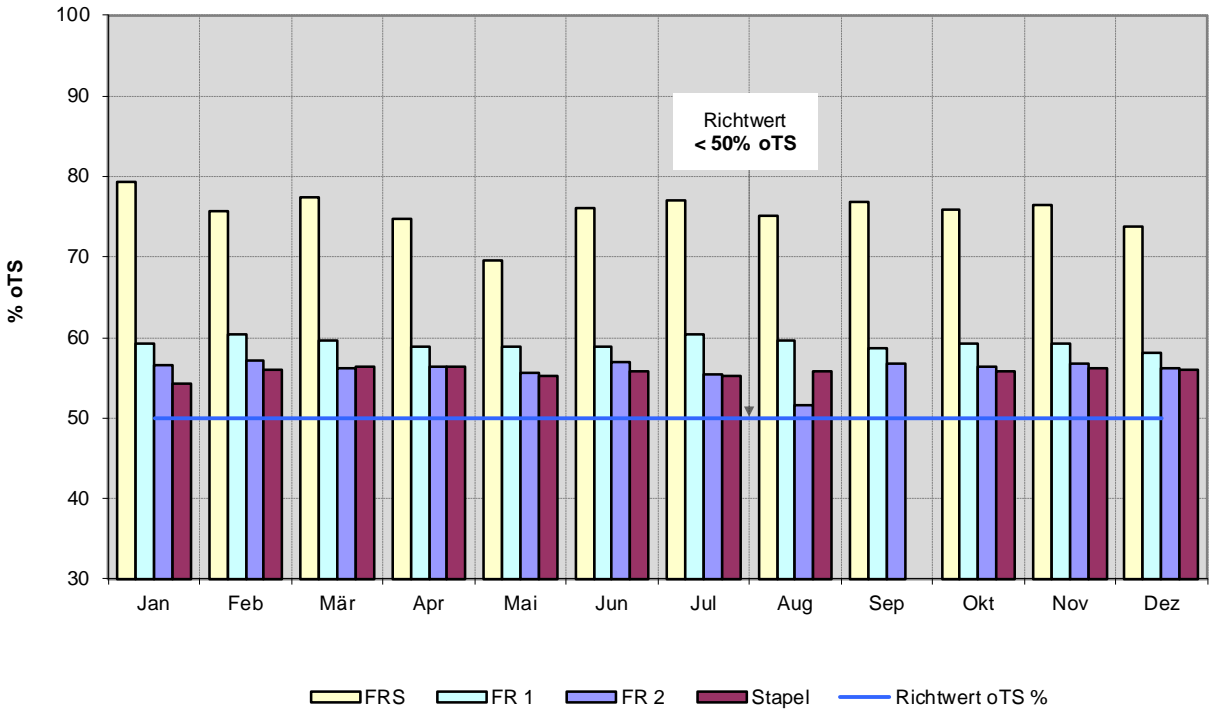
Parameter	Einheit	2021	2022
Absolut	m ³ /a	1'280'312	1'101'355
Spezifisch			
bezogen auf Frischschlamm	m ³ /m ³	12.6	11.6
bezogen auf Frischschlamm-TS	m ³ /kg	0.364	0.366
bezogen auf Frischschlamm-oTS	m ³ /kg	0.484	0.485

Die Gasproduktion wie auch die organische Frischschlammfracht reduzierten sich um 14% zum Vorjahr. Dies ist auf die Inbetriebnahme der Vorreinigung der Herbert Ospelt Anstalt zurück zu führen. Wir erwarten fürs Jahr 2023 noch einen weiteren leichten Rückgang, da die Vorreinigung erst 9 Monate in Betrieb war.

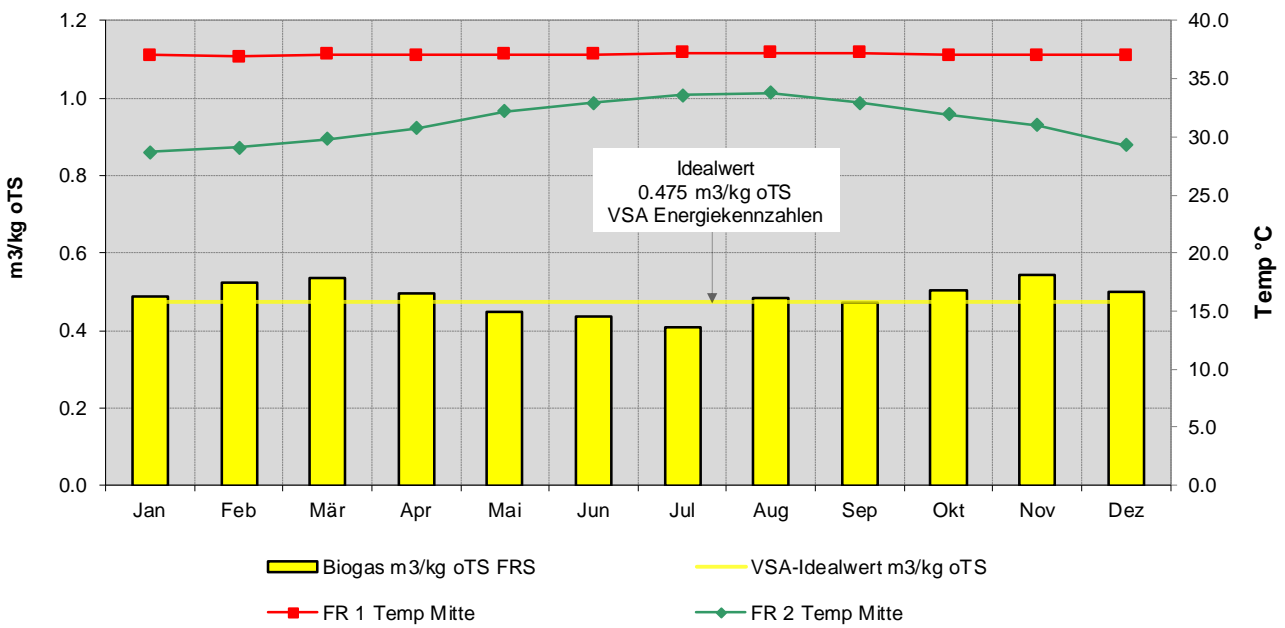
Die spezifischen Gasproduktionswerte liegen im mittleren Bereich der Literaturangaben.



Faulung - Organischer Anteil oTS



Spezifischer Gasanfall



6.9 Energiebilanzen

6.9.1 Deckung des Energiebedarfs

Parameter	Einheit	2021	2022
Klärgasverbrauch	m ³ /a	1'280'312	1'101'355
	kWh/a	7'681'872	6'608'130
Biogasaufbereitung	m ³ /a	1'241'589	1'021'648
BHKW	m ³ /a	29'583	67'714
Heizung (Trocknung)	m ³ /a	8'726	11'887
Energiepotential (6.0 kWh/m ³) (a) (BHKW u. Heizung)	kWh/a	229'854	477'606
	*	%	2.6
Erdgasverbrauch	m ³ /a	303'472	296'573
	kWh/a	3'232'025	3'223'194
*	%	36.8	37.7
Wärmebezug von BGA (c)	kWh/a	731'068	598'131
	*	%	8.3
Strombezug total für ARA (d) (ohne BGA)	kWh/a	4'625'618	4'349'198
	*	%	52.7
Anteil Hochtarif	%	44.5	44.4
Anteil Niedertarif	%	55.5	55.6
Total Energieumsatz (a)+(b)+(c)+(d)	kWh/a	8'818'565	8'648'129
	*	%	100.4
Eigenstrom, Rückspeisung ins Netz	kWh/a	-35'696	-93'712
	*	%	-0.4
Total Energieverbrauch ARA	kWh/a	8'782'869	8'554'417
	*	%	100.0
Autarkiegrad ARA	%	87.5	77.2

* bezogen auf Energieverbrauch ARA

** gemäss Rechnung LKW

Klärgas wird der Biogasaufbereitungsanlage (BGA) übergeben, zu Biomethan umgewandelt und ins Erdgasnetz eingespeist. Auf der ARA wird Klärgas nur dann verwendet, wenn einerseits die Aufbereitungsanlage nicht alles Klärgas abnehmen kann oder andererseits, wenn die BHKW gefahren werden, damit die Notstromverfügbarkeit mittels BHKW gewährleistet bleibt.

Der Autarkiegrad der ARA bzgl. Gesamt-Energieverbrauch beträgt derzeit 77%. Der Rückgang ist auf die fehlende Gasproduktion zurück zu führen.

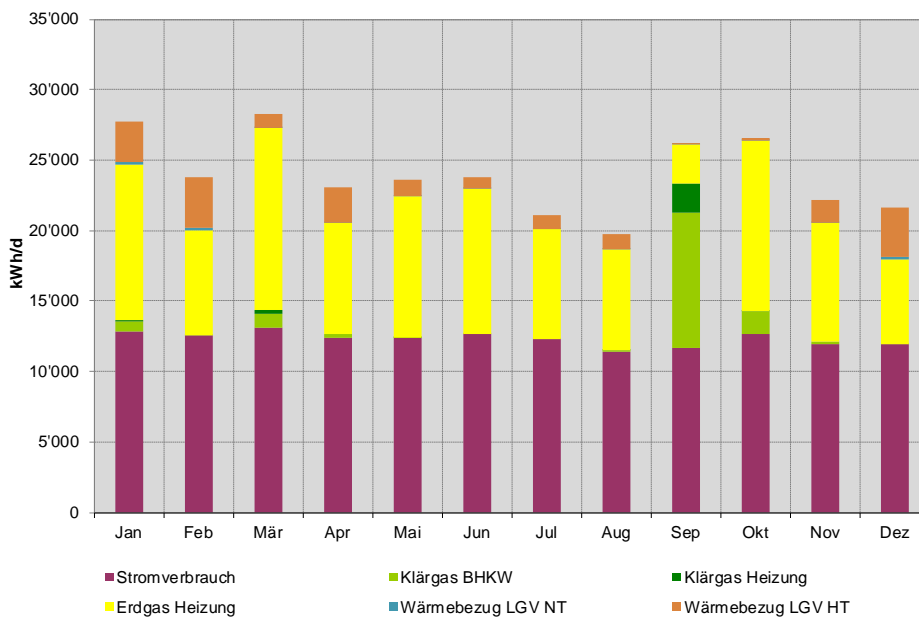
Die Jahresverfügbarkeit der BGA liegt bei ca. 91%, was einer Stillstandsdauer von einem Monat entspricht. Dies infolge einer Reparatur. Die Eigenstromproduktion der BHKWs ist mit 1.1% unbedeutend geworden. Hinsichtlich der momentan diskutierten Energiemangellagen laufen auf der ARA Bändern Abklärungen zu Sicherstellung von eigenem Notstrom in Krisenzeiten. Hierbei könnten die BHKWs wieder eine andere Bedeutung bekommen. Aber dafür müssten sie erneuert werden.

Die ARA Bändern unternimmt immer wieder Optimierungen, um den Stromverbrauch zu senken. Beispielsweise wurden die Tauchrührbelüftungen in den Biologiebecken 3+4 aus Altersgründen durch energieeffizientere Aggregate ersetzt.

Der Abwasserzufluss trägt nur unwesentlich dazu bei, dass der Jahresstromverbrauch höher oder tiefer ausfällt. Der grosse Strombedarf stellt der Abbau der Schmutzstofffracht dar.

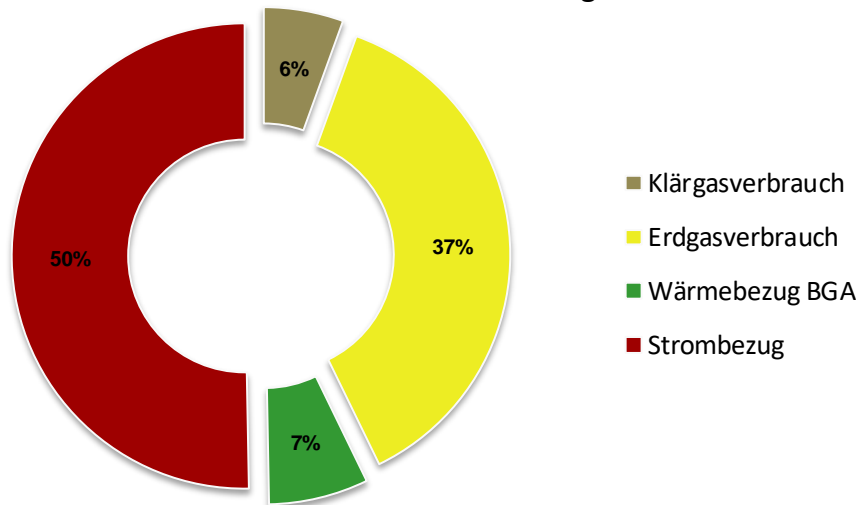
Wird zu viel Biogas produziert und kann dieses nicht durch die BGA oder die ARA selbst abgenommen werden, so muss es abgepackelt werden. Die Biogasfackel stand im Jahr 2022 nur während 4 Stunden in Betrieb.

Gesamtenergieverbrauch



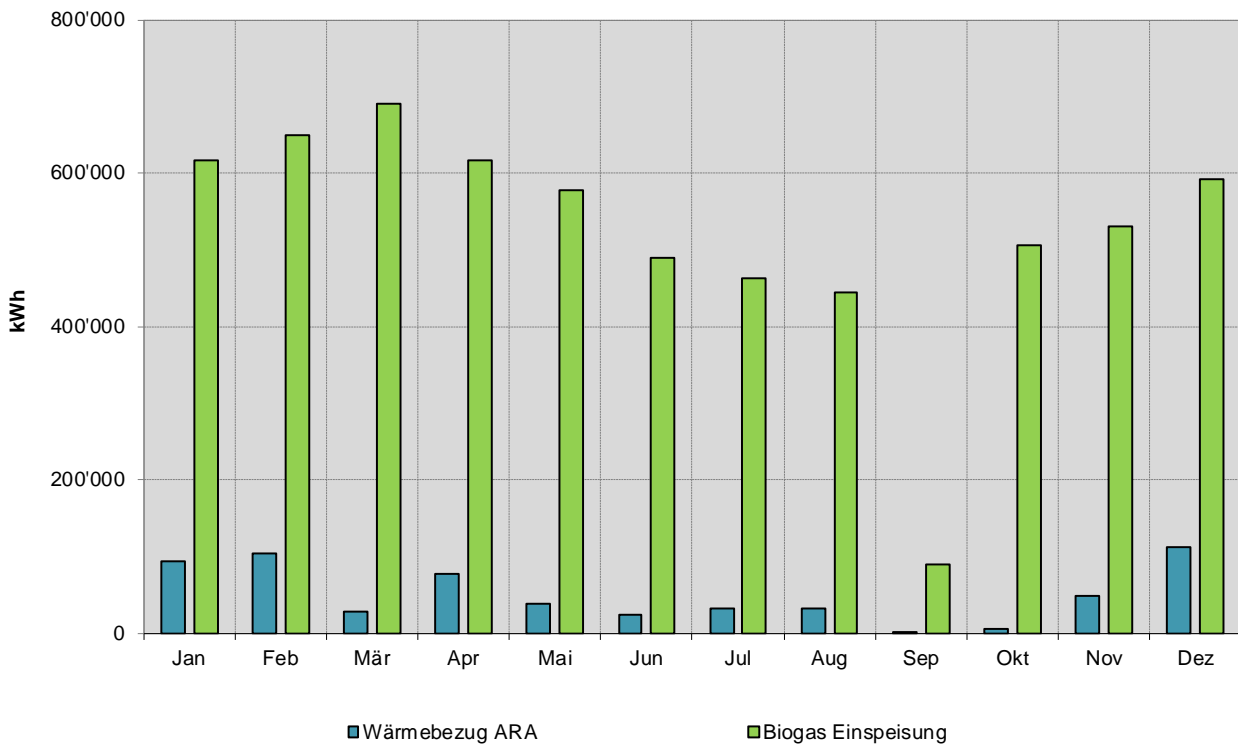
Die Niedertemperaturabwärme aus der Trocknung und Biogasaufbereitung reicht nicht aus, um den Faulraum 1 aufzuheizen. Deshalb wird vor allem Hochtemperaturwärme von der Biogasaufbereitung bezogen. Aufgrund des sehr milden Winters fiel der Wärmebezug deutlich geringer aus.

Energieverbrauch ARA



Biogas wird über die Biogasaufbereitungsanlage (BGA) ins Erdgasnetz eingespeist. Nur ein kleiner Teil der verbrauchten Gesamtenergie von 7% wird als Wärme von der ARA wieder zurück bezogen.

BGA Leistung



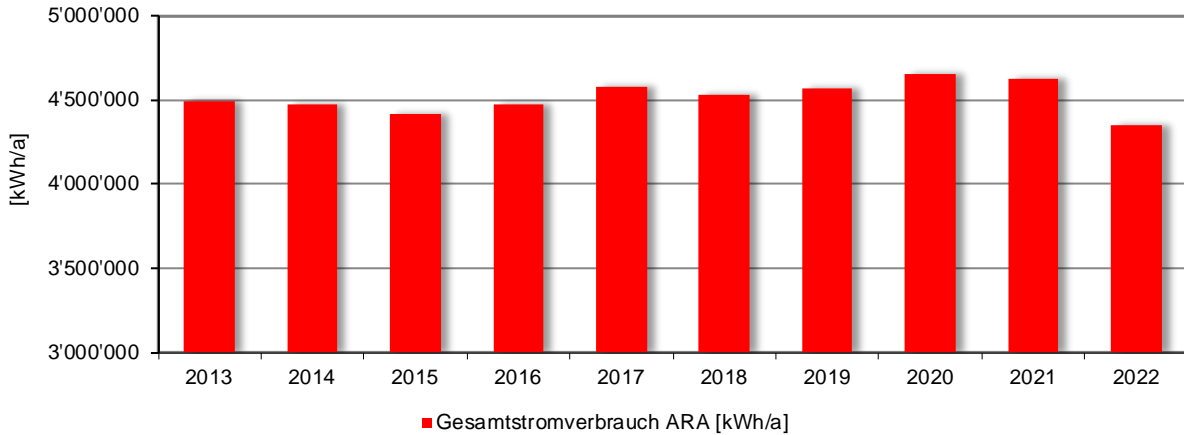
6.9.2 Stromverbrauch/-rückspeisung

Parameter		Einheit	2021	2022
Stromverbrauch ARA (ohne BGA) Anteil am Gesamtenergieverbrauch		kWh/a %	4'625'618 52.7	4'349'198 50.8
- mech. Reinigung	*	kWh/a %	614'063 13.3	542'844 12.5
- Biologie	*	kWh/a %	3'091'468 66.8	2'945'444 67.7
- Schlammbehandlung	*	kWh/a %	846'959 18.3	786'697 18.1
- Ungemessenes		kWh/a %	73'128 1.6	74'213 1.7
Eigenstrom, Rückspeisung ins Netz	**	kWh/a	35'696	93'712

* Zähler ARA ** Zähler LKW

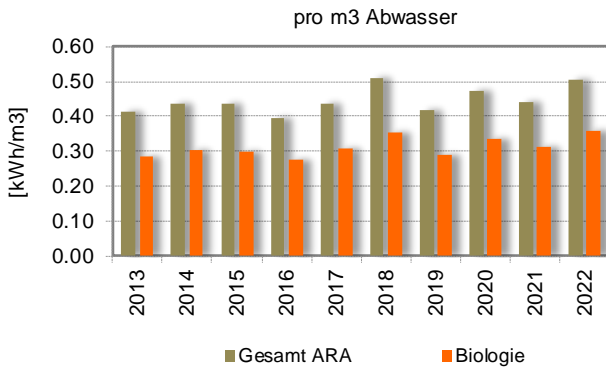
Der **Gesamtstromverbrauch** der ARA ist um 6% tiefer als im Vorjahr. Entscheidend für den Stromverbrauch sind die Nährstofffrachten, welche um ca. 20% zurück gegangen sind. Die fehlenden Niederschläge im 2022 spielen da kaum eine Rolle.

Gesamtstromverbrauch

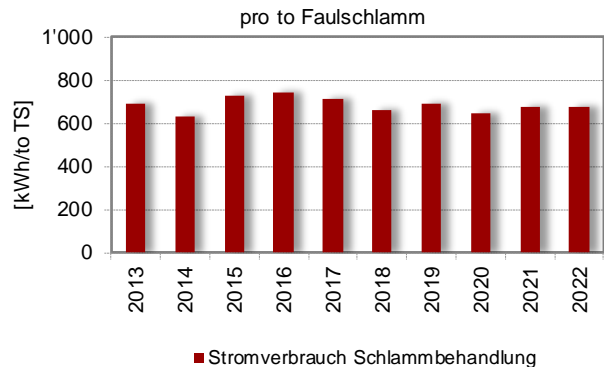


■ Gesamtstromverbrauch ARA [kWh/a]

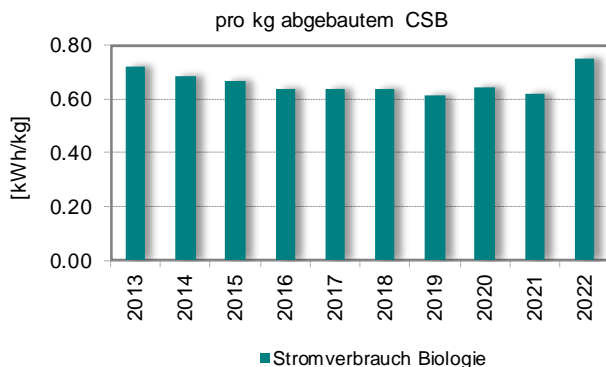
Spezifischer Stromverbrauch



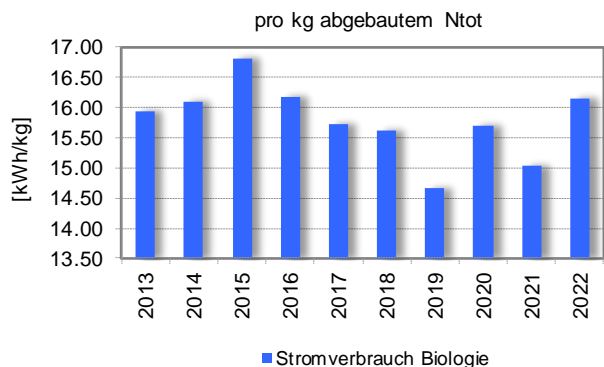
■ Gesamt ARA ■ Biologie



■ Stromverbrauch Schlammbehandlung



■ Stromverbrauch Biologie



■ Stromverbrauch Biologie

Der Stromverbrauch hat sich nach Ende des Ausbaus der ARA im Jahr 2005 auf ca. 4.6 Mio kWh/a eingependelt. Je höher die Anforderungen an die Reinigungsleistung sind und je mehr Verfahrensschritte und -stufen durchlaufen werden, desto grösser der Verbrauch. Die Anforderungen sollten immer gesamtheitlich betrachtet werden. Denn nicht nur tiefe Ablaufkonzentrationen liefern einen Beitrag an den Umweltschutz, sondern auch Energieeinsparungen und alternative Energieproduktion.

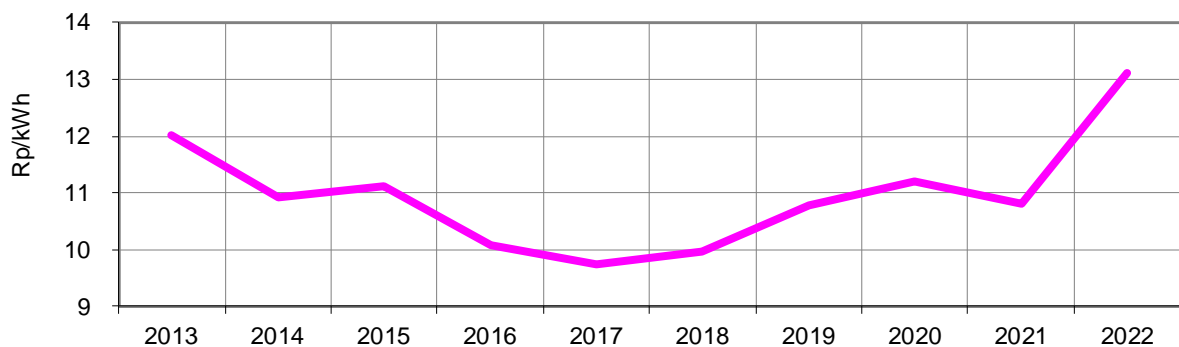
6.9.3 Spezifischer Energieverbrauch

Die von Jahr zu Jahr leicht schwankende Zulauffracht und der etwas variierende Stromverbrauch verändern die auf die **Jahres-Nährstofffracht** bezogene spezifische Gesamtenergie zahlenmässig nur gering.

Parameter - Spezifische Werte	Einheit	2021	2022
Gesamtenergie	kWh/m ³	0.841	0.995
	kWh/kg CSB	1.77	2.18
	kWh/kg Ntot	42.72	46.90
	kWh/kg FS	7.03	7.38
Strom Gesamt ARA	kWh/m ³	0.443	0.506
	kWh/kg CSB	0.93	1.11
	kWh/kg Ntot	22.50	23.84
	kWh/kg FS	3.70	3.75
Strom Biologie	kWh/m ³	0.313	0.358
	kWh/kg CSB	0.622	0.750
	kWh/kg Ntot	15.04	16.15
Strom Schlammbehandlung	kWh/kg FS	0.68	0.68
Leistungsdichte in der Biologie	kW/m ³	0.027	0.025

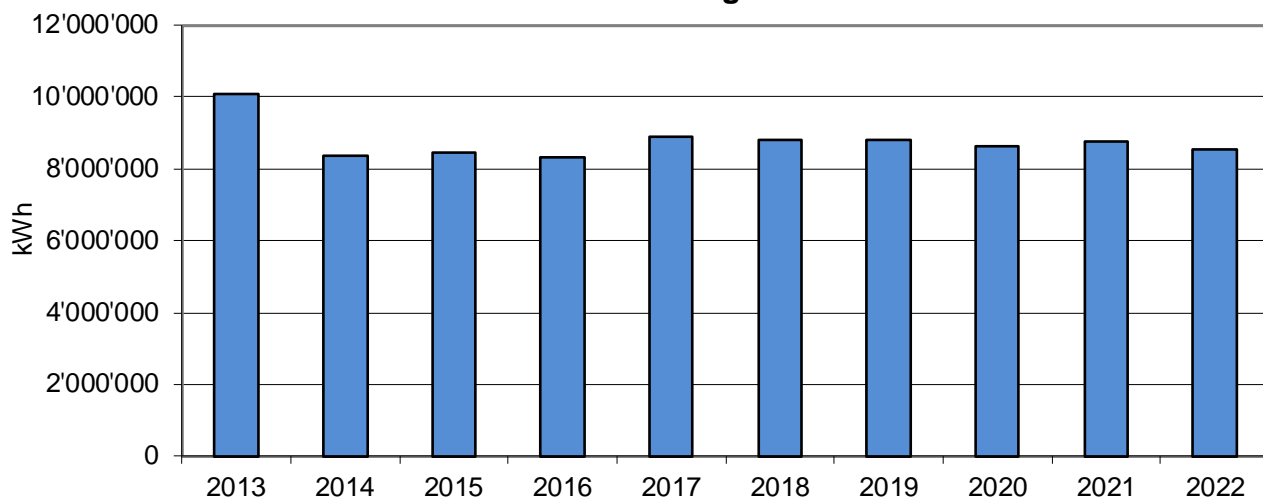
FS = Faulschlamm verarbeitet

Stromkosten

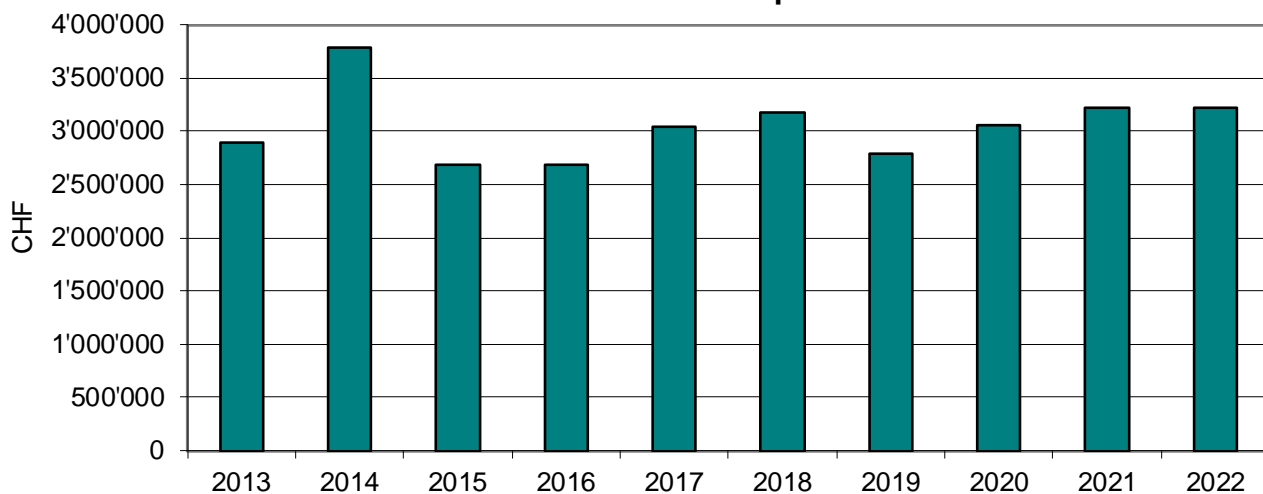


Obwohl die Stromkosten seit Jahren tief sind, ist die ARA bemüht, den Stromverbrauch mit verschiedenen kleineren Massnahmen weiter zu senken.

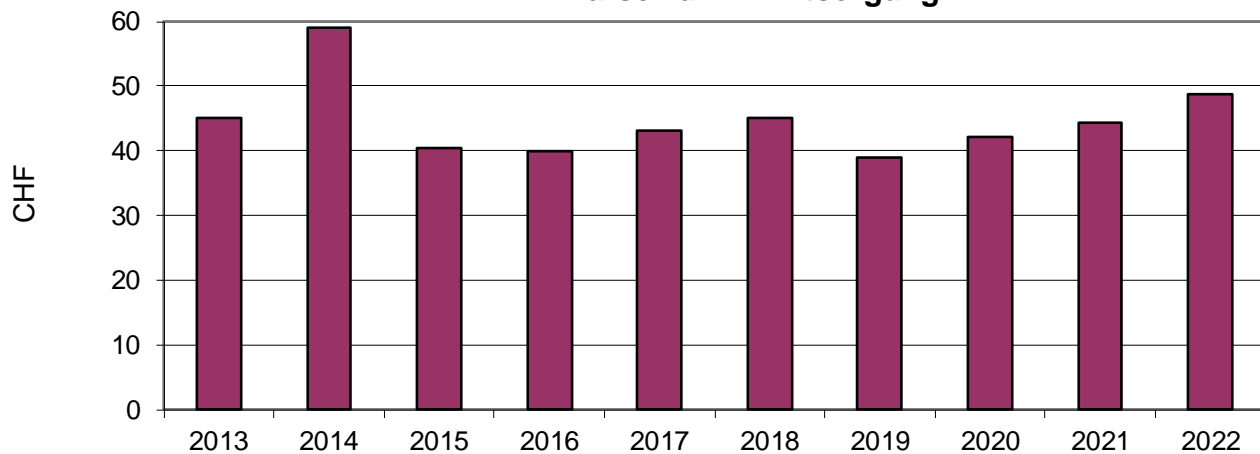
Gesamtenergieverbrauch



Betriebskosten pro Jahr



Kosten pro Jahr und Einwohnergleichwert inkl. Klärschlamm Entsorgung





7 Kontrollbericht vom Amt für Umwelt



1/2

Kontrollbericht Abwasserreinigung 2022

Dem ABWASSERZWECKVERBAND DER GEMEINDEN LIECHTENSTEINS (AZV) gehören seit dem Jahre 2000 alle elf Gemeinden des Landes an. Die Aufgaben des Zweckverbandes sind die Sammlung und Reinigung der Siedlungsabwässer.

Dem Amt für Umwelt obliegt gemäss Art. 9 des Gewässerschutzgesetzes die Aufsicht über die Abwasseranlagen, die öffentlichen Zwecken dienen. Das Amt beurteilt den Zustand und Betrieb der Zweckverbandsanlagen im 47. Betriebsjahr der Kläranlage Bendern wie folgt:

Abwasserbehandlung

- Der Abwasseranfall betrug 2022 total 8.6 Mio. m³ und war damit 18 % tiefer als im Jahr 2021, wobei die Niederschlagsmenge 2022 mit ca. 990 mm (Messstelle Vaduz) knapp unterdurchschnittlich war, während sie 2021 über dem langjährigen Mittel lag. 97.5% der Abwassermenge wurden mechanisch-biologisch-chemisch gereinigt. Dabei wurde die biologische Klärstufe durchschnittlich mit 22'600 m³/Tag hydraulisch belastet. 2.5% der Abwassermenge entlasteten in die Gewässer.
- Die Schmutz- und Nährstoff-Frachten im Zulauf der ARA waren 2022 rückläufig, und zwar vor allem bei CSB und Phosphor (je ca. -20% gegenüber 2021), was v.a. auf die Inbetriebnahme der Abwasservorbehandlung eines Lebensmittelverarbeiters zurückzuführen ist.
- Die 72 vom Betriebslabor durchgeführten Abwasseranalysen zeigen auf, dass der Klärprozess wie auch die Klärschlammbehandlung übers ganze Jahr 2022 grundsätzlich stetig und stabil verliefen.
- Die in den Alpenrhein eingeleiteten gereinigten Abwässer entsprachen den gesetzlichen Anforderungen.
- In Liechtenstein wurde mit der neuen Gewässerschutzverordnung vom Januar 2017 vorgeschrieben, dass die ARA Bendern ihre Belastung mit Mikroverunreinigungen analog den Schweizer Kläranlagen überwacht. Im Betriebsjahr 2022 wurde eine Machbarkeitsstudie für eine künftige Reinigungsstufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen in Angriff genommen.
- Die Beprobung zur Ermittlung des Covid-19-Gehaltes im Abwasser wurde 2022 fortgeführt. Die Resultate bilden das Infektionsgeschehen in Liechtenstein ab.

Schlammbehandlung und -entsorgung

- Der Trend einer Zunahme des Frischschlammmanfalls der letzten Jahre konnte dank der rückläufigen Stofffrachten 2022 gebrochen werden. Die Trockensubstanzfracht reduzierte sich gegenüber 2021 um 14%.
- 2022 wurden 26'600 m³ Klärschlamm mit 1'160 Tonnen Trockensubstanz als Granulat zu 99.7% an das Zementwerk Untervaz/GR zur thermischen Verwertung und zu 0.3% an die KVA Buchs abgegeben.

- Die seit 2016 rechtskräftige Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA) sieht vor, dass Phosphor ab dem Jahr 2026 aus dem Abwasser, dem Klärschlamm oder der Klärschlammmasche zurückgewonnen und stofflich verwertet werden muss. Die Verordnung ist aufgrund des Zollvertrages auch in Liechtenstein gültig. Bei der Klärschlamm Entsorgung muss daher mittelfristig eine Phosphorrückgewinnung berücksichtigt werden. Entsprechende Abklärungen sind bereits im Gange.

Energetische Situation

- Der Gesamtstromverbrauch der Kläranlage Bendern (ohne Biogasaufbereitung) betrug im Berichtsjahr 4'350 MWh und liegt um 6% unter dem Vorjahreswert. Der Stromverbrauch der Biologie ist mit 2'945 MWh ca. 5% tiefer als im Vorjahr.
- Die Klärgasproduktion reduzierte sich entsprechend der kleineren Frischschlammmenge gegenüber dem Vorjahr um 14% auf rund 1'101'000 m³/a.
- In Hinblick auf die Energiestrategie Liechtensteins sollen Möglichkeiten zur Energieproduktion und Effizienzsteigerungen im Inland möglichst ausgeschöpft werden. Beispiele in der Schweiz zeigen, dass energieneutrale Abwasserreinigungsanlagen möglich sind. So könnte die Energiebilanz z.B. mittels Photovoltaikanlagen über Becken und Gebäuden, Ersatz der Vorentwässerung und stärkerer Isolation des Faulraumes verbessert werden.

Aussenanlagen und Entwässerungsplanung

- Die Detektion der Entlastungsdauern in den Aussenwerken ermöglicht eine detailliertere Aussage zu den entlasteten Stofffrachten im Einzugsgebiet und weist auf Probleme im Kanalisationsnetz hin. Mit einer vertieften Auswertung der bisherigen Daten kann eine Optimierung der Bewirtschaftung der Regenbecken erreicht werden.
- Die Gemeinden Eschen/Nendeln, Gamprin/Bendern, Planken und Mauren haben den Generellen Entwässerungsplan (GEP) bis dato fertiggestellt. In den anderen Gemeinden ist die Ausarbeitung des GEP noch im Gange.

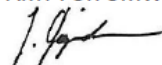
Zusammenfassung und Dank

Die Kläranlage Bendern sowie die Abwassersammelkanäle und Pumpwerke funktionierten im Berichtsjahr einwandfrei. Dank dem Prozessleitsystem für die Kläranlage, dem Qualitätssicherungssystem sowie dem Betriebslabor konnten die betrieblichen Prozesse der ARA optimal gestaltet und kontrolliert durchgeführt werden.

Die letzte grössere Ausbaustufe der ARA Bendern liegt mittlerweile rund 20 Jahre zurück, womit verschiedene Anlagenteile bald ans Ende ihrer Lebensdauer gelangen. Entsprechend begrüsst es das Amt für Umwelt, dass der AZV eine Studie «Strategie 2050» in Auftrag gegeben hat, um die künftigen Massnahmen und deren Investitionen zu evaluieren.

Den Organen des ABWASSERZWECKVERBANDS DER GEMEINDEN LIECHTENSTEINS und den Gemeindebehörden gebührt Anerkennung und Dank für die vorbildliche Abwasserbeseitigung.

AMT FÜR UMWELT



Jörg Giezendanner
Abteilung Umweltschutz

8 Finanzen Rückblick

8.1 Bilanz 2022 / 2021

Aktiven		2022 CHF	2021 CHF
Kassa		369.70	461.25
Liecht. Landesbank AG		3'853'366.51	3'801'835.62
Liecht. Landesbank AG, Sparkonto		127'092.46	127'119.96
Debitoren (Diverse)		182'643.03	222'984.99
Debitor Verbandsgemeinden		79'224.75	93'530.80
Trans. Aktiven		38'400.62	68'944.35
		<hr/>	<hr/>
<i>Total Umlaufvermögen</i>		<i>4'281'097.07</i>	<i>4'314'876.97</i>
Fahrzeuge		1.00	1.00
Grundstück	223'924.10		
./. Abschreibung	<u>-223'923.10</u>	1.00	1.00
Investitionen Anlagen	128'185'001.24		
./. Subventionen etc.	-49'659'241.20		
./. Abschreibungen	<u>-78'525'759.04</u>	<hr/> 1.00	<hr/> 1.00
<i>Total Anlagevermögen</i>		<i>3.00</i>	<i>3.00</i>
Total Aktiven		<u>4'281'100.07</u>	<u>4'314'879.97</u>

Passiven		2022	2021
		CHF	CHF
Kreditoren, Trans. Passiven		592'516.72	686'330.35
Kreditor Verbandsgemeinden		201'900.41	216'425.93
Rückstellungen für Maschinen		1'100'000.00	1'100'000.00
		<hr/>	<hr/>
<i>Total Fremdkapital</i>		1'894'417.13	2'002'756.28
Beiträge der Gemeinden:	(Baukosten)		
Vaduz	10'180'508.60		
Balzers	6'908'591.96		
Planken	888'242.07		
Schaan	22'533'258.31		
Triesen	7'811'085.27		
Triesenberg	4'277'292.61		
Eschen	11'849'502.95		
Gamprin	4'209'347.79		
Mauren	7'895'829.09		
Ruggell	3'397'118.35		
Schellenberg	1'850'948.13		
	<hr/>		
	81'801'725.13		
./. Abschreibungen	79'415'042.19	2'386'682.94	2'312'123.69
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
<i>Total Eigenkapital</i>		2'386'682.94	2'312'123.69
Total Passiven		4'281'100.07	4'314'879.97
		<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>

8.2 Erfolgsrechnung 2022 / 2021

AUFWAND		2022	2021
Pos.		IST	IST
01	Personalaufwand	932'666.45	918'626.65
02	Kranken- und Unfallgelder	0.00	0.00
03	Sitzungsgelder Betriebskommission	9'750.00	9'039.50
04	Übrige Personalkosten	36'581.15	31'872.50
05	Bankzinsen und -spesen	1'156.12	749.03
06	UR Einrichtungen/Maschinen Wasserstrasse	701'811.70	668'408.15
07	UR Einrichtungen/Maschinen Schlammstrasse	167'017.54	224'800.28
08	Betriebs-, Unterhalts-, Reinigungsmaterial	43'021.74	41'293.74
09	Mobilien und Werkzeuge	23'405.92	54'521.33
10	Kanalspülung/Kanalreparaturen	89'039.83	279'620.60
11	Aufwand Gasmotoren/Service/Öl	12'799.47	7'290.30
12	UR Gebäude/Becken/Umgebung	111'701.55	67'355.35
13	UR Fahrzeuge/Stapler	12'546.18	8'626.23
14	Rechengut- und Sandbeseitigung	34'261.70	47'895.35
15	Entsorgung Trockenklärschlamm, Holcim AG	39'095.15	40'449.55
16	Öffentlichkeitsarbeit/Foto/Film	17'544.15	109'400.20
17	Untersuchungen/Expertisen	18'125.40	16'761.80
18	Beratung, Ingenieur-Honorar und Arbeiten	208'182.05	88'465.70
19	Baurechtszinsen ARA Bendern	35'304.90	35'304.90
20	Diverser Aufwand, Besuche, Spesen, Bewachung	8'882.55	7'219.15
21	Düker Bendern Einlauf- und Auslaufbauwerk	673.00	5'504.55
22	Div. Sandfänge entleeren	6'183.30	5'840.35
23	RKB Pritschen Mauren	2'251.80	2'077.75
24	RKB Untermahd Mauren	380.30	96.75
25	RKB Schwarzsträssle Eschen	495.30	443.55
26	RKB Fluxbüchel Eschen	144.00	144.00
27	RKB Limsenegg Ruggell	3'014.50	1'166.50
28	Speicherkanal Badäl Gamprin	527.45	837.60
29	RKB und Schuppen Brühlgasse Eschen	1'874.35	703.95
30	PW und RKB Widau Ruggell	14'841.80	18'158.75
31	PW Oberau Ruggell	12'542.40	10'291.90
32	PW Hinterschellenberg	7'525.05	4'507.27
33	RKB Rietacker Schaan	1'102.65	856.75
34	PW und RKB Brühlgraben Gamprin	12'759.25	9'090.85
35	PW und RKB Birka Mauren	10'452.15	9'726.80
36	RKB Nendeln	1'183.75	1'637.98
37	Andere RKB und PW (Gemeindeanlagen)	14'390.41	18'158.88
38	Sachversicherungen	33'392.50	33'401.70
39	Strom	590'559.80	517'635.20
	Übertrag	3'217'187.31	3'297'981.39

AUFWAND		2022	2021
Pos.		IST	IST
	Hertrag	3'217'187.31	3'297'981.39
40	Heizöl/Erdgas/Wärme	337'390.75	252'170.70
41	Wasser/Abwasser	3'134.25	10'609.30
42	Chemikalien	320'828.15	264'029.35
43	Sonstiger Betriebsaufwand	3'555.80	3'382.80
44	Buchführung/Revision/Beratung	8'585.50	22'523.65
45	Jahresberichte/DV	7'508.70	6'879.70
46	Sonstiger Verwaltungsaufwand	18'611.46	18'873.12
47	Kursdifferenz/ausserordl. Erträge	-430.40	-461.59
	Total Aufwand	3'916'371.52	3'875'988.42

ERTRAG		2022	2021
Pos.		IST	IST
01	Erlös ausgeführte Arbeiten	63'407.05	51'718.60
02	Erlös Honorar Verrechnungsstelle AGL	45'000.00	45'000.00
03	Erlös aus Strom- und Klärgasverkauf	544'285.61	486'402.54
04	Erlös aus sonstigen Betriebserträgen	22'223.85	55'727.35
05	Abwassergebühren HSB-Feldkirch	3'684.35	3'663.55
06	Zinsertrag	0.00	0.00
07	Kostenrückerstattung Versicherungen	19'670.89	19'902.20
	Total betrieblicher Ertrag	698'271.75	662'414.24
	Betriebsaufwand-Umlage	3'218'099.77	3'213'574.18
	Total Betriebsumlagen	3'916'371.52	3'875'988.42

8.3 Investitionen 1973 – 2022

Objekte	2001-2019	2020	2021	2022	Total
Investitionen 1972 - 2000					58'765'312.41
HSK Schaan-Bendern	166.60				166.60
RKB Rietacker, Schaan	181'524.20				181'524.20
RKB Fluxbüchel	46'804.35				46'804.35
RKB Schwarzsträsse	2'527.50				2'527.50
RKB Birken Mauren	41'097.80				41'097.80
Speicherkanal Badäl Gamprin	6'480.75				6'480.75
Fernwirkanlage	56'156.65				56'156.65
RKB Limseneck Ruggell	123'544.43				123'544.43
Ausbau ARA Teil 1 BW 40	2'571'211.58				2'571'211.58
Ausbau ARA Teil 2 BW 50	18'538'156.15				18'538'156.15
Ausbau ARA Teil 3 BW 60	17'942'582.79				17'942'582.79
Ausbau ARA Teil 3 BW 60/Betriebsgeb. Süd	1'090'686.75				1'090'686.75
HSK Vaduz - Bendern	274'296.90				274'296.90
Ausbau PW + RKB Widau Ruggell	65'734.35				65'734.35
Stützpunkt ARA Vaduz	14'745.90				14'745.90
Aufstock.u.Sanierung Betriebs-Gebäude	57'940.85				57'940.85
Umbau Labor und Kommandoraum	230'282.20				230'282.20
Sanierung Speicherkanal Badäl	16'838.25				16'838.25
Verbindungsleitung Esche-ARA Bendern	2'543'258.55				2'543'258.55
Erstellung Verbandsentwässerungsplan (VGEP)	572'506.05				572'506.05
Sanierung PW Oberau	172'862.80				172'862.80
Sicherheitstechnische Sanierung PW/RKB	83'731.85				83'731.85
Betonsanierungen PW Birken	78'037.40				78'037.40
Sanierung RKB Birken 2006	90'292.90				90'292.90
Sanierung HSK und Aussenbauwerke 2007	6'223'809.45				6'223'809.45
Integration HSK	7'460'450.05				7'460'450.05
Erneuerung HSK Schaan-Bendern/Bereich Hilcona	3'153'548.05				3'153'548.05
Neubau HSK Schaan-Bendern/Entl.Kanal Speckigr.	754'125.80				754'125.80
HSK Schellenberg-Ruggell/Leit.-Verl. RB Kirche	498'685.10				498'685.10
Erneuerung HSK Malbun-Steg/Schneeflucht	358'531.80				358'531.80
Neubau HSK-2 Triesen / Arg-Hoval	3'450'324.73				3'450'324.73
Erneuerung HSK H'schellenberg/St. Georg-Str.	212'335.45				212'335.45
HSK Nendeln-Esche/Düker	181'778.10				181'778.10
Neubau PW/RB Widau Ruggell	86'694.85				86'694.85
Neubau HSK Ruggell-Bendern	54'946.65	221'438.70	212'262.20	111'141.65	599'789.20
Vorsteuerkürzungen	1'638'148.70				1'638'148.70
Total Investitionen	68'874'846.28	221'438.70	212'262.20	111'141.65	128'185'001.24
./. Landessubventionen	21'554'628.95	0.00	0.00	0.00	-49'659'241.20
./. Abschreibungen					-78'525'759.04
Total Investitionen nach Abzug der Landessubventionen und Abschreibungen					1.00

8.4 Anhang zur Jahresrechnung per 31. Dezember 2022

Bilanzierungs- und Bewertungsmethode

Die Bilanzierung erfolgt nach den Allgemeinen Vorschriften des liechtensteinischen Personen- und Gesellschaftsrechts (PGR)

Der Jahresabschluss wurde unter Berücksichtigung der gesetzlichen Vorschriften sowie der Grundsätze ordnungsgemässer Rechnungslegung erstellt.

Bezüglich der Bewertung kommen die allgemeinen Vorschriften des PGR zur Anwendung. Bei der Bewertung wurde von der Fortführung des Unternehmens ausgegangen. Die Buchführung erfolgt in Schweizer Franken.

Abweichungen von den allgemeinen Bewertungsgrundsätzen, Bilanzierungsmethoden, Rechnungslegungsvorschriften gemäss PGR bestehen keine.

Es bestehen keine weiteren ausweispflichtigen Sachverhalte (Art. 1055 PGR).



8.5 Revisionsbericht



Allgemeine Revisions- und Treuhand AG

Drescheweg 2
Postfach 27
FL-9490 Vaduz
T +423 232 68 68
areva@areva.li
www.areva.li
Reg.-Nr. FL-0001.076.904-3

Bericht der Revisionsstelle an Delegiertenversammlung des

ABWASSERZWECKVERBAND DER GEMEINDEN LIECHTENSTEINS (AZV), GAMPRIN- BENDERN

Als Revisionsstelle haben wir eine prüferische Durchsicht (Review) der Jahresrechnung des ABWASSERZWECKVERBAND DER GEMEINDEN LIECHTENSTEINS (AZV), die in Übereinstimmung mit dem liechtensteinischen Gesetz erstellt worden ist, für das am 31. Dezember 2022 abgeschlossene Geschäftsjahr vorgenommen.

Für die Jahresrechnung ist die Betriebskommission verantwortlich, während unsere Aufgabe darin besteht, aufgrund unserer Review einen Bericht über die Jahresrechnung abzugeben. Wir bestätigen, dass wir die gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich Befähigung und Unabhängigkeit erfüllen.

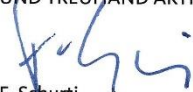
Unsere Review erfolgte nach dem Standard zur prüferischen Durchsicht (Review) von Jahresrechnungen der liechtensteinischen Wirtschaftsprüfervereinigung. Danach ist eine Review so zu planen und durchzuführen, dass wesentliche Fehlaussagen in der Jahresrechnung erkannt werden, wenn auch nicht mit derselben Sicherheit wie bei einer Abschlussprüfung. Eine Review besteht hauptsächlich aus der Befragung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie analytischen Prüfungshandlungen in Bezug auf die der Jahresrechnung zugrunde liegenden Daten. Wir haben eine Review, nicht aber eine Abschlussprüfung, durchgeführt und geben aus diesem Grund kein Prüfungsurteil ab.

Bei unserer Review sind wir nicht auf Sachverhalte gestossen, aus denen wir schliessen müssten, dass die Jahresrechnung nicht dem liechtensteinischen Gesetz und dem Organisationsreglement entspricht.

Basierend auf unserer Review empfehlen wir, die vorliegende Jahresrechnung zu genehmigen.

Vaduz, 22. März 2023 /fs

AREVA ALLGEMEINE REVISIONS-
UND TREUHAND AKTIENGESELLSCHAFT


F. Schurti
Wirtschaftsprüfer
(Leitender Revisor)


Dr. M. Hemmerle
Wirtschaftsprüfer

Beilagen:

- Jahresrechnung (Bilanz, Erfolgsrechnung und Anhang)

8.6 Zusammenstellung der Einwohnergleichwerte und Betriebskostenanteile 2022

Gemeinde	Einwohner 31.12.2021	Einwohner ausserhalb GEP	Für Betriebs- kosten- rechnung massgebende Einwohner	Industrie- und Gewerbe-EG lt. sep. Zusammen- stellung	Zwischen- total EGW	Fremd- wasser EGW 50% (Messung 2020)	Total EGW	Betriebskosten- anteil		Betriebskosten- anteile 2022 (Verrechnung)	Vergleichs- kosten 2021
								(H) %	%		
	(A)	(B)	(C = A - B)	(D)	(E=C+D)	(F)	(G=E+F)			(I) CHF	(J) CHF
Vaduz	5'745	27	5'718	973	6'691	1'162	7'853	10.68	(9.85)	343'847.20	(316'679.88)
Balzers	4'662	63	4'599	1'541	6'140	991	7'131	9.70	(8.83)	312'234.10	(283'832.44)
Planken	487	0	487	0	487	0	487	0.66	(0.61)	21'323.52	(19'442.78)
Schaan	6'027	30	5'997	17'774	23'771	0	23'771	32.34	(31.03)	1'040'824.11	(997'016.30)
Triesen	5'380	15	5'365	510	5'875	1'639	7'514	10.22	(9.31)	329'003.93	(299'169.30)
Triesenberg	2'616	0	2'616	554	3'170	484	3'654	4.97	(4.59)	159'992.06	(147'531.68)
Eschen	4'599	28	4'571	3'628	8'199	769	8'968	12.20	(15.93)	392'667.98	(511'912.80)
Gamprin	1'727	5	1'722	1'520	3'242	130	3'372	4.59	(6.60)	147'644.56	(212'018.93)
Mauren	4'495	0	4'495	151	4'646	1'329	5'975	8.13	(7.42)	261'618.11	(238'506.20)
Ruggell	2'466	14	2'452	277	2'729	950	3'679	5.01	(4.47)	161'086.70	(143'747.79)
Schellenberg	1'104	25	1'079	14	1'093	0	1'093	1.49	(1.36)	47'857.51	(43'716.07)
T o t a l	39'308	207	39'101	26'942	66'043	7'454	73'497	100.00	(100.00)	3'218'099.77	(3'213'574.18)

Jahr	Aufwand CHF	(% z. Vorjahr)	Budget CHF	Legende
2023			4'600'000.00	
2022	3'218'099.77	(+0.14%)	3'420'000.00	
2021	3'213'574.18	(+5.3%)	3'430'000.00	
2020	3'051'405.53	(+9.54%)	3'230'000.00	
2019	2'785'726.16	(-12.38%)	3'180'000.00	
2018	3'179'355.70	(+4.3%)	3'390'000.00	
2017	3'046'950.94	(+13.31%)	3'475'000.00	
2016	2'688'954.85	(+0.18%)	3'125'000.00	() Vorjahreszahlen
2015	2'684'194.20	(-29.01%)	3'195'000.00	EGW = Einwohnergleichwert
2014	3'780'947.65	(+30.6%)	4'530'000.00	
2013	2'894'760.38	(-4.55%)	3'381'000.00	
2012	3'033'052.84	(- 5.26%)	3'385'000.00	
2011	3'201'581.10	(+11.6%)	3'320'000.00	
2010	2'868'613.28	(-3.5%)	3'179'000.00	
2009	2'962'130.49	(+9.8%)	3'150'000.00	

Betriebskosten pro EGW 2022
Betriebskosten pro m3 Abwasser 2022

CHF 48.73 (44.39)
Rp. 37.42 (30.75)

Betriebsaufwand 2022 CHF 3'218'099.77

9 Finanzen Ausblick

9.1 Betriebskostenbudget 2023

Pos.	AUFWAND	2022 IST	2022 Budget	2023 Budget
01	Personalaufwand	932'666.45	1'000'000.00	1'000'000.00
02	Kranken- und Unfallgelder	0.00	0.00	0.00
03	Sitzungsgelder Betriebskommission	9'750.00	9'000.00	9'000.00
04	Übrige Personalkosten	36'581.15	35'000.00	35'000.00
05	Bankzinsen und -spesen	1'156.12	800.00	800.00
06	UR Einrichtungen/Maschinen Wasserstrasse	701'811.70	760'000.00	910'000.00
07	UR Einrichtungen/Maschinen Schlammstrasse	167'017.54	220'000.00	260'000.00
08	Betriebs-, Unterhalts-, Reinigungsmaterial	43'021.74	45'000.00	45'000.00
09	Mobilien und Werkzeuge	23'405.92	35'000.00	210'000.00
10	Kanalspülung/Kanalreparaturen	89'039.83	125'000.00	65'000.00
11	Aufwand Gasmotoren/Service/Öl	12'799.47	5'000.00	5'000.00
12	UR Gebäude/Becken/Umgebung	111'701.55	65'000.00	115'000.00
13	UR Fahrzeuge/Stapler	12'546.18	15'000.00	10'000.00
14	Rechengut- und Sandbeseitigung	34'261.70	50'000.00	50'000.00
15	Entsorgung Trockenklärschlamm, Holcim AG	39'095.15	50'000.00	50'000.00
16	Öffentlichkeitsarbeit/Foto/Film	17'544.15	25'000.00	10'000.00
17	Untersuchungen/Expertisen	18'125.40	20'000.00	20'000.00
18	Beratung, Ingenieur-Honorar und Arbeiten	208'182.05	70'000.00	150'000.00
19	Baurechtszinsen ARA Bendern	35'304.90	36'000.00	36'000.00
20	Div.Aufwand, Besuche, Spesen, Bewachung	8'882.55	8'000.00	8'000.00
21	Düker Bendern Einlauf- und Auslaufbauwerk	673.00	600.00	600.00
22	Div. Sandfänge entleeren	6'183.30	9'000.00	8'000.00
23	RKB Pritschen Mauren	2'251.80	4'000.00	3'000.00
24	RKB Untermahd Mauren	380.30	600.00	600.00
25	RKB Schwarzsträssle Eschen	495.30	1'000.00	1'000.00
26	RKB Fluxbüchel Eschen	144.00	1'000.00	500.00
27	RKB Limsenegg Ruggell	3'014.50	2'000.00	2'000.00
28	Speicherkanal Badäl Gamprin	527.45	1'000.00	1'000.00
29	RKB und Schuppen Brühlgasse Eschen	1'874.35	2'000.00	1'500.00
30	PW und RKB Widau Ruggell	14'841.80	25'000.00	25'000.00
31	PW Oberau Ruggell	12'542.40	15'000.00	15'000.00
32	PW Hinterschellenberg	7'525.05	6'000.00	6'000.00
33	RKB Rietacker Schaan	1'102.65	7'000.00	5'000.00
34	PW und RKB Brühlgraben Gamprin	12'759.25	9'000.00	10'000.00
35	PW und RKB Birka Mauren	10'452.15	15'000.00	15'000.00
36	RKB Nendeln	1'183.75	5'000.00	5'000.00
37	Andere RKB und PW (Gemeindeanlagen)	14'390.41	25'000.00	25'000.00
38	Sachversicherungen	33'392.50	36'000.00	35'000.00
39	Strom	590'559.80	650'000.00	1'400'000.00
	Übertrag	3'217'187.31	3'388'000.00	4'548'000.00

AUFWAND	2022	2022	2023
Pos.	IST	Budget	Budget
Hertrag	3'217'187.31	3'388'000.00	4'548'000.00
40 Heizöl/Erdgas/Wärme	337'390.75	240'000.00	360'000.00
41 Wasser/Abwasser	3'134.25	4'000.00	4'000.00
42 Chemikalien	320'828.15	290'000.00	330'000.00
43 Sonstiger Betriebsaufwand	3'555.80	4'000.00	4'000.00
44 Buchführung/Revision/Beratung	8'585.50	20'000.00	25'000.00
45 Jahresberichte/DV	7'508.70	9'000.00	9'000.00
46 Sonstiger Verwaltungsaufwand	18'611.46	19'000.00	19'000.00
47 Kursdifferenz/ausserordentliche Erträge	-430.40	0.00	0.00
Total Aufwand	3'916'371.52	3'974'000.00	5'299'000.00

ERTRAG	2022	2022	2023
Pos.	IST	Budget	Budget
01 Erlös ausgeführte Arbeiten	63'407.05	55'000.00	55'000.00
02 Erlös Honorar Verrechnungsstelle AGL	45'000.00	45'000.00	45'000.00
03 Erlös aus Strom- und Klärgasverkauf	544'285.61	420'000.00	560'000.00
04 Erlös aus sonstigen Betriebserträgen	22'223.85	31'000.00	35'000.00
05 Abwassergebühren HSB-Feldkirch	3'684.35	3'000.00	4'000.00
06 Zinsertrag	0.00	0.00	0.00
07 Kostenrückerstattung Versicherungen	19'670.89	0.00	0.00
Total betrieblicher Ertrag	698'271.75	554'000.00	699'000.00
Betriebsaufwand-Umlage	3'218'099.77	3'420'000.00	4'600'000.00
Total Betriebsumlagen	3'916'371.52	3'974'000.00	5'299'000.00

(Alle Beträge sind exkl. MWST)

9.2 Verteilschlüssel für Betriebskostenbudget 2023

(geschätzt)

Gemeinden	%	Betriebskostenbudget 2023 CHF
Vaduz	10.7%	492'200.00
Balzers	9.6%	441'600.00
Planken	0.7%	32'200.00
Schaan	33.8%	1'554'800.00
Triesen	10.1%	464'600.00
Triesenberg	5.0%	230'000.00
Eschen	11.4%	524'400.00
Gamprin	4.2%	193'200.00
Mauren	8.1%	372'600.00
Ruggell	4.9%	225'400.00
Schellenberg	1.5%	69'000.00
Total	100.0%	4'600'000.00

Alle Beträge exkl. MWST

Total Betriebskostenbudget 2023

CHF 4'600'000.00

Finanzierungsmodus:

Gemäss Organisationsreglement Art. 35 Abs. 3 stellt der AZV den Verbandsgemeinden jeweils im 1. und 3. Quartal des Jahres 50% der budgetierten Betriebskosten in Rechnung.

9.3 Investitionsbudget 2023

Projekte	neu/ laufend	Bauprojekte Gesamtkostenvoranschlag				Investitionsbudget 2023
		Projektgenehmigung Jahr	KV gemäss Projektgenehmigung	KV teuerungsbedingt	Einzug Gemeinden bis Ende 2022	
Neubau HSK Ruggell-Bendern	laufend	2020	CHF 6'950'000.00		CHF 1'650'000.00	CHF 700'000.00
Neubau PW/RB Widau, Ruggell	neu				CHF 710'000.00	CHF -
TOTAL			CHF 6'950'000.00	CHF -	CHF 2'360'000.00	CHF 700'000.00

(Alle Beträge sind inkl. MWST)

9.4 Budgetierter Investitionskostenverteiler 2023

Investitionskosten (Gemeindeanteile)

Gemeinden	%	Investitionskostenbudget 2023 CHF
Vaduz	12.09	84'630.00
Balzers	10.31	72'170.00
Planken	0.94	6'580.00
Schaan	25.66	179'620.00
Triesen	10.79	75'530.00
Triesenberg	5.62	39'340.00
Eschen	13.43	94'010.00
Gamprin	5.34	37'380.00
Mauren	8.9	62'300.00
Ruggell	4.74	33'180.00
Schellenberg	2.18	15'260.00
Total	100.00%	700'000.00

Alle Beträge inkl. MWST

Total Investitionen 2023

CHF 700'000.00

Finanzierungsmodus:

Gemäss Organisationsreglement Art. 30 Abs. 4 stellt der AZV den Verbandsgemeinden jeweils im 1. und 3. Quartal des Jahres 50% der budgetierten Baukosten in Rechnung.

9.5 Übersicht Investitionskostenverteiler 2023 – 2027 inkl. Gemeindeanteile

Gesamtinvestitionen (Stand August 2022):

⇒ Neubau PW/RB Widau, Ruggell (2023-2027)

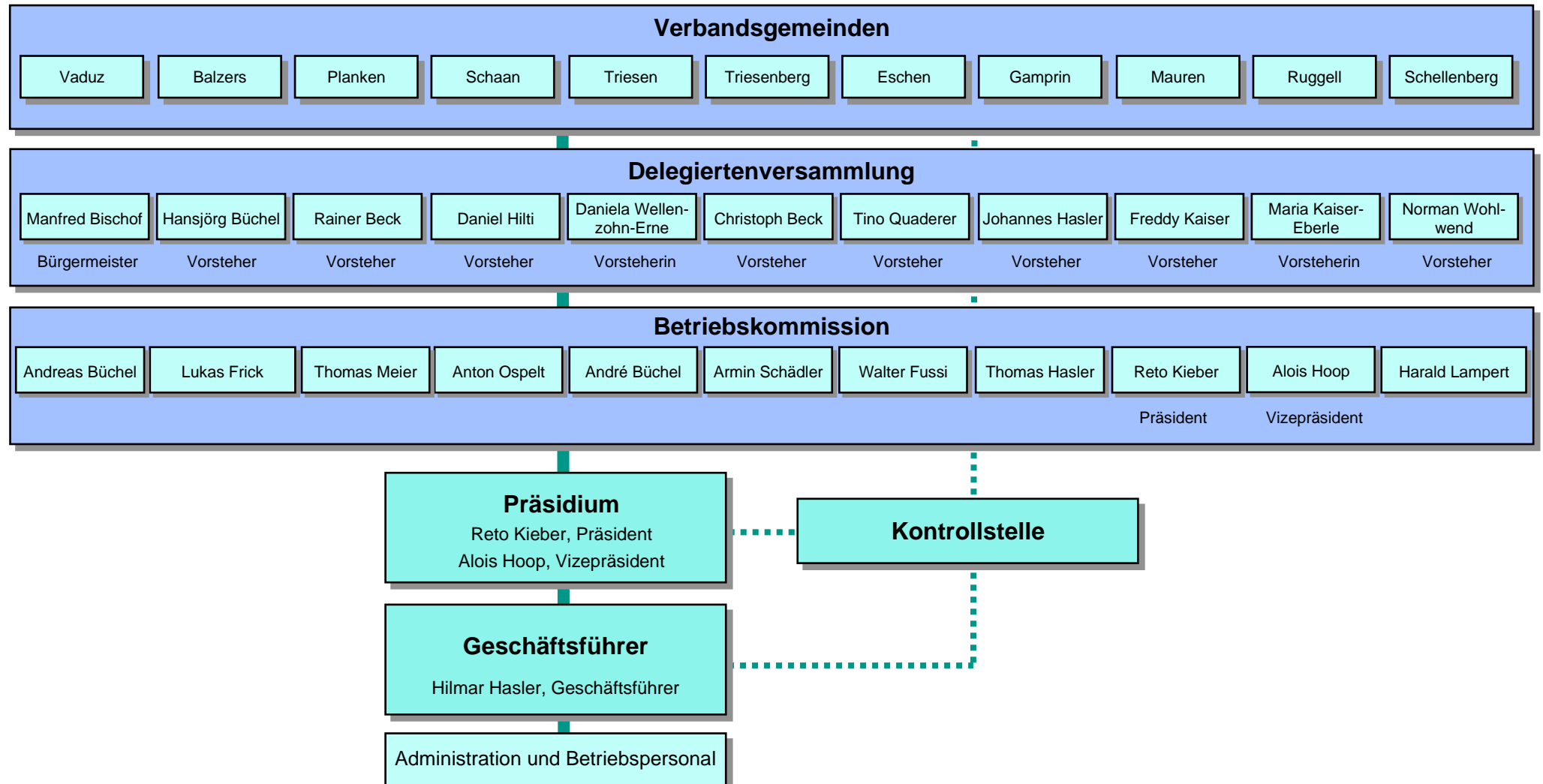
⇒ Neubau HSK Ruggell-Bendern (2023-2027)

Gemeinden	Kostenverteiler %	2023	2024	2025	2026	2027
		CHF	CHF	CHF	CHF	CHF
Vaduz	12.09	84'630.00	241'800.00	241'800.00	362'700.00	362'700.00
Balzers	10.31	72'170.00	206'200.00	206'200.00	309'300.00	309'300.00
Planken	0.94	6'580.00	18'800.00	18'800.00	28'200.00	28'200.00
Schaan	25.66	179'620.00	513'200.00	513'200.00	769'800.00	769'800.00
Triesen	10.79	75'530.00	215'800.00	215'800.00	323'700.00	323'700.00
Triesenberg	5.62	39'340.00	112'400.00	112'400.00	168'600.00	168'600.00
Eschen	13.43	94'010.00	268'600.00	268'600.00	402'900.00	402'900.00
Gamprin	5.34	37'380.00	106'800.00	106'800.00	160'200.00	160'200.00
Mauren	8.90	62'300.00	178'000.00	178'000.00	267'000.00	267'000.00
Ruggell	4.74	33'180.00	94'800.00	94'800.00	142'200.00	142'200.00
Schellenberg	2.18	15'260.00	43'600.00	43'600.00	65'400.00	65'400.00
Total	100.00%	700'000.00	2'000'000.00	2'000'000.00	3'000'000.00	3'000'000.00

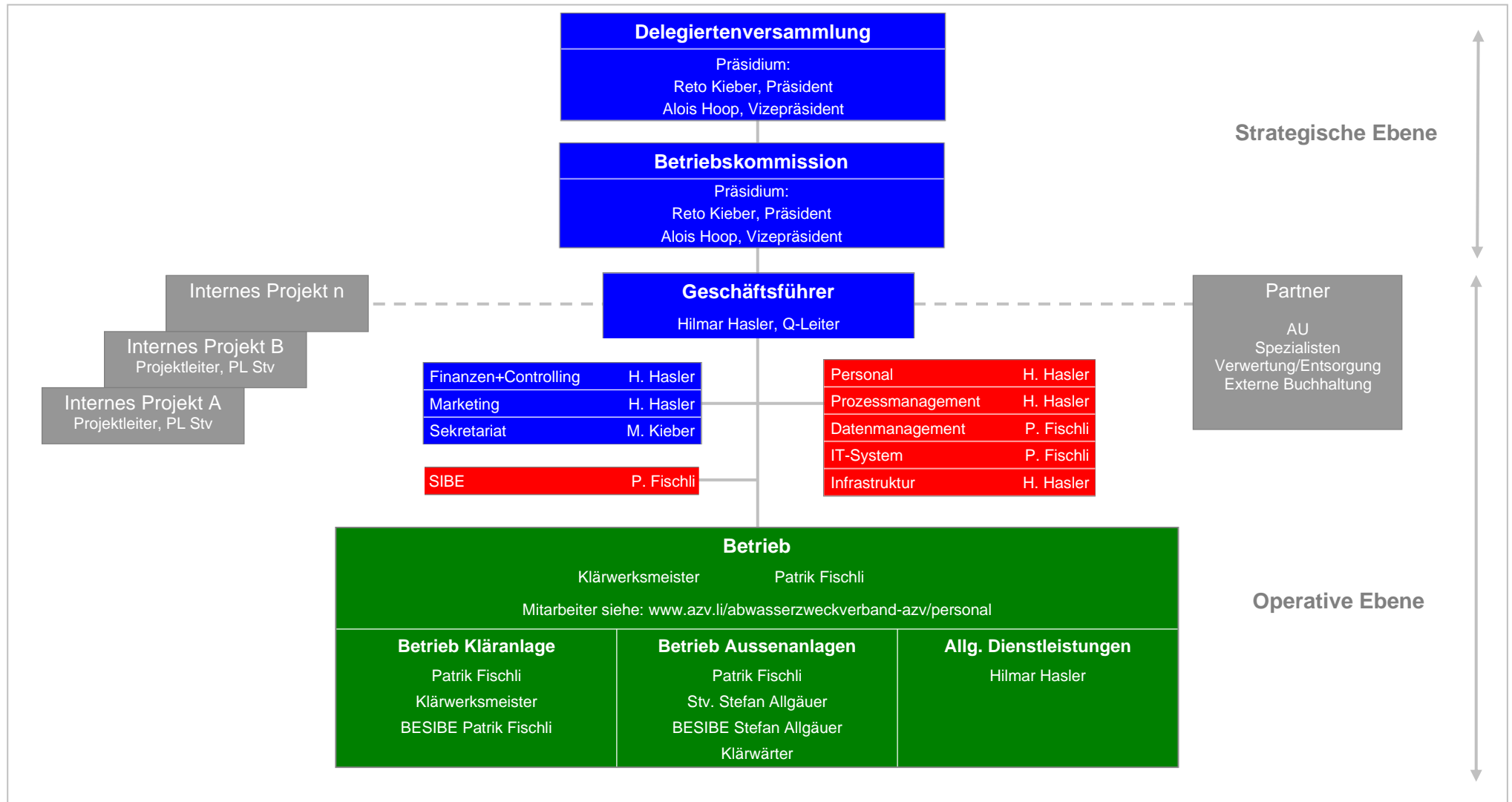
Alle Beträge inkl. MWST

10 Personelles

10.1 Organigramm AZV



10.2 Organigramm Betrieb



10.3 Personal

Hilmar Hasler, Geschäftsführer	Gamprin	seit 1. April 2003
Stefan Allgäuer, Klärwart	Nendeln	seit 1. Juni 1996
Yves Bischofberger, Klärwart	Gamprin	seit 1. Januar 2001
Markus Ospelt, Klärwart	Vaduz	seit 1. Februar 2005
Siegrun Kind, Büroreinigung (Teilzeit)	Bendern	seit 1. Juni 2008
Patrik Fischli, Klärwerkmeister	Gamprin	seit 1. Oktober 2008
Monika Kieber, Sekretariat (60%)	Mauren	seit 1. April 2017
Matthias Fischli, Klärwart	Gamprin	seit 1. September 2017
Samuel Jehle, Klärwart	Bendern	seit 1. März 2021



10.4 Mitarbeiter Aus- und Weiterbildung

Auf eine gute und regelmässige Weiterbildung des Personals wird grossen Wert gelegt. Folgende Mitarbeiter haben an den Aus- und Weiterbildungskursen teilgenommen.

28. Februar 2022 Samuel	VSA-Kurs A1 für Klärwerkfachleute
09. Mai 2022 Markus, Samuel	Grundschulung PSA gegen Absturz
19. Mai 2022 Markus, Samuel	Electro Suisse Informationstagung für Betriebselektriker
28. September 2022 Markus, Samuel	Electro Suisse Instandhaltungstagung
19. November 2022 Markus, Samuel	Onlineseminar, Ende der Leuchtstofflampe EM
2022 Patrik	Diverse Webinare und Online Seminare

10.5 Jubiläen

Fischli Matthias	Klärwart	5-jähriges Jubiläum
Jehle Samuel	Klärwart	5-jähriges Jubiläum
Kieber Monika	Sekretariat	5-jähriges Jubiläum

11 ISO-Zertifizierung 9001:2015

Nach der erfolgreichen ISO-Zertifizierung am 12. November 2003 erfolgte am 29. November 2022 ein Aufrechterhaltungsaudit nach der Norm ISO 9001:2015 durch die schweizerische Vereinigung für Qualitäts- und Management-Systeme (SQS).

Eine detaillierte und umfassende Unternehmensbewertung, das im Juni 2022 durchgeführte interne Audit, sowie die Identifizierung aller Mitarbeiter mit dem Managementsystem, waren die Gewährleistung für die Erfüllung der Normanforderungen ISO 9001:2015.

Zitate aus dem Auditbericht:

- *Der Abwasserzweckverband verfügt über ein praxisorientiertes System, das mit den Jahren einen ansprechenden Reifegrad erreicht hat. Dies wird beispielsweise durch den hohen Umsetzungsgrad der Vorgaben und Standards in der Praxis deutlich.*
- *Die Verpflichtung der obersten Leitung, ein wirksames Managementsystem zu bewirtschaften, konnte am Audit festgestellt werden.*
- *Ein chancen- und risikobewusstes Denken konnte auch in den Auditgesprächen mit den Mitarbeitenden anhand von Praxisbeispielen dargelegt werden.*
- *Kernprozesse sowie Supportprozesse sind detailliert und abschliessend dokumentiert. Dadurch werden Wissenslücken, die für die Durchführung bzw. die Bewertung der Prozesse kritisch werden könnten, weitgehend vermieden.*



12 Öffentlichkeitsarbeit

12.1 Besucher

Im Geschäftsjahr 2022 konnten wir auf der ARA Bendern 16 Besuchergruppen mit total 332 Besuchern begrüßen.

Nach der Vorführung des ARA Films, über die Geschichte der Abwasserreinigung in Liechtenstein und die Funktionsweise der ARA in Bendern, erfolgt ein Betriebsrundgang für die Besucher. Einen Höhepunkt bei den Besucherführungen bildet die Betrachtung der Mikroorganismen der biologischen Abwasserreinigung unter dem Mikroskop.

Mit dem Flyer „Vom Abwasser zum R(h)einwasser...“ und der neu überarbeiteten Broschüre „ALLES KLAR“ erhält jeder Besucher wichtige Informationen rund um die Abfall- und Abwasserbewirtschaftung in Liechtenstein.

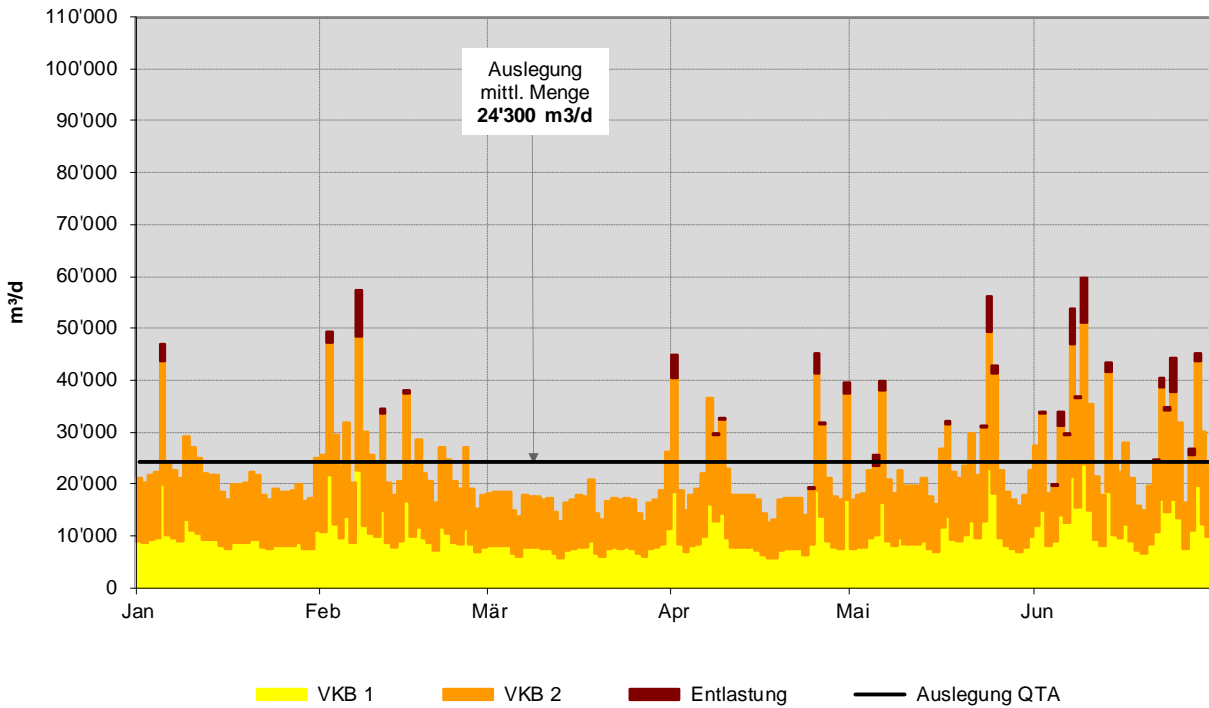




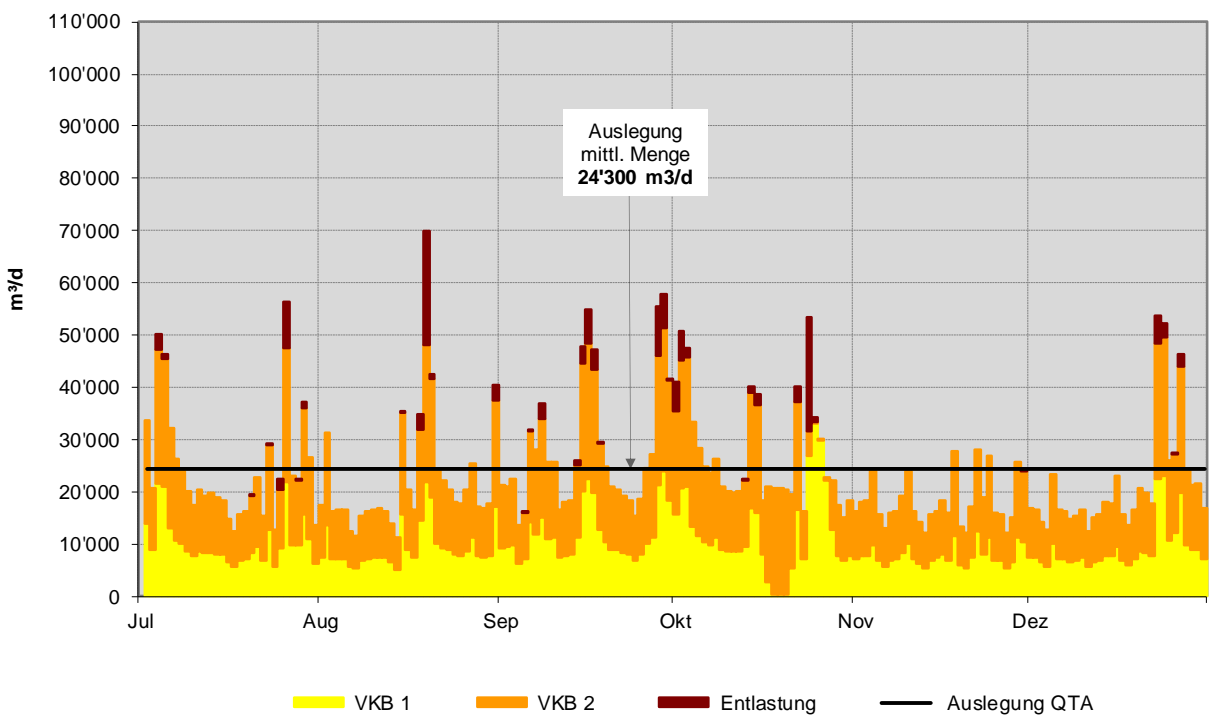
13 Anhang

13.1 Diagramme Betriebsdaten

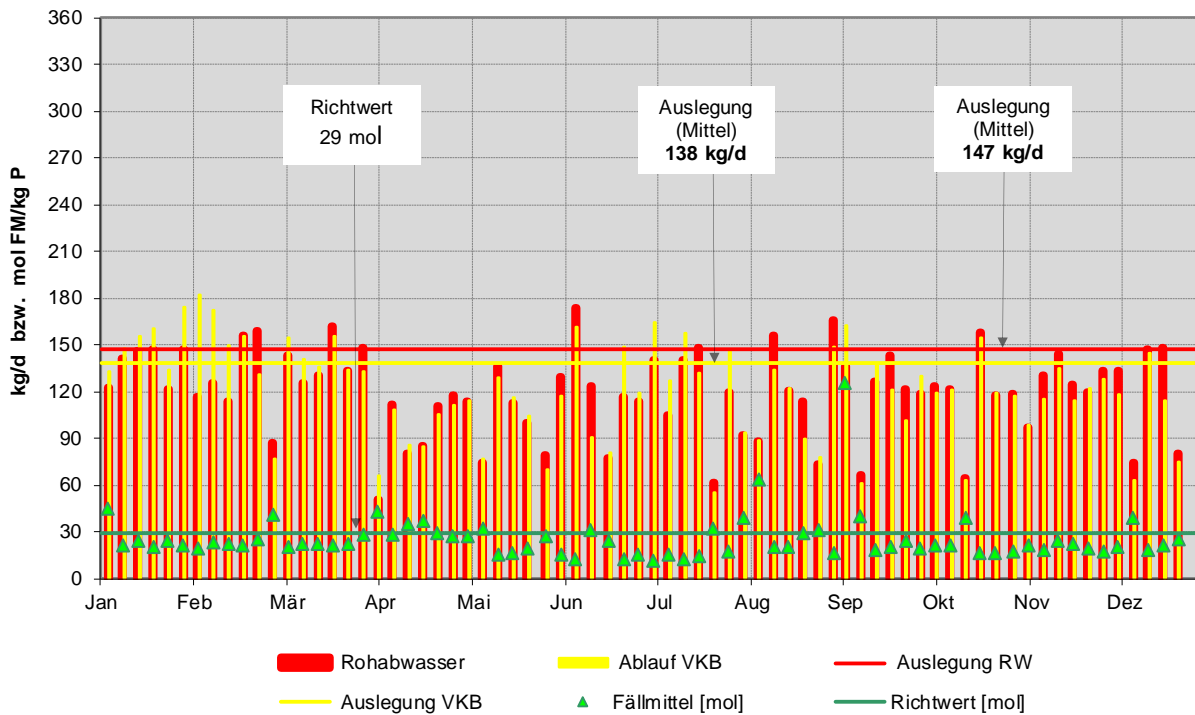
Zulauf Menge
VKB 1 - VKB 2 - Entlastung (Jan-Juni)



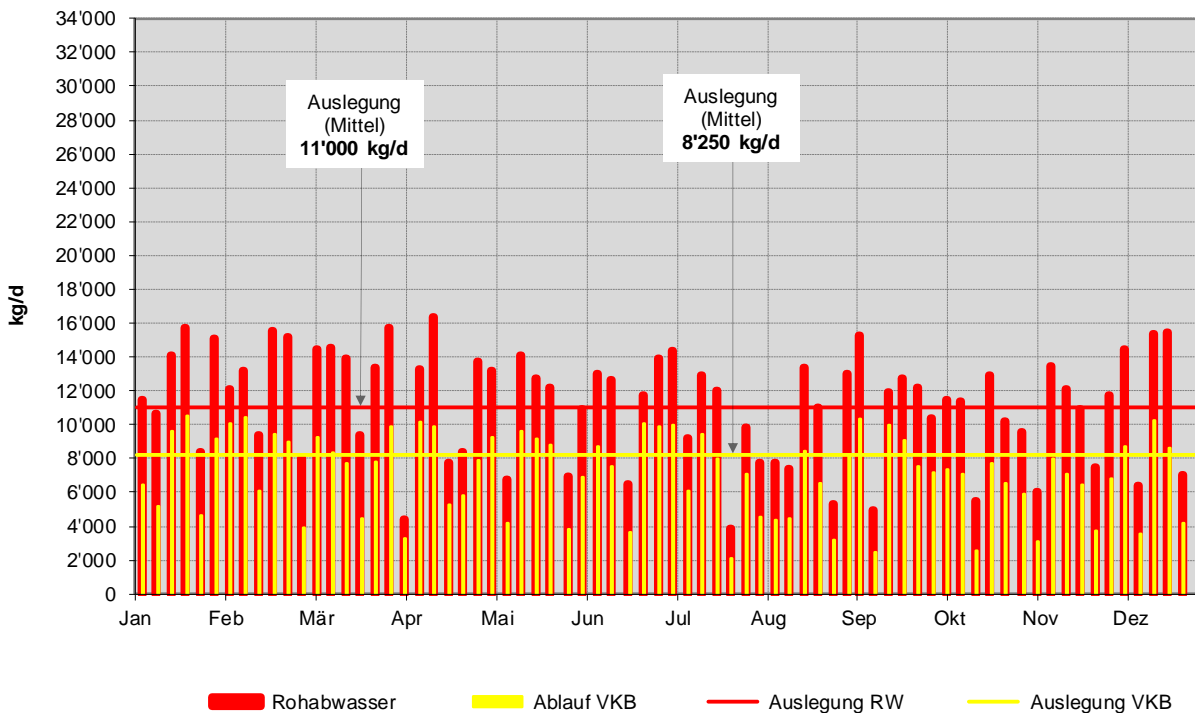
Zulauf Menge
VKB 1 - VKB 2 - Entlastung (Juli-Dez)



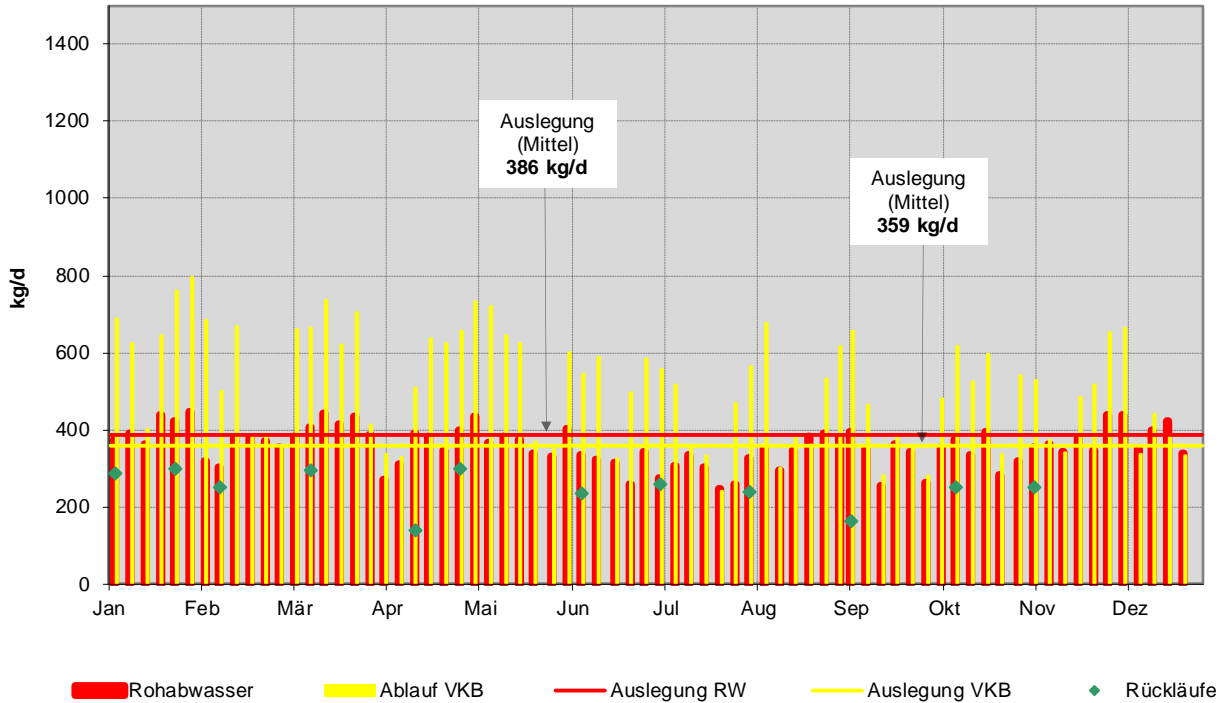
Fracht Zulauf u. P-fällung Gesamt Phosphor (P)
Rohabwasser (RW) - Vorklärung (VKB)



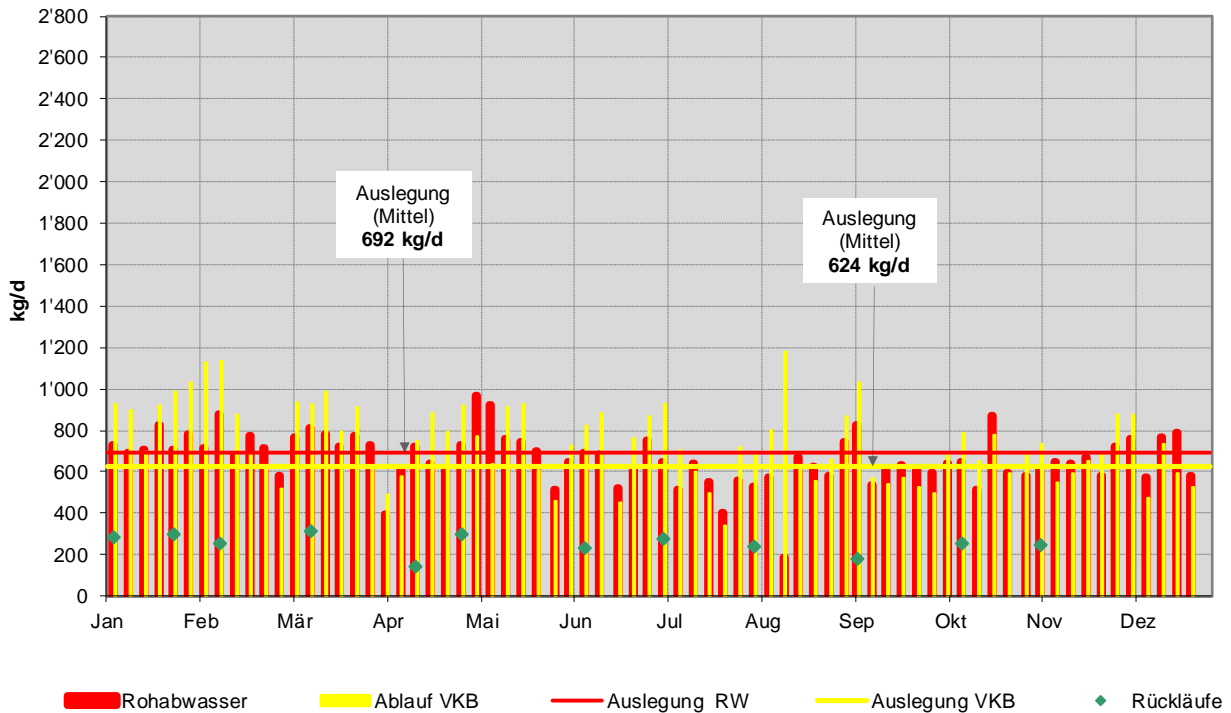
Fracht Zulauf Chem. Sauerstoffbedarf (CSB)
Rohabwasser (RW) - Vorklärung (VKB)



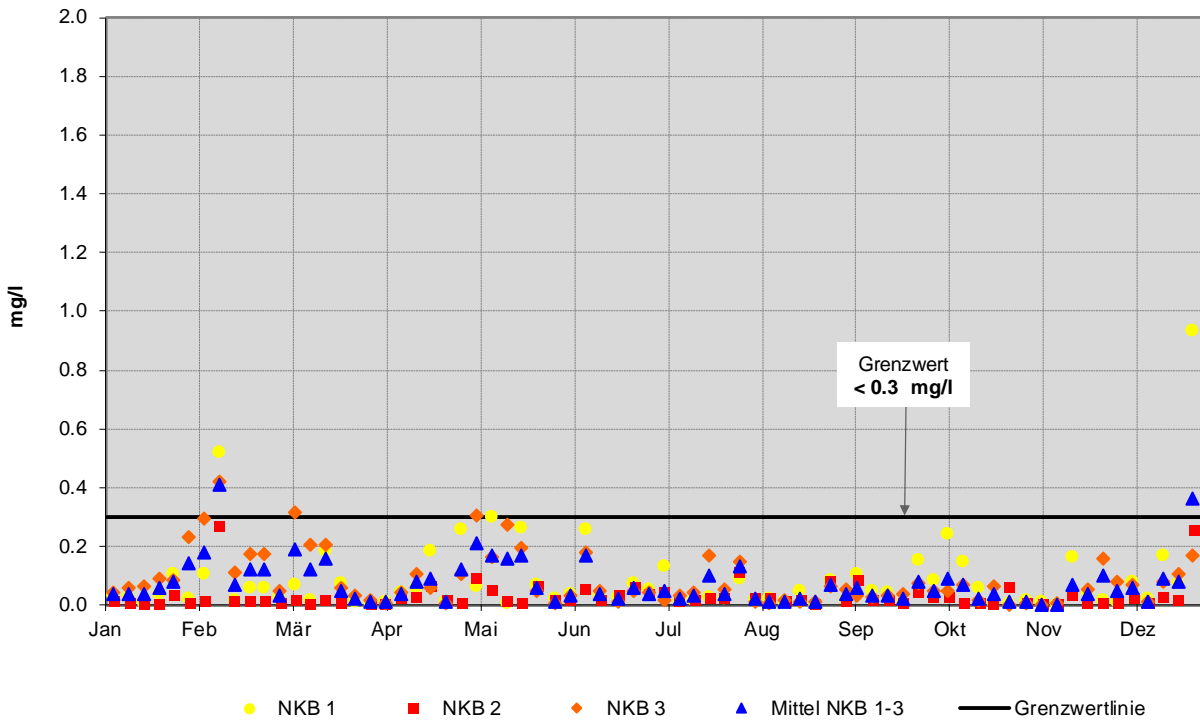
**Fracht Zulauf Ammonium (NH₄-N)
Rohabwasser (RW) - Vorklärung (VKB)**



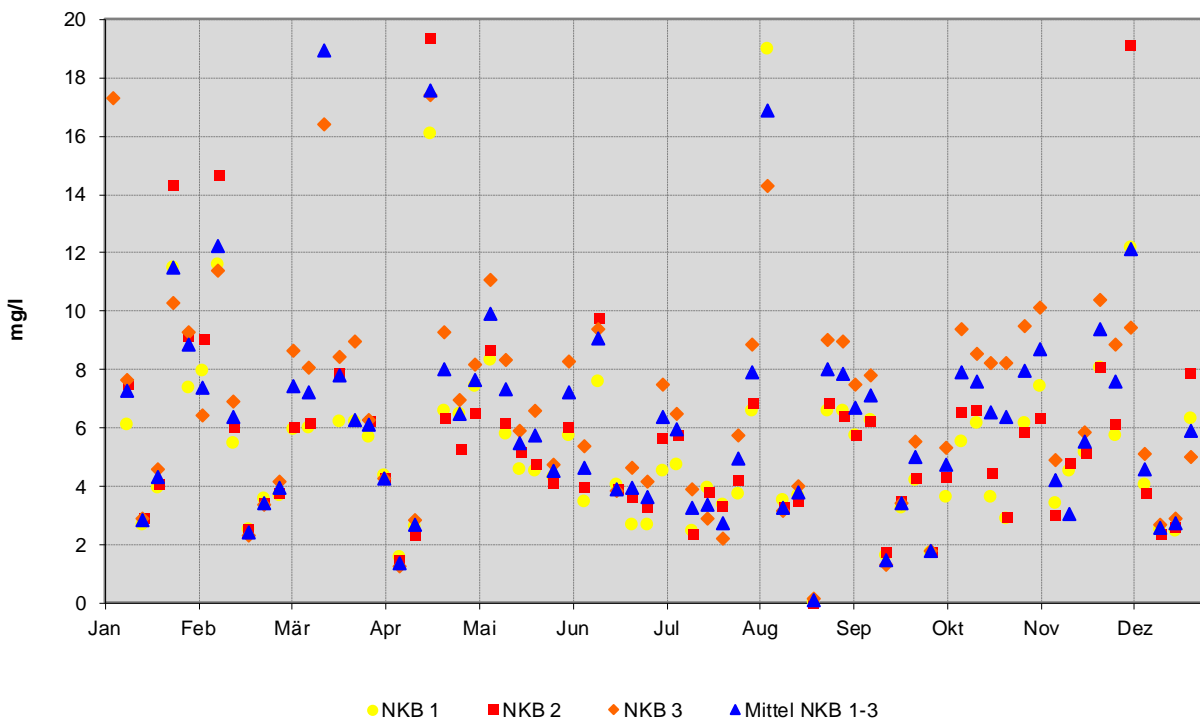
**Fracht Zulauf Gesamt Stickstoff (N)
Rohabwasser (RW) - Vorklärung (VKB)**



Konzentration Ablauf Nitrit (NO₂-N)

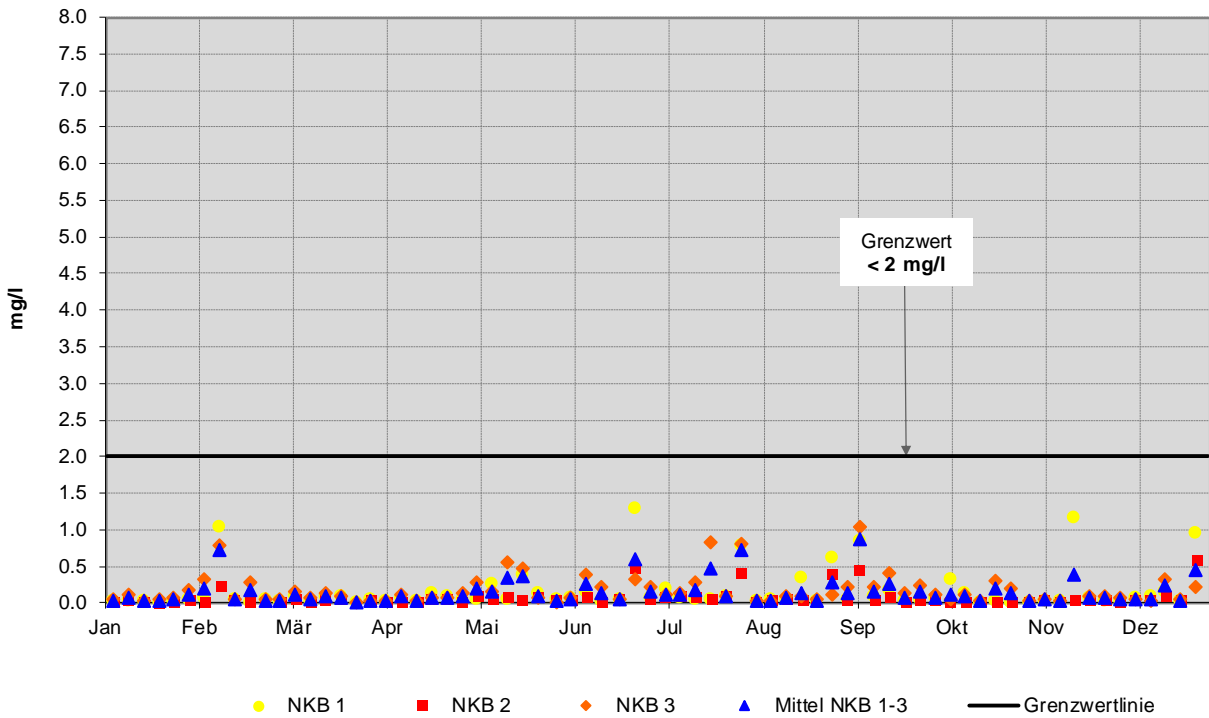


Konzentration Ablauf Nitrat (NO₃-N)

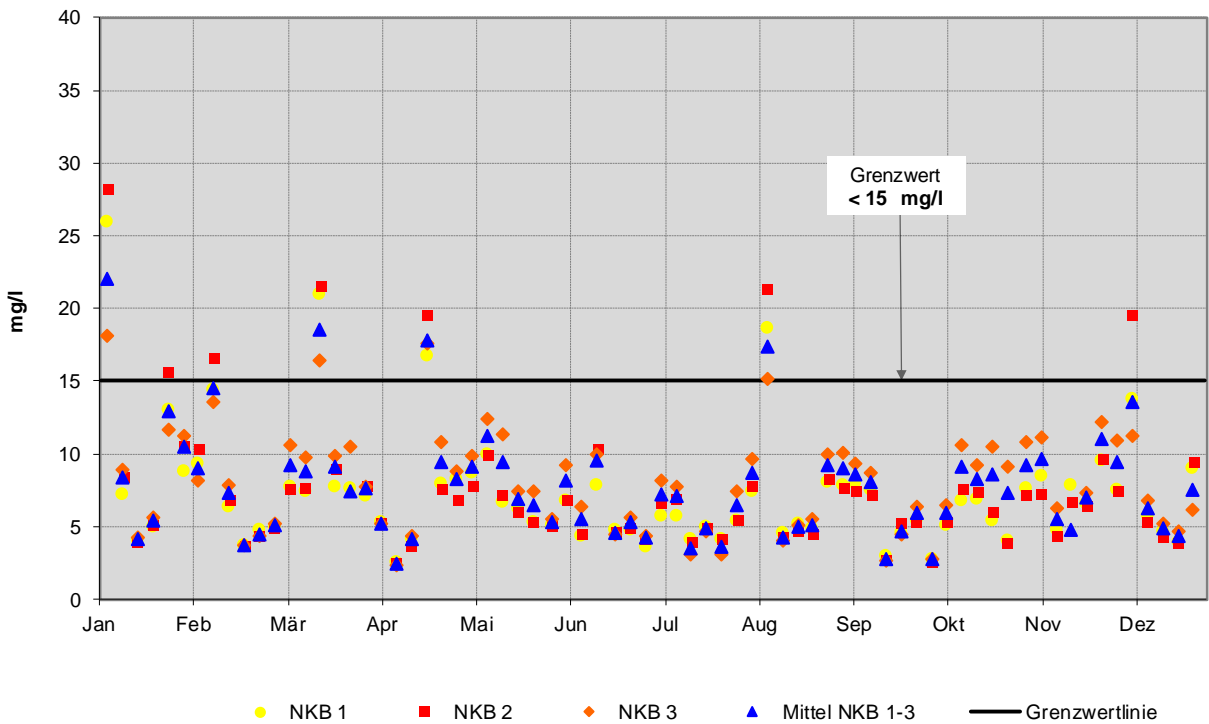




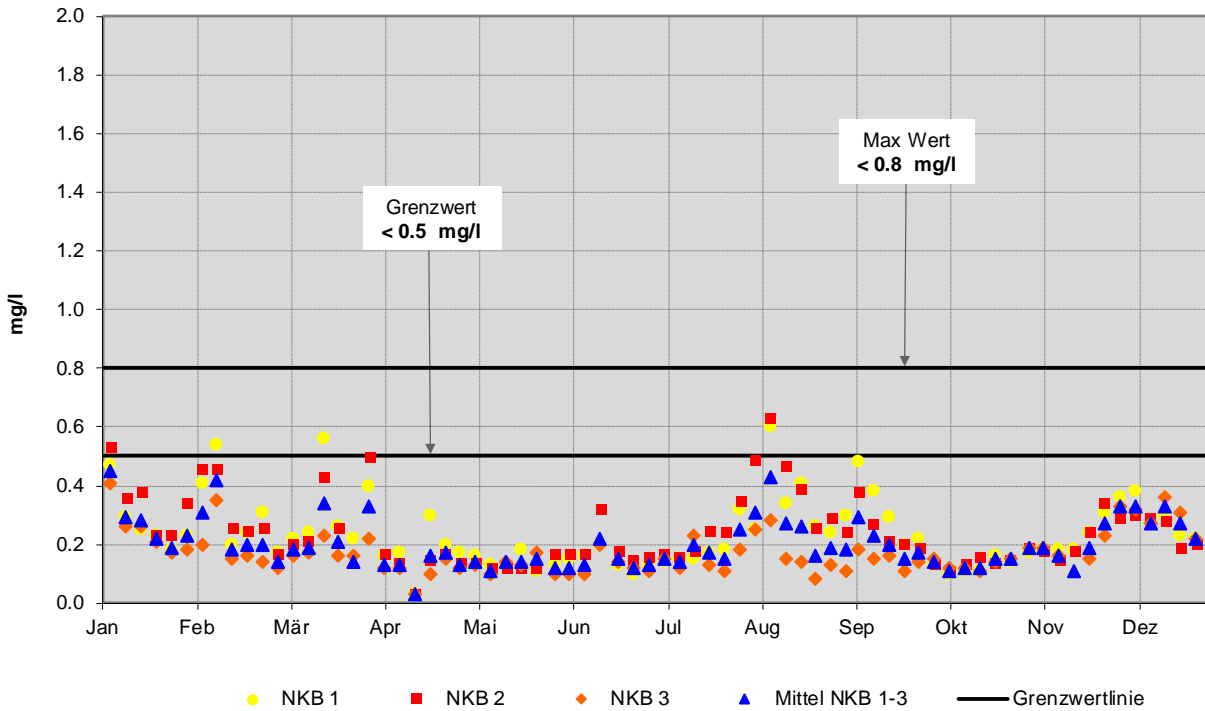
Konzentration Ablauf Ammonium (NH₄-N)



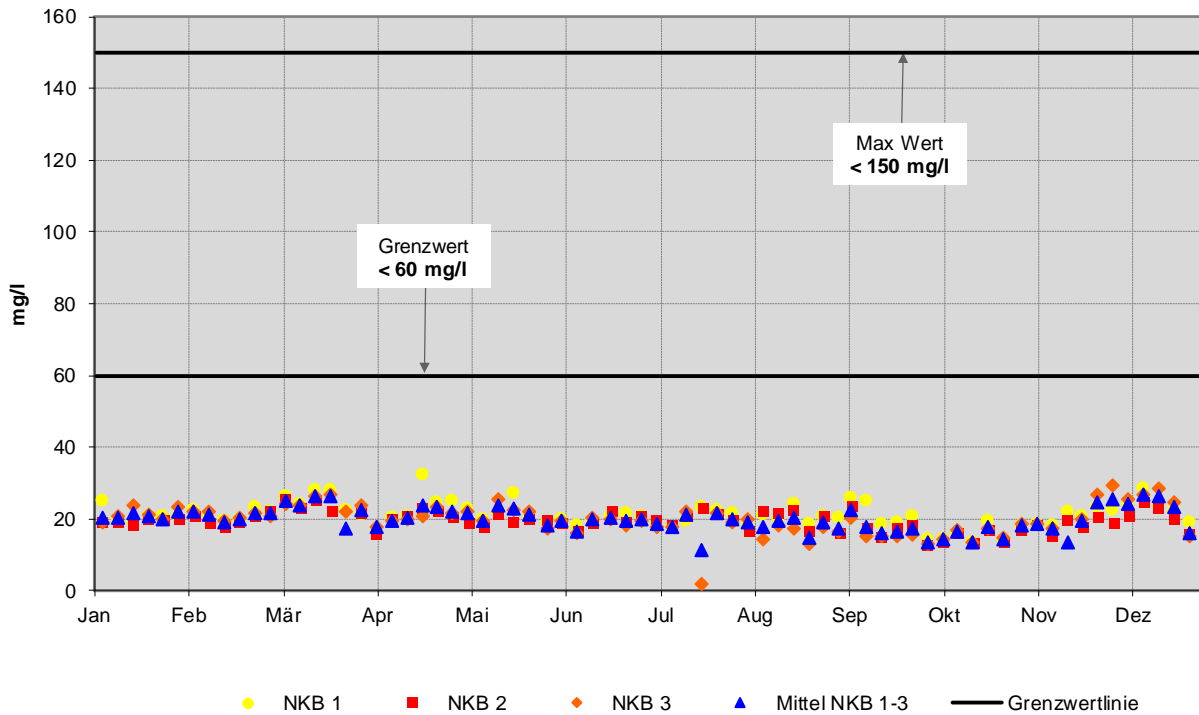
Konzentration Ablauf Gesamt Stickstoff (N)



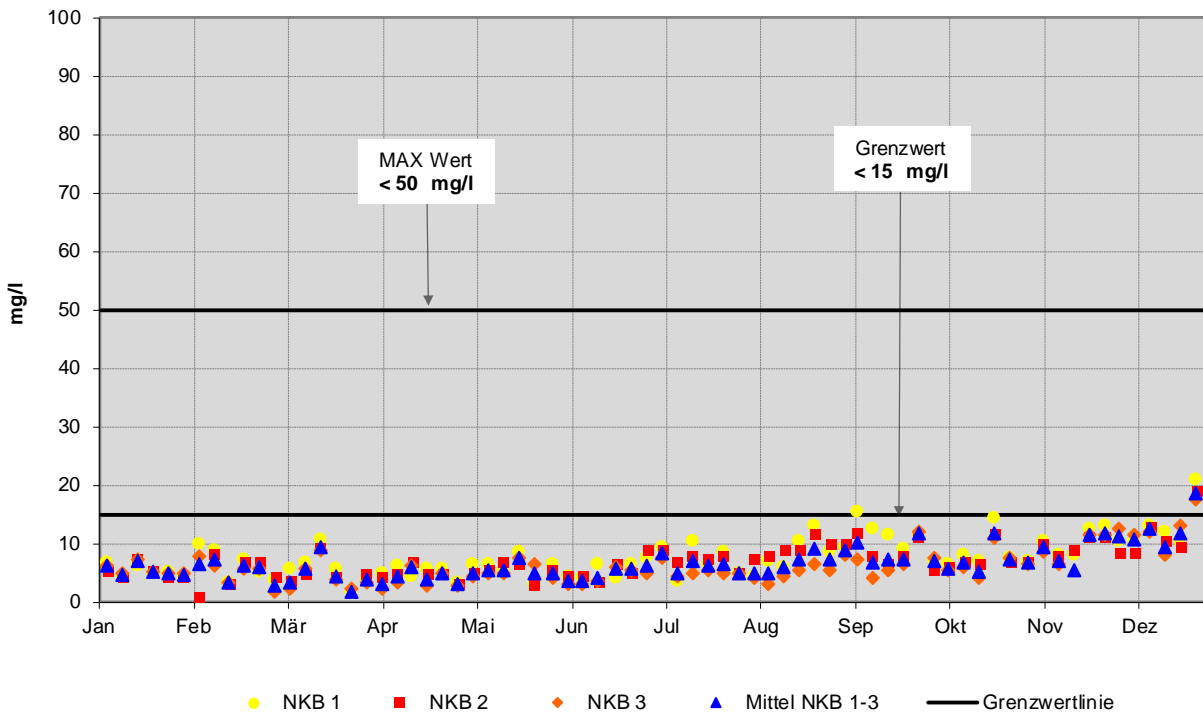
Konzentration Ablauf
Gesamt Phosphor (P)



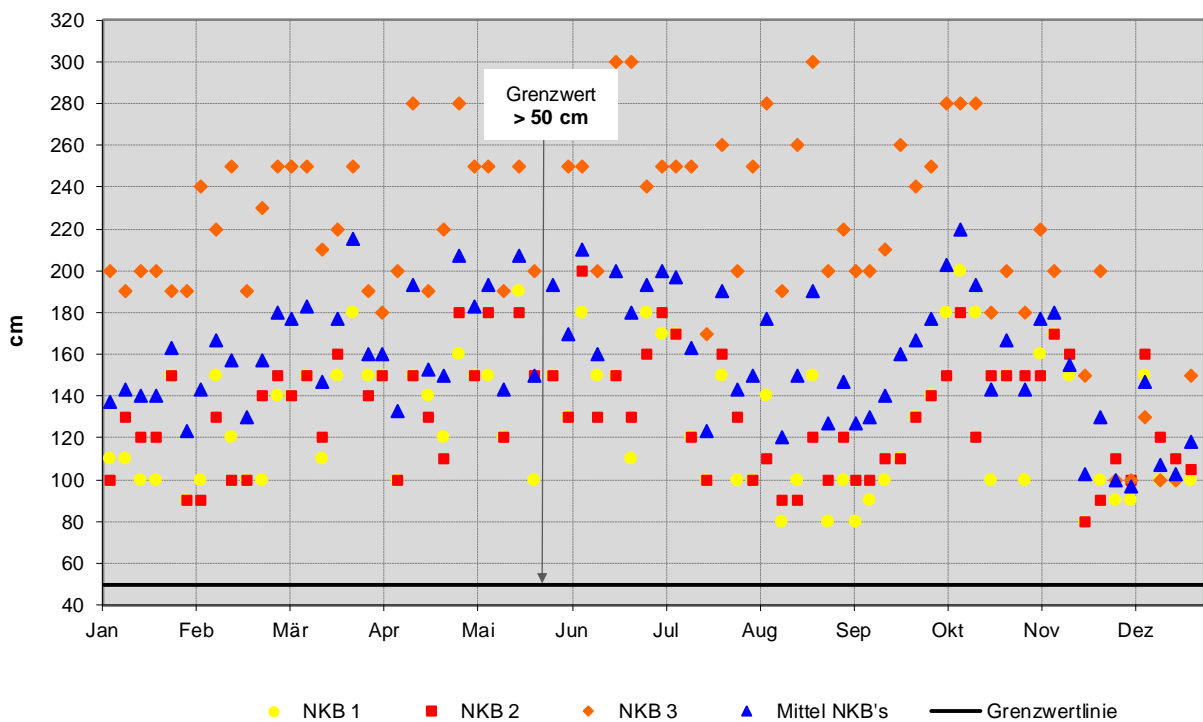
Konzentration Ablauf
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)



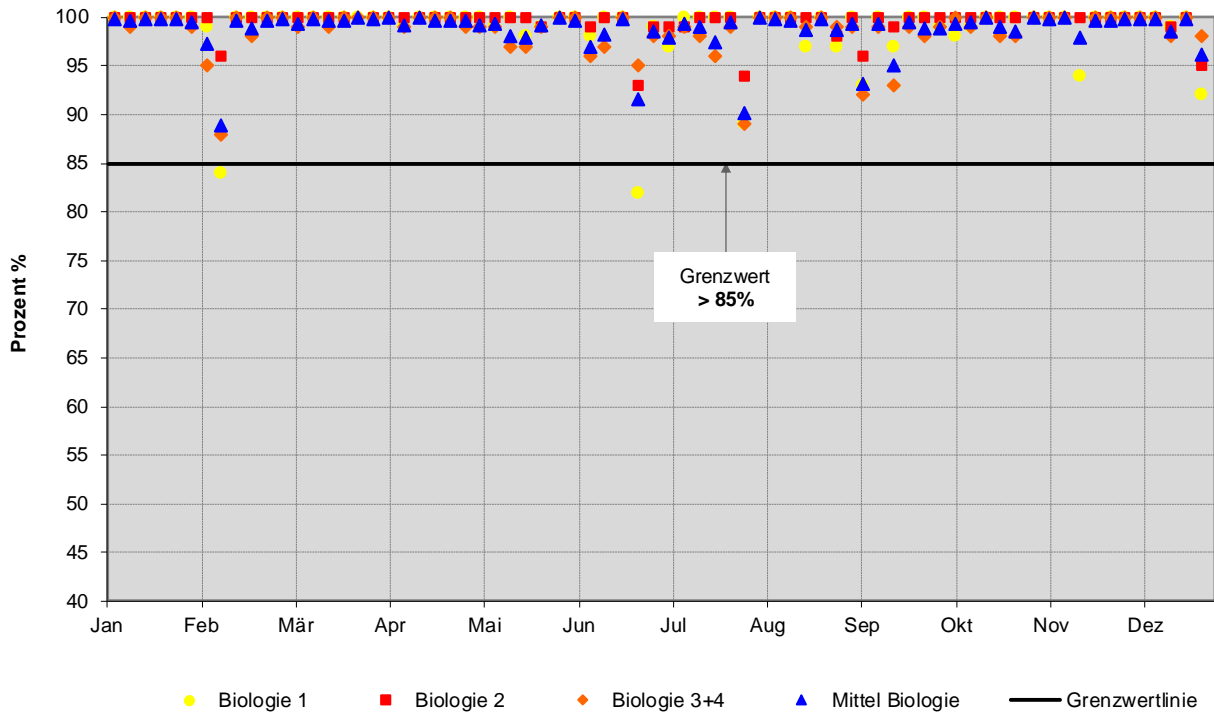
Konzentration Ablauf Gesamte ungelöste Stoffe (GUS)



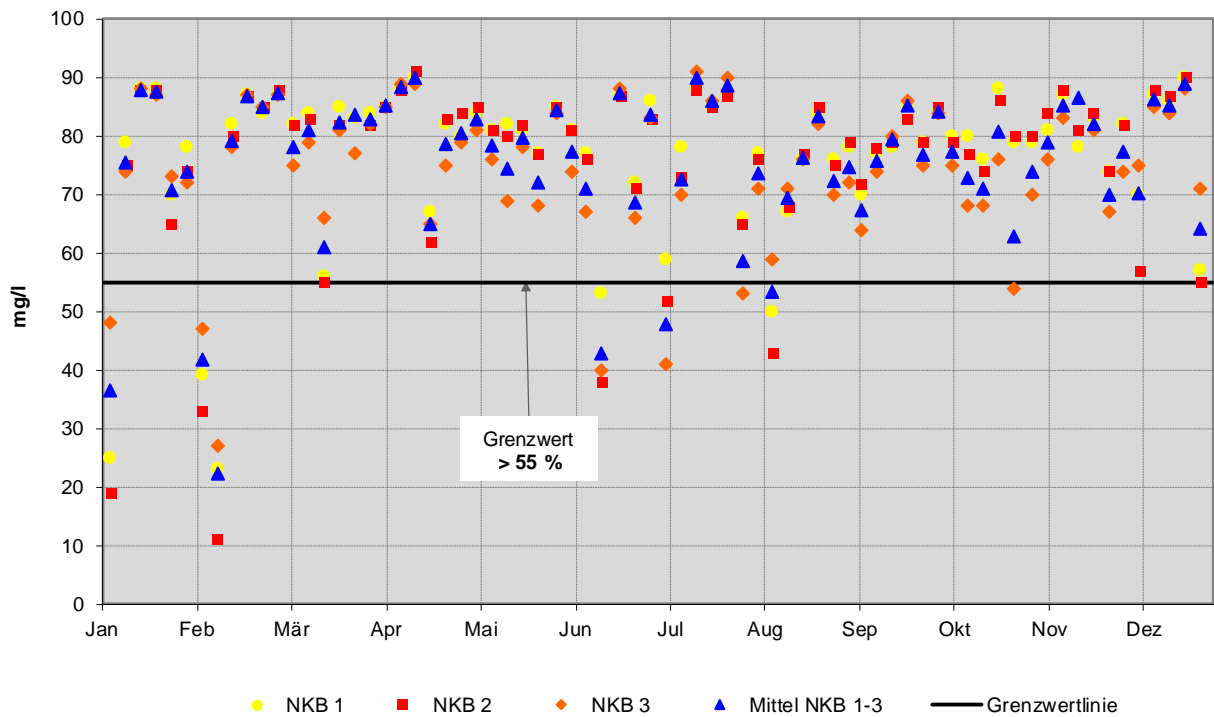
Sichttiefe nach Secchi



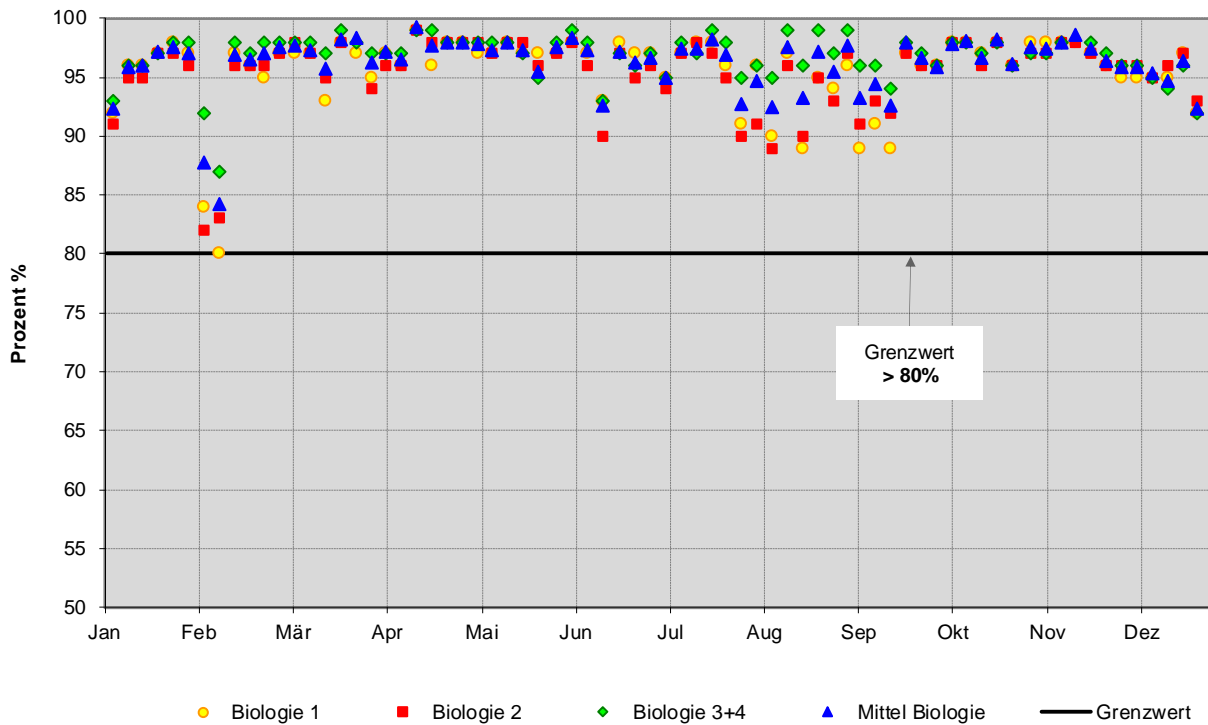
Reinigungseffekt Zulauf - Ablauf
Ammonium (NH₄-N)



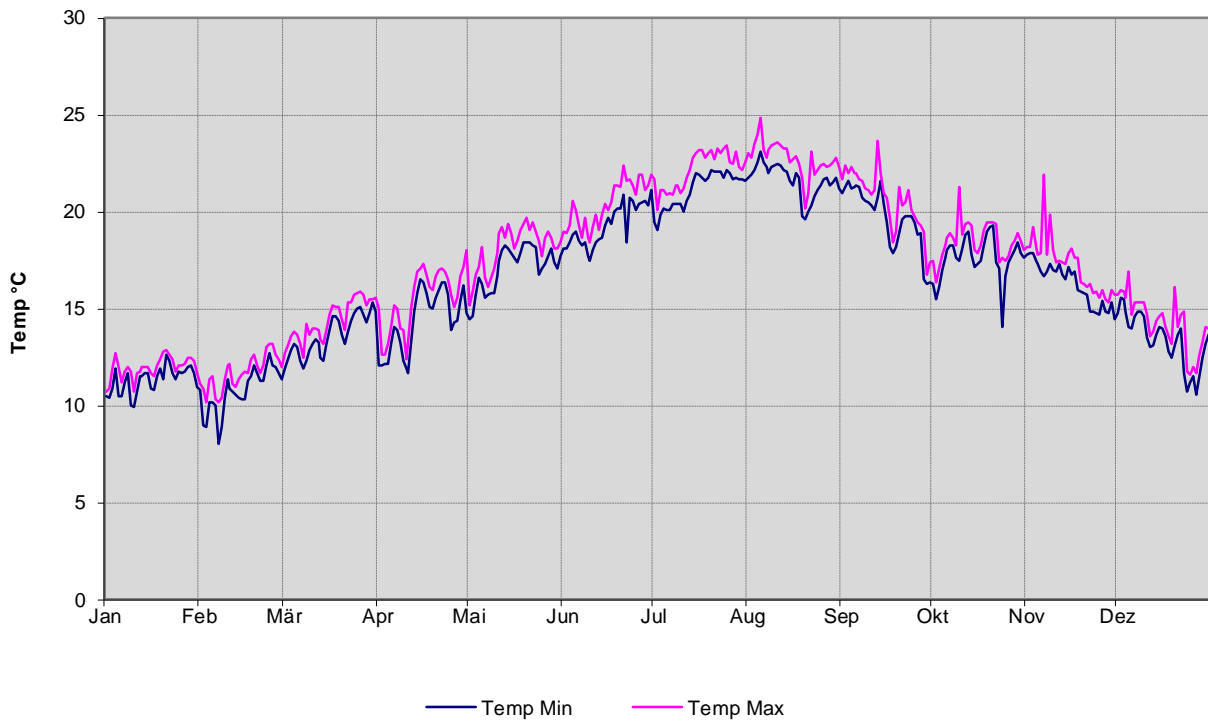
Reinigungseffekt Zulauf - Ablauf
Gesamt Stickstoff (N)



Reinigungseffekt Zulauf - Ablauf
Gesamt Phosphor (P)



Ablauf Rhein: Temperatur Online



13.2 Tabellen

13.2.1 Frischschlamm, Schlammverdickung und Gasproduktion

Monat	Frischschlamm					Voreindickung		Schlammeintrag in Faulraum 1			Flockungsmittel	Klärgasproduktion
	Menge	Trockensubstanz % gemittelte Werte		organischer Anteil % gemittelte Werte		Dünnschlamm	Dickschlamm	direkt	effektiv	effektive Vol. Reduk.	Verbrauch VEW *	Total
	m ³	%	kg	% des TS	kg	m ³	m ³	m ³	m ³	%	kg/to TS	m ³
Januar	7'547	3.5	265'223	79.3	210'322	7'548	2'932	0	2'932	61	3.0	102'730
Februar	8'001	3.3	264'033	75.7	199'741	8'001	3'057	0	3'057	62	3.0	104'757
März	8'747	3.2	278'654	77.4	215'679	8'727	3'035	19	3'054	65	3.6	115'481
April	8'550	3.2	277'264	74.8	207'486	8'533	3'162	17	3'179	63	2.8	102'763
Mai	8'561	3.6	305'342	69.6	212'620	8'561	3'227	0	3'227	61	2.4	95'576
Juni	7'495	3.3	246'264	76.0	187'079	7'480	2'797	14	2'811	62	2.7	81'639
Juli	8'480	2.9	242'286	77.1	186'722	8'452	2'891	17	2'908	65	3.1	76'399
August	7'311	2.8	203'083	75.1	152'566	7'288	2'376	22	2'398	67	3.9	73'742
September	7'621	2.7	201'957	76.8	155'002	7'621	2'445	0	2'445	68	4.0	73'088
Oktober	9'003	2.7	240'080	75.8	181'981	8'988	2'892	15	2'907	67	3.6	91'677
November	6'453	3.3	209'723	76.5	160'508	6'453	2'594	0	2'594	59	3.4	87'052
Dezember	6'931	3.8	262'223	73.8	193'520	6'916	2'852	14	2'866	59	3.5	96'451
Total 2022	94'700	3.2	2'996'132	75.7	2'263'226	94'568	34'260	118	34'378	63	3.3	1'101'355
Total 2021	101'525	3.5	3'481'846	75.3	2'620'617	101'392	35'238	135	35'373	65	3.8	1'280'312
Total 2020	94'453	3.6	3'361'046	75.2	2'525'744	94'346	35'742	104	35'846	61	7.1	1'300'001

Monatswerte sind wegen Kommastellen- u. Mittelwertberechnung vom Betriebsprotokoll übernommen und nicht in dieser Tabelle berechnet

13.2.2 Rückstandsentsorgung / Klärschlamm Abgabe / Verwertung

Monat	Rechengut	Sandgut	Klärschlamm - entwässert ARA				Klärschlamm - getrocknet Abnehmer Granulat			
	zur KVA	zur Deponie	Total entwässert		Trocken- substanz	KVA Buchs	Holcim	TS-Gehalt	TS-Fracht	
	to	m³	m³	to (TS)	%	to	to	%	to (Ts)	
Januar	12.6	5.0	2'871	125	23.4		140.60	92.6	129.8	
Februar	12.8	6.0	1'738	75	23.2		90.44	92.6	83.5	
März	9.9	3.0	3'304	144	22.7		161.24	92.9	149.9	
April	7.6	2.0	1'913	81	23.5		64.22	92.8	59.8	
Mai	7.0	3.0	2'585	111	23.4	2.44	136.15	92.7	127.6	
Juni	7.2	0.0	2'588	110	23.5		118.10	93.1	109.5	
Juli	7.1	3.0	2'087	88	24.2		69.66	93.1	64.6	
August	3.6	3.0	1'934	81	24.5		91.32	92.6	85.4	
September	7.8	3.0	1'123	48			72.10	92.6	66.7	
Oktober	4.9	3.0	3'047	133	23.0	1.42	137.28	91.9	126.4	
November	7.1	0.0	1'950	90	23.0		94.21	91.7	87.7	
Dezember	5.7	3.0	1'449	67	23.5		74.79	91.6	68.9	
Total 2022	93	34.0	26'589	1'153	23.5	3.86	1'250.11	92.5	1'159.9	
Total 2021	149	49.0	28'644	1'268	24.5	8.48	1'339.55	92.8	1'249.2	
Total 2020	175	30.0	28'512	1'303	24.7	15.50	1'433.21	92.7	1'338.9	

13.2.3 Beschaffenheit Klärschlamm Betriebsjahre 2013 – 2022

Parameter	Einheit	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Mittel	Grenzwert
Trockensubstanz	%	92.5	92.6	92.4	92.1	93.3	93.2	92.9	92.7	92.8	92.5	92.7	---
davon organisch	%	52.9	54.0	53.5	55.6	56.1	56.0	57.9	53.8	54.8	56.2	55.1	---
davon anorganisch	%	47.1	46.0	46.5	44.4	43.9	44.0	42.1	46.2	45.2	43.8	44.9	---
Schwermetalle													
Blei	g/t TS	30.5	27.8	30.8	34.8	35.3	33.3	36.5	35.5	34.5	27.0	32.6	500
Cadmium	g/t TS	1.3	0.9	1.0	1.1	1.1	0.8	1.0	0.7	0.6	0.7	0.9	5
Chrom	g/t TS	64.3	60.3	66.5	74.5	66.3	87.0	92.0	97.5	101.5	92.5	80.2	500
Kobalt	g/t TS	6.4	6.4	5.7	5.6	5.7	4.9	5.0	5.4	6.5	5.1	5.7	60
Kupfer	g/t TS	325	350	348	393	340	297	394	370	385	370	357	600
Molybdän	g/t TS	66.0	18.3	17.5	17.8	16.8	21.3	18.0	12.0	14.0	13.0	21.5	20
Nickel	g/t TS	46.8	49.5	50.5	49.3	43.8	47.0	47.0	55.0	41.0	44.5	47.4	80
Quecksilber	g/t TS	0.4	0.4	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4	1.0	0.5	0.2	0.5	5
Zink	g/t TS	770	736	809	741	743	785	820	830	610	720	756	2'000
Verhältnis zu Grenzwerten	%	61	34	35	35	32	35	35	34	31	30	36	

13.2.4 Wassermengen / Fällmittel / Filtratwasser

Monat	Abwasserzufluss					Filtratwasser	Fällmittel
	Total Zufluss ARA *	davon Messtelle Rüttigass Vaduz	Entlastungsrinne	Zufluss Vorklärung	Zufluss Biologie 1-4	Auslauf VKB	Verbrauch Biologie 1-4
	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	Liter
Januar	673'628	240'391	3'397	670'231	644'735	3'560	35'200
Februar	730'636	266'510	12'158	718'478	694'188	2'178	30'946
März	523'759	211'609	0	523'759	508'157	4'167	29'949
April	661'662	310'439	11'046	650'616	614'015	2'391	27'859
Mai	737'620	363'990	13'022	724'598	711'024	3'193	20'373
Juni	894'418	397'114	32'079	862'339	853'791	3'109	17'264
Juli	788'650	311'715	28'631	760'019	752'262	2'626	19'754
August	689'923	287'158	28'767	661'156	654'922	2'257	30'176
September	845'622	344'481	33'817	811'805	795'645	1'397	29'280
Oktober	849'884	313'800	42'159	807'725	799'589	3'746	22'587
November	543'445	228'707	18	543'427	548'670	2'420	21'269
Dezember	660'215	263'877	10'344	649'871	655'372	1'859	22'603
Total 2022	8'599'462	3'539'791	215'438	8'384'024	8'232'370	32'903	307'260
Total 2021	10'449'454	4'246'889	369'046	10'080'408	9'883'048	35'413	379'957
Total 2020	9'863'771	3'670'056	444'041	9'419'730	9'300'700	34'167	456'044

* Summe aus Messung Vorklärung und Entlastungsrinne

13.2.5 Gas und Wärme

		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Klärgasproduktion	m ³	1'089'363	1'087'610	1'051'513	1'185'434	1'202'420	1'244'821	1'300'001	1'280'312	1'101'355	
Biogaseinspeisung Netz LGV	kWh	6'260'287	6'698'000	6'028'007	6'717'194	7'086'714	7'353'267	7'677'161	7'725'261	6'269'187	
Erdgasbezug	kWh	3'008'784	2'951'042	2'773'869	3'083'249	3'225'711	3'170'667	3'374'899	3'232'025	3'223'194	
Wärmebezug:											
Niedertemperatur von BGA	NT kWh	64'739	38'607	10'518	15'190	3'760	2'451	3'736	15'128	13'376	
Hochtemperatur von BGA	HT kWh	614'437	935'299	677'139	651'628	677'917	746'625	504'032	715'940	584'755	
Wärmerückgew. Trocknung **/**	kWh	407'751	422'163	474'704	492'090	479'298	520'349	563'325	636'013	538'687	
Wärmerückgew. Abgas Heizung	kWh	197'918	176'273	158'620	209'020	202'405	203'028	207'792	201'196	198'987	
Wärmeproduktion BHKW *	kWh	71'861	25'050	116'810	161'750	133'200	85'300	45'860	53'810	116'730	
Notheizung	kWh	56'090	51'734	14'165	8'347	8'778	0	22'988	371	7'237	
Total Wärmebezug	kWh	1'412'796	1'649'126	1'451'956	1'538'025	1'505'358	1'557'753	1'347'733	1'622'458	1'459'772	
Wärmeverbrauch:											
Boiler 1 Faulanlage	kWh	129'163	115'677	122'288	107'013	96'363	102'554	99'052	100'279	130'707	
Boiler 2 Schlammwässerung	kWh	181'360	188'990	166'465	177'906	173'192	177'585	187'049	180'144	157'207	
Schlammheizung Faulraum 1 **	kWh	863'745	832'519	762'388	789'539	804'161	813'465	783'857	850'652	728'878	
Gebäudeheizung und Verlust	kWh	238'528	511'940	400'815	463'567	431'642	464'149	277'775	491'383	442'980	
Total Wärmeverbrauch	kWh	1'412'796	1'649'126	1'451'956	1'538'025	1'505'358	1'557'753	1'347'733	1'622'458	1'459'772	

BGA = Biogasaufbereitungsanlage der LGV

* Wärmezähler BHKW April - Oktober 2015 defekt

** Wärmezähler Abgas Heizung und Schlammheizung FR1 August 2016 defekt.

*** Wärmezähler Wärmerückgewinnung Trocknung bis Februar 2017 defekt.

13.2.6 10 Betriebsjahre 2013 – 2022 in Zahlen

KLÄRANLAGE BENDERN			2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Der Anlage zugeleitetes Abwasser :	m ³		10'810'770	10'240'605	10'083'672	11'315'464	10'513'395	8'926'026	10'879'001	9'863'771	10'449'454	8'599'462
- davon aus Vaduz, Triesen, Triesenberg, Balzers	m ³		4'187'721	3'918'339	3'879'478	4'184'264	3'741'811	3'308'753	4'054'190	3'670'056	4'246'889	3'539'791
Fällmittelverbrauch: Aluminiumsulfat *1)	l		314.38	342.8	305596	302982	282587.00	336'896	393'207	456'044	379'957	307'260
Fällmittelkosten	CHF		110'755	134'456	104'458	88'949	82'053	89'318	109'152	121'916	103'205	112'363
Spez. Kosten Phosphatelimination	Rp./m ³		1.024	1.313	1.036	0.786	0.780	1.001	1.003	1.236	0.988	1.307
Betriebsstunden *2)	BHKW 1	h	1'782	46	25	344	478	304	154	110	104	574
	BHKW 2	h	1'461	202	106	217	228	260	241	75	160	115
	BHKW 3	h	2'337	56	-	-	-	-	-	-	-	-
Stromproduktion	BHKW 1-3	kWh	884'336	45'176	16'936	80'240	96'504	75'088	53'320	24'888	35'696	93'712
Erlös aus Stromverkauf	CHF		118'714.10	2'043.85	2'376.10	11'634.80	13'993.15	10'887.80	7'731.42	3'608.75	3'415.52	33'689.84
	Rp/kWh		13.424	4.52	14.03	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	9.57	35.95
Strombezug LKW	HT	kWh	1'927'950	1'997'710	1'966'545	2'013'313	2'042'881	2'028'206	2'063'591	2'084'212	2'059'613	1'931'861
	NT	kWh	2'562'990	2'641'725	2'600'130	2'612'007	2'692'442	2'654'331	2'667'752	2'739'647	2'726'066	2'567'963
Total Strombezug LKW		kWh	4'490'940	4'639'435	4'566'675	4'625'320	4'735'323	4'682'537	4'731'343	4'823'859	4'785'679	4'499'824
Stromverbrauch BGA *2)		kWh		164'053	149'445	147'136	154'603	153'076	160'935	165'397	160'061	150'626
Stromverbrauch ARA ohne BGA		kWh	4'490'940	4'475'382	4'417'230	4'478'184	4'580'720	4'529'461	4'570'408	4'658'462	4'625'618	4'349'198
Stromkosten inkl. Höchstlast (Ankauf)	CHF		539'135.97	505'962.43	506'938.79	465'682.00	460'747.83	466'237.29	509'751.21	540'371.68	571'366.03	590'290.51
Durchschnittlicher kWh-Preis, inkl. Höchstlasttarif (Bezug v. LKW)	Rp./kWh		12.00	10.91	11.10	10.07	9.73	9.96	10.77	11.20	10.81	13.12
Spez. Stromverbrauch pro m ³ Abwasser (inkl. BGA)	kWh/m ³		0.415	0.453	0.453	0.409	0.450	0.525	0.435	0.489	0.458	0.523
Spez. Stromkosten pro m ³ Abwasser	Rp./m ³		4.99	4.94	5.03	4.12	4.38	5.22	4.69	5.48	4.95	6.86
Betriebskosten pro Einwohnerzahl	CHF/EG/a		45.01	59.13	40.36	39.87	43.10	45.13	38.93	42.11	44.39	48.73

*1) bis 2014 Fällmittelanlieferung in to

*2) Inbetriebnahme der Biogas-Aufbereitungsanlage am 27.11.2013

14 Begriffserklärungen

Abwasser

Dem natürlichen Kreislauf entnommenes und in seiner Beschaffenheit chemisch und/oder physikalisch nachteilig verändertes Wasser.

Abwasserreinigung

Verminderung von Abwasserinhaltsstoffen durch physikalische, chemische und biologische Vorgänge.

aerob

Anwesenheit von gelöstem Sauerstoff.

anaerob

Abwesenheit von gelöstem Sauerstoff, Nitrat und Nitrit.

Belebungsverfahren

Verfahren zur biologischen Abwasserreinigung, bei dem biologisch gebildeter belebter Schlamm mit Abwasser durchmischt und belüftet, anschließend durch Absetzen im Nachklärbecken abgetrennt und zum großen Teil als Rücklaufschlamm wieder dem Belebungsbecken zugeführt wird. Belebungsbecken, Belüftungseinrichtung, Nachklärbecken und Rücklaufschlammförderung bilden eine verfahrenstechnische Einheit.

Belüftung

Einbringen von Sauerstoff in Belebungsbecken durch Gebläse und OKI (spez. ARA Bondern)

Biofilter

Geruchsbelastete Abluft wird über sogenannte Biofilter geleitet und mittels Bakterien gereinigt.

Biogas Aufbereitungsanlage (BGA)

Bei der Biogas Aufbereitungsanlage wird mittels einer wässrigen Aminlösung Kohlendioxid (CO₂) aus dem Klärgas ausgewaschen und es entsteht Biogas mit einem Methananteil von ca. 99%, welches in das Erdgasnetz eingespiessen wird.

Biologische Abwasserreinigung

Entfernen von Schwebestoffen, Kolloiden und gelösten Stoffen durch biologische Vorgänge.

Biomasse

Bezeichnung für das gesamte lebende Material.

Biologische Phosphorentfernung

Bestimmte Bakterien des Belebtschlammes werden durch eine geeignete Verfahrensführung dazu angeregt vermehrt Phosphor aufzunehmen. Der nun verstärkt in den Mikroorganismen gespeicherte Phosphor wird über den Überschussschlamm aus dem Abwasser entfernt.

CSB

Chemischer Sauerstoffbedarf

Denitrifikation

Stickstoffentfernung durch Reduktion des Nitrates zu Stickstoffgas mit Hilfe von Bakterien unter anoxischen Bedingungen.

Düker

Kreuzungsbauwerk, das ein Hindernis als (Abwasser) Druckleitung unterfährt.

EDTA

Ethylendiamintetraaceta (Phosphorersatzstoff in Waschmitteln)

EG (Einwohnerwert)

Der einem Einwohner entsprechende Anfall an Abwasser und Schmutzstoffen.

Erdgas

Das Erdgas besteht praktisch zu 100% aus Methan (CH₄). Der Energiewert beträgt ca. 10.6 kWh/m³ und ist somit um ca. 1/3 energiereicher als Klärgas.

Fällung

Überführen von gelösten Abwasserinhaltsstoffen in ungelöste Formen (Schlammflocken) durch chemische Reaktion mit einem Fällungsmittel oder Polymermittel. (z.B. Phosphorfällung mit Eisen- oder Aluminiumsalzen).

Faulung

Abbau organischer Stoffe des Schlammes unter Luftabschluss.

Faulbehälter

Behälter, in dem der Rohschlamm durch Mikroorganismen unter Luftabschluss ausgefault wird.

Fettabscheider

Einrichtung zum Abtrennen von Fetten und Ölen.

Flockung

Zur weiteren Eindickung des Frischschlammes (Steigerung der Schlammfäulung) und zur Entwässerung des Klärschlammes werden Flockungsmittel zu dosiert. Sie vermehren und vergrößern die Schlammflocken, womit Schlammwasser anfällt, welches abgetrennt und wieder der biologischen Reinigung zugeführt werden kann.

Fremdwasser

In die Kanalisation eindringendes Grundwasser (Undichtigkeiten), unerlaubt über Fehlschlüsse eingeleitetes Wasser oder einem Schmutzwasserkanal zufließendes Oberflächenwasser (z.B. über Schachtabdeckungen).

Frischschlamm

Feststoffe oder Fällungsprodukte, die im Vorklärbecken abgetrennt werden.

Granulat

Getrockneter Klärschlamm, „Körner“ bis 4mm Durchmesser

GUS

Gesamte Ungelöste Stoffe

Klärgas

Bei der Faulung entstehendes Gasgemisch, das aus etwa 63% Methan (CH₄), 35% Kohlendioxid (CO₂) und aus 2% andere Gase (N₂, H₂, H₂S) besteht.

Das Klärgas hat einen Energiewert von ca. 6.0 kWh/m³ und hat damit 1/3 weniger Energie als Erdgas, welches praktisch zu 100% aus Methan (CH₄) besteht.

Klärschlamm-Verwertung

Der Klärschlamm wird durch Ausfäulung stabilisiert und energetisch im Zementwerk verwertet. Hierbei kann einerseits Brennstoff eingespart werden und andererseits hat die Klärschlammmasche dieselbe mineralische Zusammensetzung wie Mergel, welcher zur Zementherstellung benötigt wird.

Mechanische Abwasserreinigung

Entfernung von ungelösten Stoffen aus dem Abwasser durch mechanische Verfahren, z.B. durch Rechen, Siebe, Sandfang und Vorklärbecken.

mesophil

Mikroorganismen werden als mesophil bezeichnet, wenn ihr optimaler Wachstumsbereich zwischen 30 und 40°C liegt.

Mischwasser

Mischung aus Schmutz-, Regen- und gegebenenfalls Fremdwasser.

Nachklärbecken

Absetzbecken nach der biologischen Reinigungsstufe, in dem sich das gereinigte Wasser und der Belebtschlamm trennen.

NH₄-N

Ammonium

NH₃-N

Ammoniak (stark geruchsintensiv)

NO₂-N

Nitrit (stark fischgiftig)

NO₃-N

Nitrat

N_{tot}

Gesamtstickstoff: Summe aller Stickstoffverbindungen

Nitrifikation

Oxidation von Stickstoffverbindungen (Ammonium und organischer Stickstoff) mit Hilfe von Bakterien zu Nitrit und Nitrat.

P_{tot}

Gesamtphosphor: Summe aller Phosphorverbindungen

NTA

Nitrioltriacetat (Phosphorersatzstoff in Waschmitteln)

Rechen

Mechanische Einrichtung zur Entfernung von Grobstoffen aus dem Abwasser (Rechengut).

Regenüberlaufbecken, Regenrückhaltebecken

Entlastungsbauwerk im Mischsystem, das ab einer bestimmten Zulaufmenge im Regenfall das Mischwasser direkt in den Vorfluter ableitet.

Speicher- und/oder Absetzraum im Mischsystem mit Becken und/ oder Klärüberlauf. Sammelbegriff für Fangbecken und Durchlaufbecken. Die Becken können im Haupt- oder Nebenschluss angeordnet werden. Beim Hauptschluss wird der zur Abwasserreinigungsanlage weitergeführte Abfluss durch das Becken geleitet, beim Nebenschluss wird er am Becken vorbeigeführt.

Regenwetterabfluss (RWA)

Summe aus Schmutzwasser-, Regenwasser und Fremdwasserabfluss.

Rezirkulation

Rückführung von nitrathaltigem Belebtschlamm vom Ende der Biologie an den Anfang der Belebungsstufe. Unter anderem notwendig für den Stickstoffabbau.

Rohabwasser

Einer Abwasserreinigungsanlage zufließendes (rohes) Abwasser

Rücklaufschlamm

Der im Nachklärbecken vom gereinigten Wasser abgetrennte und in das Belebungsbecken rückgeführte Schlamm.

Sandfang

Einrichtung zur Trennung von Sand und anderen Sinkstoffen im Abwasser.

Schlammalter total

Totale mittlere Aufenthaltszeit des Belebtschlammes im Belebungsbecken.

Schlammbehandlung

Aufbereitung von Schlamm zu dessen Verwertung oder Entsorgung.

Schlamm Entwässerung

Die (Trockensubstanz) im Schlamm wird durch Abtrennen von Wasser erhöht. Bei der Vor-Entwässerung (Frischschlamm) erfolgt dies mittels Seihtischen (ca. 9% Feststoffe und 91% Wasser). Bei der Nach-Entwässerung (ausgefaulter Schlamm) mittels Zentrifugen bzw. Dekanter. (30% Feststoffe und 70% Wasser.)

Schwimmschlamm

Aufschwimmender Schlammanteil an Absetzbecken, Eindickern, Faulbehältern, usw.

Simultanfällung

Gleichzeitig mit dem Belebungsverfahren (simultan) durchgeführte Phosphatfällung.

Stickstoff

NH₄-N: Ammonium, NH₃-N: Ammoniak (stark geruchsintensiv), NO₂-N: Nitrit (stark fischgiftig), NO₃-N: Nitrat, N_{tot}: Gesamtstickstoff (Summe aller Stickstoffverbindungen), N organisch: Organisch gebundener Stickstoff, N₂: elementare Stickstoff (schwerer als Luft)

Trockenwetterabfluss (TWA)

Summe aus Schmutzwasserabfluss und Fremdwasserabfluss.

Trocknungsanlage

Thermisches Verfahren zur Trocknung von Klärschlamm. Der Klärschlamm wird in einem zweistufigen Verfahren von ca. 28% auf ca. 93% TS getrocknet. Die erste Stufe bildet ein Dünnschichtverdampfer (bis ca. 50% TS) und die zweite Stufe bildet ein Bandtrockner.

Trockensubstanz (TS)

Schlamm setzt sich aus Feststoffen (Trockensubstanz) und Wasser zusammen. Trockensubstanz ist die Summe aus organischen und anorganischen Feststoffen.

Trockensubstanz organisch (oTS)

Organische Feststoffe (Trockensubstanz) im Schlamm. Die organische Trockensubstanz kann in der Faulung vermindert werden. Dabei entsteht Biogas.

Die organische Trockensubstanz ist auch brennbar. Der Schlamm kann deshalb in der Zementindustrie thermisch verwertet werden.

Trockensubstanz anorganisch (aTS)

Anorganische Feststoffe (Trockensubstanz) im Schlamm. Die anorganische Trockensubstanz kann in der Faulung nicht vermindert werden. Sie ist auch nicht brennbar. Die anorganischen Feststoffe haben aber dieselbe mineralische Zusammensetzung wie der Rohstoff Mergel und können deshalb optimal für die Zementherstellung verwertet werden.

Überschussschlamm

Bei biologischen Verfahren gebildeter, überschüssiger Schlamm, der abgezogen ist.

Vorklärbecken

Absetzbecken zur mechanischen Reinigung des Abwassers vor einer biologischen Reinigungsstufe.

Wärmerückgewinnung

Heissen Verbrennungsabgasen und warmen Kühlwasserkreisläufen werden mittels Wärmetauschern die nutzbare Wärme entzogen. Diese Wärme steht dann für neue Prozesse wie Gebäudeheizung, Warmwasser oder Schlammaufheizung wieder zur Verfügung, womit beträchtlich Brennstoffe eingespart werden können

ABWASSERZWECKVERBAND
DER GEMEINDEN LIECHTENSTEINS

