

GESCHÄFTSBERICHT 2021



Geschäftsbericht 2021

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
4.2	Aussenanlagen	11
5	Aussenanlagen	12
5.1	Betriebsrapport Regenklärbecken	13
6	Betriebsbericht und Betriebsdaten	14
6.1	Zusammenfassung	14
6.2	Einleitung	16
6.2.1	Kontrolle der Anlage	16
6.2.2	Betrieb ARA	17
6.3	Belastungen im Zulauf	19
6.3.1	Abwassermengen	19
6.3.2	Stofffrachten	21
6.3.3	Fremdwasser	24
6.4	Behandelte Abwassermenge und entzogene Stofffrachten	25
6.4.1	10-Jahres Diagramm entzogene Stofffrachten	26
6.5	Beschaffenheit des gereinigten Abwassers und Reinigungsleistung	27
6.5.1	Konzentrationen	27
6.5.2	Betriebsdaten (Diagramme)	29
6.5.3	Kontrollproben des Amtes für Umwelt im Vergleich mit Analysen der ARA	30
6.5.4	Abbauleistung	31
6.5.5	Restfrachten (an Labortagen)	32
6.5.6	Online Messung Ablauf Rhein	34
6.6	Phosphat Simultanfällung	36
6.7	Belebtschlammigenschaften	36
6.8	Klärschlamm	37
6.8.1	Überschussschlamm	37

6.8.2	Frischschlamm.....	38
6.8.3	Abbau und Eindickung.....	40
6.8.4	Klärschlamm Verwertung.....	40
6.8.5	Weitergehende Schlammbehandlung.....	41
6.8.6	Klärschlamm - Granulat.....	44
6.8.7	Gasproduktion.....	45
6.9	Energiebilanzen.....	47
6.9.1	Deckung des Energiebedarfs.....	47
6.9.2	Stromverbrauch/-rückspeisung.....	50
6.9.3	Spezifischer Energieverbrauch.....	52
7	Kontrollbericht vom Amt für Umwelt.....	54
8	Finanzen Rückblick.....	56
8.1	Bilanz 2021 / 2020.....	56
8.2	Erfolgsrechnung 2021 / 2020.....	58
8.3	Investitionen 1972 – 2021.....	60
8.4	Anhang zur Jahresrechnung per 31. Dezember 2021.....	61
8.5	Revisionsbericht.....	62
8.6	Zusammenstellung der Einwohnergleichwerte und Betriebskostenanteile 2021.....	63
9	Finanzen Ausblick.....	64
9.1	Betriebskostenbudget 2022.....	64
9.2	Verteilschlüssel für Betriebskostenbudget 2022.....	66
9.3	Investitionsbudget 2022.....	67
9.4	Budgetierter Investitionskostenverteiler 2022.....	68
9.5	Übersicht Investitionskostenverteiler 2022 – 2026 inkl. Gemeindeanteile.....	69
10	Personelles.....	70
10.1	Organigramm AZV.....	70
10.2	Organigramm Betrieb.....	71
10.3	Personal.....	72
10.4	Mitarbeiter Aus- und Weiterbildung.....	73
10.5	Jubiläen.....	73
11	ISO-Zertifizierung 9001:2015.....	74
12	Öffentlichkeitsarbeit.....	75
12.1	Besucher.....	75
12.2	Pressespiegel.....	75
13	Anhang.....	76
13.1	Diagramme Betriebsdaten.....	76
13.2	Tabellen.....	85

13.2.1 Frischschlamm, Schlammeindickung und Gasproduktion	85
13.2.2 Rückstandsentsorgung / Klärschlamm Abgabe / Verwertung.....	86
13.2.3 Beschaffenheit Klärschlamm Betriebsjahre 2012 – 2021	87
13.2.4 Wassermengen / Fällmittel / Filtratwasser.....	88
13.2.5 Gas und Wärme.....	89
13.2.6 10 Betriebsjahre 2012 – 2021 in Zahlen	90
14 Begriffserklärungen.....	91

1 Vorwort

Der Abwasserzweckverband der Gemeinden Liechtensteins (AZV) wurde am 13. Juli 1971 im Restaurant Frohsinn in Gamprin gegründet und besteht somit 50 Jahre.

Im Mittelpunkt des offiziellen Anlasses zum 50-Jahr Jubiläum stand die Präsentation des Buches „Geschichte der Abwasserreinigung in Liechtenstein“.

Im Buch wird die Entwicklung Liechtensteins und der Siedlungsentwässerung in den Gemeinden beschrieben.

Als Autor für dieses Buches konnten wir Werner Steiner gewinnen, welcher mit diesem Thema bestens vertraut war. Leider verstarb Werner überraschend im Februar 2020. Das Manuskript zum Buch hatte Werner anfangs 2020 praktisch fertiggestellt und uns somit ein umfangreiches und sehr wertvolles Wissen in dieser Thematik hinterlassen.

Leider konnte der offizielle Anlass am 19. Juni 2021 aufgrund der Coronasituation nur mit einer limitierten Anzahl von Gästen durchgeführt werden. Auch der geplante „Tag der offenen Türe“ konnte wegen den Corona-Schutzmassnahmen nicht abgehalten werden.

Um die Abwässer aus Haushalt, Gewerbe und Industrie geordnet zu beseitigen, haben die Verbandsgemeinden enorme Anstrengungen unternommen und in den Bau der Kanalisationen und Abwasserreinigungsanlagen grosse Summen investiert. Die Erfolgskontrolle der durchgeführten Gewässerschutzmassnahmen zeigt, dass sich die Anstrengungen gelohnt haben: Der Zustand der Fliessgewässer hat sich in chemischer Hinsicht in den letzten 50 Jahren wesentlich verbessert.

Pioniergeist, Weitsicht und die Notwendigkeit für eine organisierte Abwasserreinigung führten die Gemeinden und das Land im Jahr 1971 zusammen.

Dank gilt in diesem Zusammenhang den ehemaligen Vorstehern/innen, den Gemeinderäten, den verantwortlichen des Landes, der Betriebskommission, den Präsidenten und den Mitarbeitenden des AZV.

Bendern, im April 2022

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 26. April und 13. September 2021 wurden die Delegiertenversammlungen auf der ARA in Bendern abgehalten.

Die wichtigsten Geschäfte der Delegiertenversammlungen waren:

- Genehmigung des Geschäftsberichts 2020
- Genehmigung der Jahresrechnung 2020
- Kenntnisnahme des Revisionsberichtes und Entlastung der Verantwortlichen 2020
- Genehmigung der Betriebskostenaufteilung 2020
- Abwassergebührenvergleich im Verbandsgebiet
- Genehmigung Betriebskostenbudget 2022
- Genehmigung Investitionskostenbudget 2022

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 2021 wurden 2 Betriebskommissionssitzungen abgehalten.

Die wichtigsten Geschäfte der Betriebskommission waren:

- Genehmigung des Geschäftsberichts 2020
- Genehmigung der Jahresrechnung 2020
- Abwassergebührenvergleich im Verbandsgebiet
- Bezug von erneuerbarer Energie von den LKW
- Sanierung HSK Nendeln-Esche
- Bezug von Biogas von der LGV
- Genehmigung Betriebskostenbudget 2022
- Genehmigung Investitionskostenbudget 2022
- PV Demonstrationsanlage

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 somit 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 neue 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, vertreten durch das Amt für Bau und Infrastruktur ABI 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 Amtes 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.



Unterhalts- und Revisionsschacht

Genehmigter Verpflichtungskredit für das Projekt Neubau HSK Ruggell-Bendern	CHF	6'950'000.00
Bisher aufgelaufene Kosten (bis 31.12.2021)	CHF	526'201.20
Restkredit	CHF	6'423'798.80

(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 Berichtsjahr auch die restlichen sieben Belüfter der Biologiebecken 4 ausgetauscht worden.

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.



Einbau INVENT Tiefenbelüfter

- Die **Flockungsmittel-Aufbereitungsanlage** für die **Nachentwässerung** musste nach 15 Betriebsjahren durch das Nachfolge Modell ersetzt werden, da für die alte Anlage keine Ersatzteile mehr verfügbar waren.
- Im November 2021 wurde der Inhalt des Biofilters 1 ersetzt. Die **Masse des Biofilters** besteht aus einer Kompostmischung sowie aus Hackholz und sollte alle 5 bis 6 Jahre ausgetauscht werden.
Durch den Austausch der Biofiltermasse hat sich die Qualität der gereinigten Abluft aus der Wasser- und Schlammstrasse verbessert.

4.2 Aussenanlagen

- Der **HSK Nendeln bis Esche** wurde im Jahr 1973 pfahlfundiert erstellt. Im Frühjahr 2021 wurden mittels Kanal-TV erhebliche Setzungen im Bereich HS32602 bis HS32601 festgestellt. Der Schadensbereich war an der Stelle, wo der HSK den bestehenden Radweg kreuzt. Die Setzungen haben vermutlich einen Zusammenhang mit induzierten Verkehrslasten.

Aufgrund der Schadensart und aufgrund des Bauwerkalters wurde die Haltung HS32602 bis HS32601 parallel zur bestehenden Haltung neu erstellt. Das im Jahr 2008 bei einem anderen Abschnitt erfolgreich eingesetzte Kanalisations-Tragsystem wurde auch im gegenständiglich zu sanierenden Haltungsbereich eingesetzt.



Neue und schadhafte Haltung beim HSK Nendeln-Esche

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	3	
Sandfang HSK Mauren - Bendern (AMATI)	1	
Sandfang HSK Ruggell (Limsenegg)	3	
Sandfang HSK Schaan - Bendern (Rietacker)	3	
Sandfang HSK Nendeln - Esche	3	
Sandfang HSK Vaduz-Bendern (Dr. Matt)	3	
Sandfang HSK Vaduz - Bendern (Schaanerstrasse)	3	
Sandfang HSK Balzers - Triesen	1	
Unterhalt Hauptsammelkanäle:		
Speicherkanal Badäl		
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)	alle Schächte kontrolliert	Neubau Haltung
Druckleitung Oberau - ARA Bendern (inkl. Freispiegelleitung)		Dichtigkeitsprüfung Reparatur
Druckleitung Oberau - ARA Bendern (inkl. Freispiegelleitung)		Dichtigkeitsprüfung
HSK Limsenegg - PW / RB Widau		
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		
				2020	2021	2020	2021
ARA	RüB ARA + RüB Gamprin	1180	m3	444'041	396'046	21	9
			h	583	564		
Verbandsanlagen	RKB PW Brühlgraben, Bendern	75	h	158	249	21	16
	Düker, Bendern					9	7
	RKB Brühlgasse, Eschen	158	h	747	970	11	11
	RKB Fluxbüchel, Eschen	33	h	458	440	10	10
	RKB Schwarzsträssle, Eschen	185	h	409	776	12	10
	RKB Nendeln, Nendeln	300	h	101	91	14	14
	RKB Untermahd, Mauren	40	h	21	44	1	1
	RKB Britschen, Mauren	335	h	453	834	19	10
	RKB Birken, Mauren	320	h	849	999	31	29
	PW + RKB Hinterschellenberg	75	h	225	259	31	28
	PW + RKB Widau, Ruggell	250	h	993	1'700	13	12
	PW Oberau, Ruggell					44	38
	RKB Limsenegg, Ruggell	170	h	183	189	12	11
	Speicherkanal Badäl, Gamprin	140	*h	9	6	35	37
	RKB Rietacker, Schaan	575	h	168	181	12	11
Gemeindeanlagen	RKB Langacker, Ruggell	287	*h	4	2	9	6
	RKB Kirche, Ruggell	450	*h	126	183	24	17
	EPW Industrie Ruggell		*h	0.5	1	4	6
	PW Industrie, Mauren					48	44
	PW Böscha, Mauren					9	10
	PW Sportplatz, Mauren					-	3
	PW Industrie, Eschen					53	50
	PW Industrie, Nendeln					49	38
	PW Säga-Mösle, Schellenberg					11	11
	RKB Wiesengasse, Schaan	380	*h	1	2	8	4
	RKB St. Peter, Schaan	130	h	48	39	13	11
	RKB Zagalzel, Schaan	238	h	419	166	11	12
	RKB Saxgasse, Schaan	100	h	97	129	13	13
RKB Tröxle, Schaan	430	*h	1	1	7	3	
RKB Specki, Schaan	865	h	137	98	30	13	
PW altes Riet, Schaan					50	46	
PW Binnenkanal, Schaan					52	44	
			Total	6'191	7'923	687	585

*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 nassen Berichtsjahr 2021 beträgt die zugeleitete **Abwassermenge** 10.5 Mio m³. Vergleich: im trockenen Jahr 2018 betrug die Abwassermenge 8.9 Mio m³ (-15%).

Bei den **Nährstoff-Frachten** im Zulauf wurde wiederum eine leichte Zunahme um 4% verzeichnet.

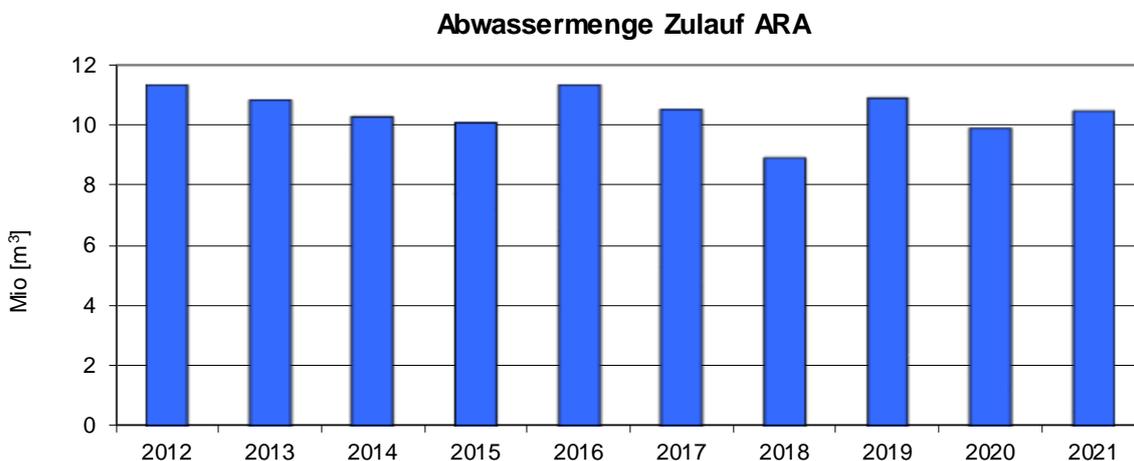
Die **Ablaufkonzentrationen** und **Reinigungsleistungen** zeigen, dass die ARA Bendern wie bisher verantwortungsvoll betrieben und gewartet wird. Bei den Konzentrationen und der Abbauleistung erreichen alle Parameter die gesetzlichen Anforderungen. Eine Vergrösserung der Wasserstrasse drängt sich trotz 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. Die CSB-Frachten überschreiten bereits heute während 50% und die Phosphor-Frachten während 80% aller Zulaufaufgabe die **ARA Auslegung**. Beim Stickstoff sind es sogar 90% aller Zulaufaufgabe.

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. Im 2017 wurde das Abwasser hinsichtlich der Arzneimittel Irbesartan und Paracetamol (Schmerzmittel) untersucht. Dabei wurden die erwarteten hohen Zulauffrachten bestätigt. Im Jahr 2020 und 2021 wurden 12 ausgewählte Stoffe aus dem Bereich Arznei- und Röntgenkontrastmittel untersucht. Die Frachten von 2016 – 2021 sind miteinander vergleichbar und weisen keinen Trend auf.

Seit August 2020 entnimmt die ARA Bendern im Auftrag der Regierung jeden Sonntag sowie jeden fünften Tag Abwasserproben, um den **Covid-19-Gehalt** zu ermitteln. Die Abwasserproben werden in einem externen Labor aufbereitet und danach mit dem PCR-Test auf Virenbestandteile untersucht. Die Resultate bilden in etwa das Infektionsgeschehen in Liechtenstein ab.

Bezüglich der Belastungen zeigt sich das Jahr 2021 wie folgt: mehr Abwasser – höhere Zulauffrachten und Schlammfall – etwas geringere Gasausbeute.



Seit 2015 hat sich die **Frischschlammfracht** verdoppelt. 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 immer mehr absetzbare Stoffe von Lebensmittelverarbeitern zur ARA gelangen.

Die **Faulschlammfracht** 2021 ist gegenüber dem Vorjahr um 3% tiefer und beträgt 1'268 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 16 Jahren Betriebsdauer in ein Alter, bei dem ein Ersatz oder eine andere Lösung ansteht. Bei längerem Ausfall einzelner Behandlungsstufen ist die **Funktionssicherheit der Schlammbehandlung** beeinträchtigt. Es müssen Notfallszenarien erarbeitet werden.

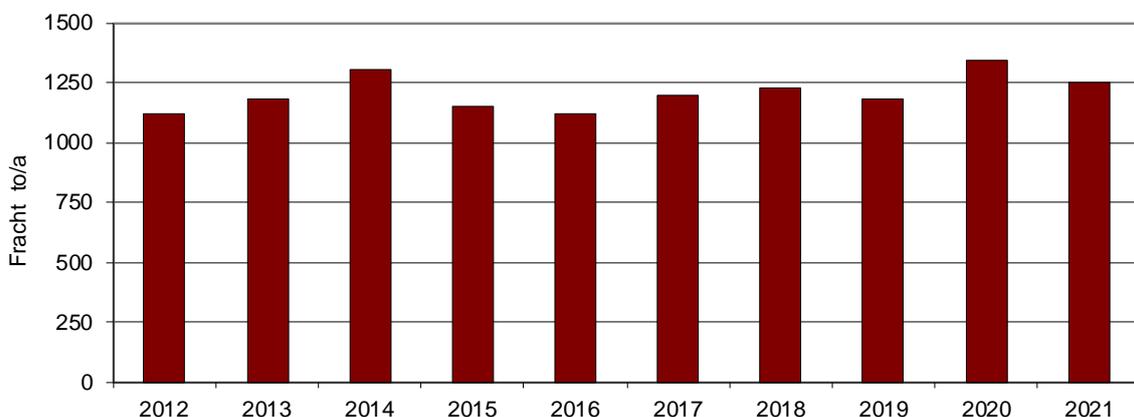
Der **Gesamt-Energieverbrauch** der ARA für Strom und Wärme beträgt 8.8 Mio kWh/a. Davon beträgt der Anteil an elektrischer Energie 55% bzw. 4.6 Mio kWh/a. Für Wärme werden 45% Energie aufgewendet, wovon ca. 55% für die Schlamm Trocknung benötigt wird. Der **Autarkiegrad** der ARA bzgl. Gesamt-Energieverbrauch beträgt derzeit 88%. Es ist ein Punkt erreicht, wo durch Prozessoptimierungen praktisch keine Energie mehr eingespart werden kann. Mittels Produktion alternativer Energien und weiterer Reduktion des Wärmebedarfs der ARA liesse sich der Autarkiegrad erhöhen.

Wenngleich das Jahr 2021 in vielerlei Hinsicht als speziell bezeichnet werden muss, so gilt dies jedoch nicht für das Geschäftsjahr 2021 der ARA. Die erforderlichen Leistungen wurden konstant erbracht, das gereinigte Abwasser weist nach wie vor gute Ablaufwerte auf.

Mit dem aktuellen **Anlagenbestand** können die gesetzlichen Anforderungen gut eingehalten werden. Derzeit besteht deshalb keine Ausbaupflicht, was ungewohnte planerische Freiheiten bei den Massnahmenpaketen „Erneuerung“ erlaubt.

Trotz der guten Betriebsführung lässt sich der **Alterungsprozess** einiger interner Anlagen leider nicht aufhalten. Die etappenweise Erneuerung der Anlagen in den Bereichen Wasser und Schlamm ist daher einzuplanen, wachsam im Blickfeld zu behalten und die effektiv erforderlichen Erneuerungen mit Bedacht zu terminieren.

Faulschlamm Abgabe und verwertet



6.2 Einleitung

Der vorliegende **46. 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 73 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 73 Probenahmen 7 Abweichungen vom Grenzwert toleriert.

Wochentag	2020		2021	
	Anzahl Proben	%	Anzahl Proben	%
Montag	12	16%	12	16%
Dienstag	10	14%	11	15%
Mittwoch	11	15%	10	14%
Donnerstag	10	14%	11	15%
Freitag	11	15%	9	12%
Samstag	10	14%	11	15%
Sonntag	9	12%	9	12%
Total	73	100%	73	100%
Probenintervall	5.0	Tage	5.0	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 73 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.

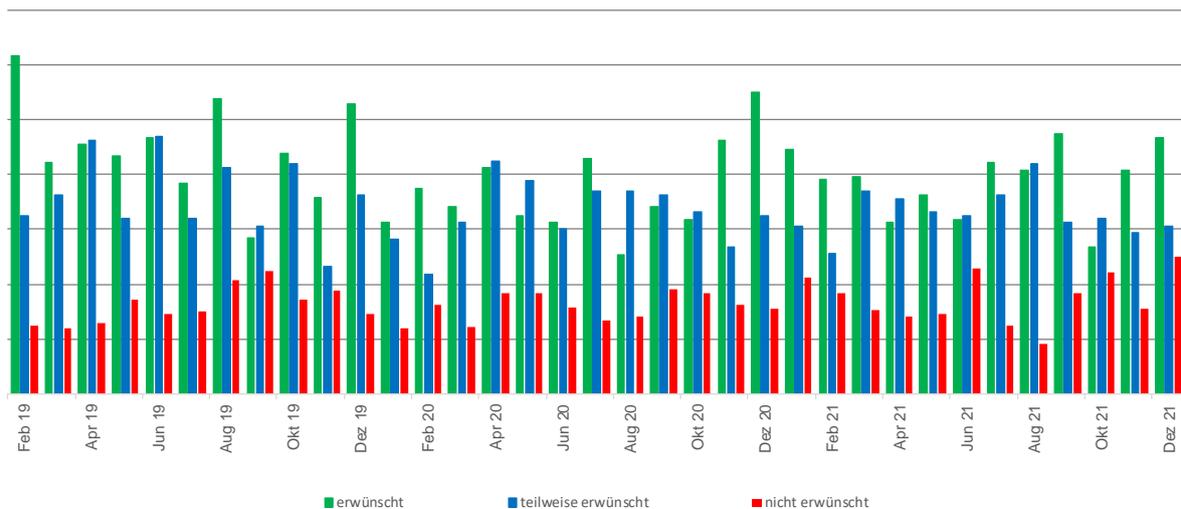
Für den Betrieb der Kläranlage sind im Jahr 2021 vor allem folgende „Ereignisse“ erwähnenswert:

- Das vergangene Jahr zeichnet sich durch zahlreiche Niederschläge ab, welche übers Jahr gut verteilt waren, aber im Sommer ihren Höhepunkt hatten. Sehr intensive Regenereignisse blieben mehrheitlich aus. Der Rohwasserzufluss war um 6% grösser und beim Grundwasserstand war ein relativ konstanter Sommerhochstand zu verzeichnen (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 17 Tagen verzeichnet. Markant sind die Zulaufmengen bei den Ereignissen Januar und Juli / August.
- Das teilweise anfallende Fremdwasser trägt auch zur Abwassermenge bei. So zeigen die Fremdwassererhebungen von 2020, dass knapp 17% der Abwassermenge aus Fremdwasser bzw. vor allem aus Grundwasser besteht.
- Aussergewöhnlich hoch sind die Abwassertemperaturen im Zulauf an schneearmen Winterperioden. Sie sinken kaum unter 10°C und damit bleibt die Reinigungsleistung konstant hoch.
- Aufgrund der erhöhten Wasserführung im Rhein wurde v.a. im Januar und Juli ein Teil des gereinigten Abwassers in den Binnenkanal entlastet.
- Die **Zulaufbelastung** zur ARA führt auch im 2021 zu einer Steigerung der Zulaufkraft von ca. 4%. Dies wirkt sich vor allem beim Stickstoff und CSB aus. Die Phosphor Belastung erreichte knapp die Kraft des Vorjahres.
- Der Anteil der Lebensmittelindustrie ist an der Zulaufbelastung entscheidend. Optisch ist dies gut in der mechanischen Reinigung erkennbar. Kleinere Rüstabfälle in Form von Fleisch- oder Gemüsestückchen werden mit dem Sand regelmässig dem Abwasser entzogen. Dieses Material dürfte nicht ins Kanalnetz gelangen. Teilweise beträgt der Anteil an organischen Stoffen bis zu 50%. Normal wären es weniger als 5%.
- Wenige **Überschreitungen der Ablaufkonzentrationen** von sämtlichen 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 2021 bei mageren 24% TS.
- Seit 2015 hat sich die **Frischschlammfracht** verdoppelt. 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 absetzbare Stoffe im Lebensmittelbereich aktiv abgelassen werden.
- 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 16 Jahren. Ein Ersatz in mittlerer Zukunft steht aber an. Ein Versuch zur **Schlammintegration** hat leider keine signifikante Verbesserung gebracht.
- **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. Wir empfehlen die Schwimmschlammräumung zu automatisieren. Dies hätte u.a. den Vorteil, dass die Biologie mit einem höheren Schlammgehalt gefahren werden kann und damit die bessere Pufferwirkung für Frachtstösse hat.
- Bezüglich der Belastungen kann das Jahr 2021 wie folgt zusammengefasst werden: mehr Wasser – höhere Zulauffrachten – höherer Schlammfall – etwas 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	2020	2021	Auslegung
Rohabwasser-Zulauf				
inkl. Entlastungen	m ³ /d	27'024	28'629	
Entlastung (teilgereinigt)				
In den Vorfluter an Entlastungstagen	m ³ /d	5'286	3'766	
In den Vorfluter im Jahresmittel	m ³ /d	1'217	1'011	
	%	4.5	3.5	
Rohabwasser durch ARA - Vorklärung	m ³ /d	25'807	27'618	
	%	95.5	96.5	
Einwohner-Gleichwert hydraulisch	EGW _H *	57'350	61'372	75'000 Max 69'300 Mittel
Abwasser, vorgeklärt durch Biologie	m ³ /d	25'481	27'077	24'300 TWA 47'300 RWA
Teilentlastung in Vorfluter Binnenkanal				
Zulauf Hebewerk				
Häufigkeit	Anz/a	1	0	
Dauer	h/a	0.03	0.00	
ARA Auslauf				
Häufigkeit	Anz/a	51	68	
Dauer	h/a	259	347	

* EGW_H0,45 m³/E*d

Bezüglich der Jahresniederschlagssumme bei der Messstation Vaduz (SMA) ist das Jahr 2021 mit 1'105 mm **Niederschlag** relativ hoch. 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 gilt als nasses Jahr. 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 6% höher als der Vorjahreswert.

Das teilgereinigte entlastete Regenwasser (Entlastung aus dem Regenbecken) mit einem Anteil von nur 3.5% am Gesamtzulauf ist etwas tiefer als im Vorjahr, da die Niederschläge besser verteilt gefallen sind. Seit April 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.

6.3.2 Stofffrachten

Parameter		Einheit	2020	2021	Auslegung (vorgeklärt*)
CSB:	Rohabwasser	kg/d	14'296	14'800	10'750 Max 8'250 Mittel
	vorgeklärt	kg/d	7'665	7'372	
Einwohner-Gleichwert* biologisch:	Rohabwasser	EGW _{Bio} **	119'133	123'333	132'250 Max 104'000 Mittel
	vorgeklärt	EGW _{Bio} ***	95'813	92'150	
Gesamtphosphor:	Rohabwasser	kg/d	163	152	147 Max 138 Mittel
	vorgeklärt	kg/d	168	147	
Gesamtstickstoff:	Rohabwasser	kg/d	762	801	632 Max 624 Mittel
	vorgeklärt	kg/d	798	823	
Ammonium:	Rohabwasser	kg/d	395	378	359 Mittel
	vorgeklärt	kg/d	538	518	

* 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 Vorklärung 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 führt auch im 2021 zu einer leichten Steigerung der Zulaufkraft von ca. 4%. Dies wirkt sich vor allem beim CSB 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 Vorklärung 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.

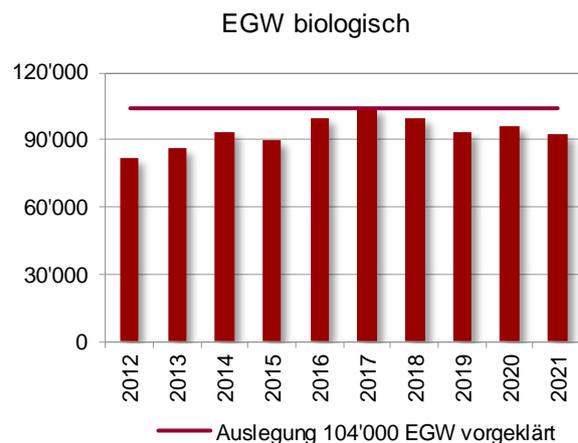
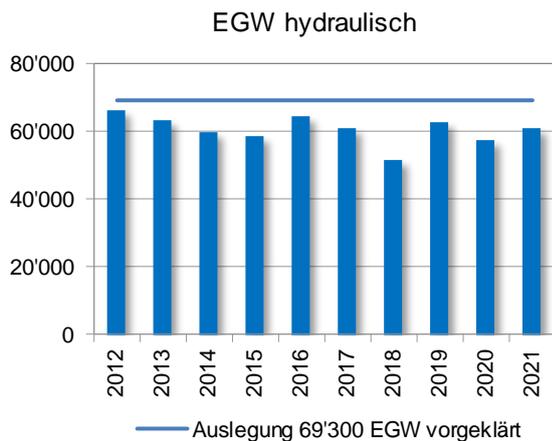
Wenn nach einigen Tagen oder Wochen die Schlammmentwässerung wieder in Betrieb genommen wird, führen die dosiert zugeleiteten Rückläufe zu erhöhten Ablaufkonzentrationen im Ablauf der Nachklärung. In seltenen Fällen wird der Grenzwert überschritten. Es vergehen dann jeweils einige Tage, bis sich die 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 etwa

85% überschritten, beim Stickstoff sind es ca. 90% aller Zulaufmenge. Das Jahr 2021 ist hierbei eine kleine Ausnahme. Die Anzahl der Überschreitungen fallen geringer aus, als der langjährige Trend.

Im langjährigen Mittel nehmen die biologischen Einwohnergleichwerte laufend zu. Dem linearen Trend zu Folge müssten ab ca. 2025 die Einwohnergleichwerte bzgl. Auslastung gegenüber der Auslegung dauerhaft überschritten sein.

Parameter	Überschreitung % aller Labortage	
	2020	2021
CSB	44	33
NH4-N	89	79
Ntot	86	79
Ptot	85	60



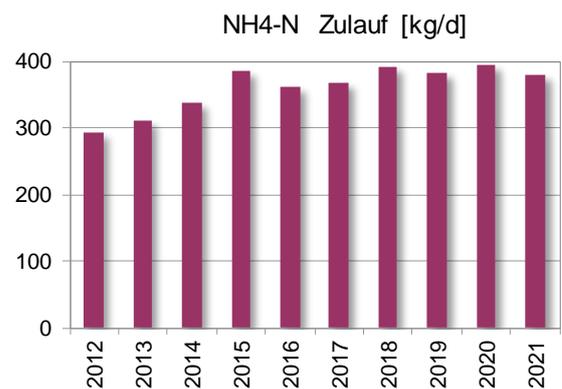
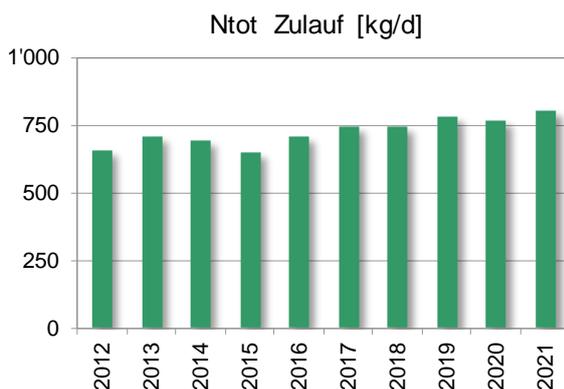
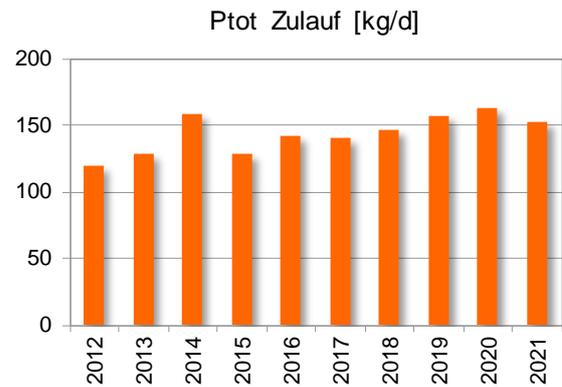
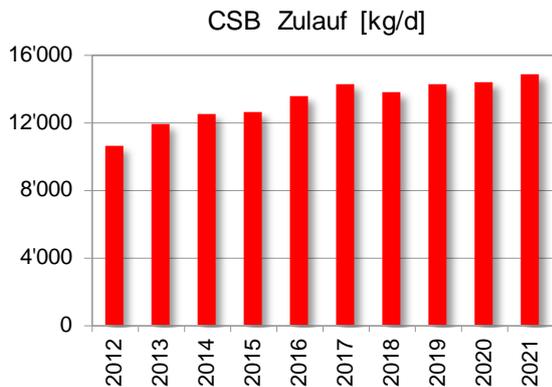
Die ARA wurde auf den Zeithorizont 2025 ausgelegt. Das heisst, theoretisch müsste die ARA in 4 Jahren ausgebaut werden. Obwohl im Jahresmittel rechnerisch fast keine Reserven mehr vorhanden sind, werden nach wie vor sehr gute Ablaufkonzentrationen und Reinigungseffekte erreicht. Es zeigt sich, dass das Belebtschlammverfahren mit der heutigen Optimierungspraxis der zusätzlichen Messsonden und Steuerung der Biologie für Reserven sorgt. Eine Vergrößerung der Wasserstrasse drängt sich trotz Erreichen der Auslegungsgrösse somit in naher Zukunft nach wie vor nicht auf.

Das Nährstoffverhältnis im Ablauf Vorklärung der Zulaufkonzentrationen CSB:N:P war im Mittel mit 100 : 5.7 : 1.1 für das Bakterienwachstum optimal und ausgeglichen. Auch sind keine 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. Wir empfehlen die Schwimmschlammräumung zu automatisieren. Damit liesse sich auch Fällmittel einsparen und auf Frachtspitzen kann besser reagiert werden.

Seit August 2020 entnimmt die ARA Bendern im Auftrag der Regierung jeden Sonntag sowie jeden fünften Tag Abwasserproben, um den Covid-19-Gehalt zu ermitteln. Die Abwasserproben werden in einem externen Labor mittels eines mehrstufigen Verfahrens aufbereitet und danach mit dem PCR-Test auf Virenbestandteile untersucht. Die Resultate bilden in etwa das Infektionsgeschehen in Liechtenstein ab.



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.

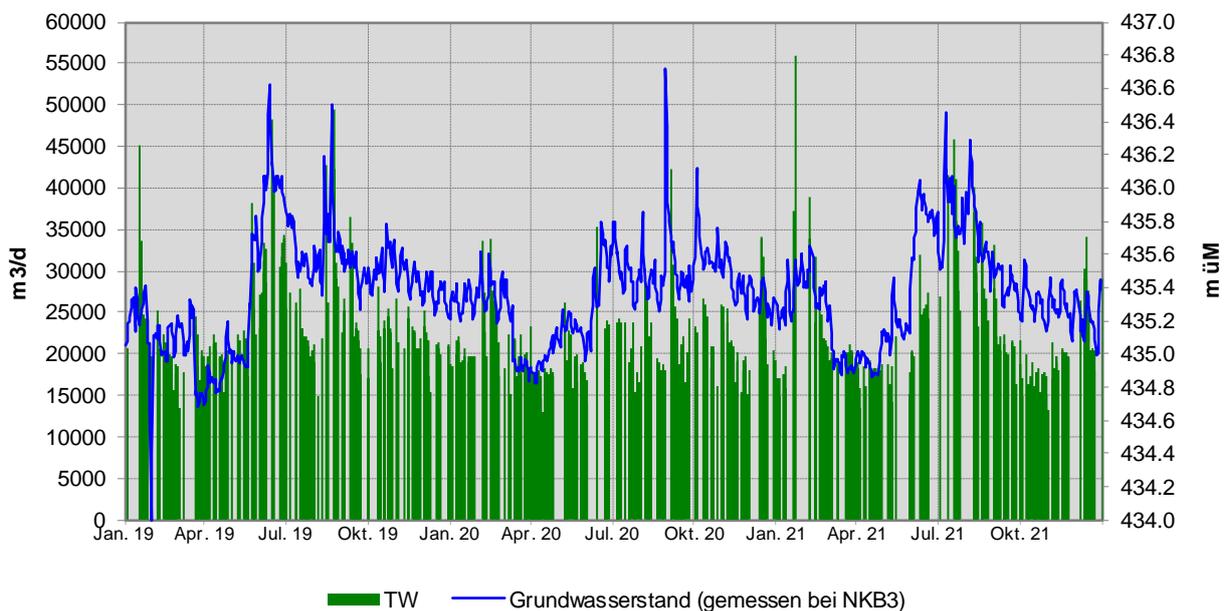
Eine 3-jährige Auswertung des Zuflusses zur Kläranlage an allen Trockentagen (ohne Tage mit Niederschlag und Folgetage) zeigt, dass der Zufluss an Tagen mit hohem Grundwasserspiegel deutlich grösser ist, als bei niedrigem Grundwasserspiegel.

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.

Im Jahr 2020 führte die ARA wiederum eine Fremdwassermessung im Kanalnetz durch. Dabei wurde ein Fremdwasseranteil von 17% ermittelt. Dieser Wert liegt unter den 20%, welche der VSA fordert. Die Messungen erfolgen in einem 3-Jahres-Turnus. Der Vergleich der Werte von 2008 bis 2020 zeigt, dass der Trend fallend ist und die Anstrengungen der Gemeinden zur Reduktion des Fremdwassers Früchte tragen.

Zufluss an Trockenwettertagen ohne den 1. Tag nach Regenwetter



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

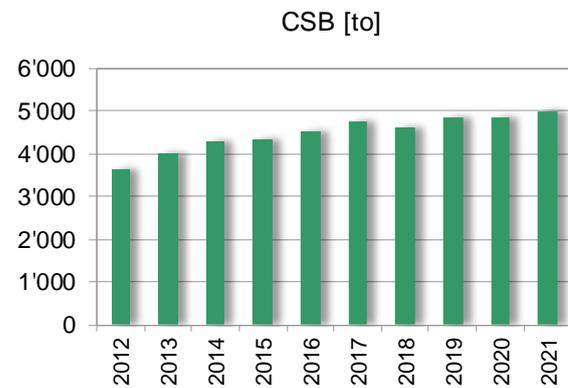
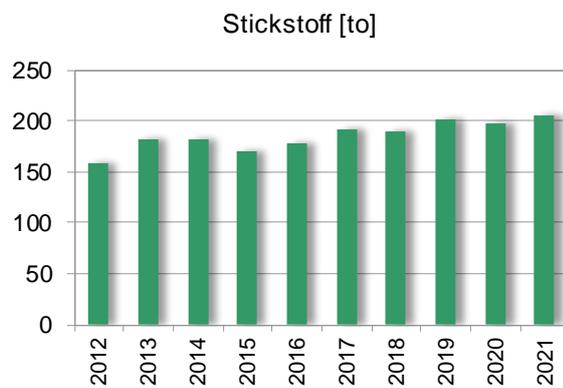
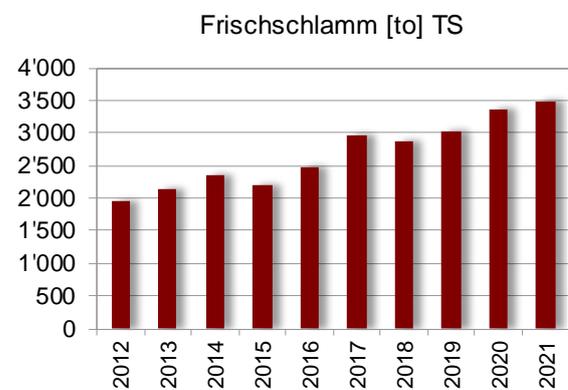
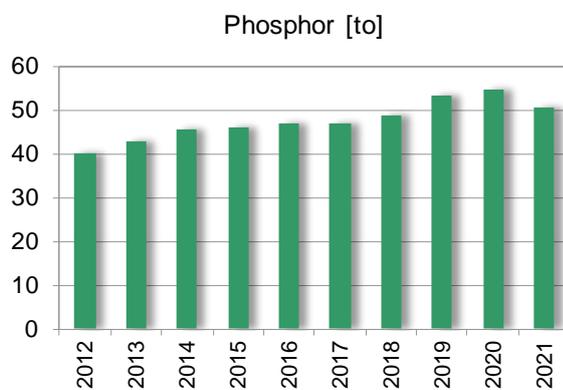
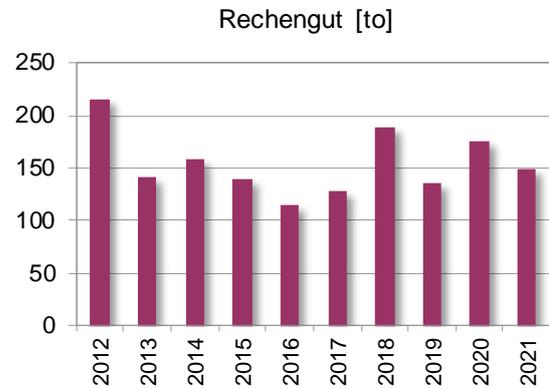
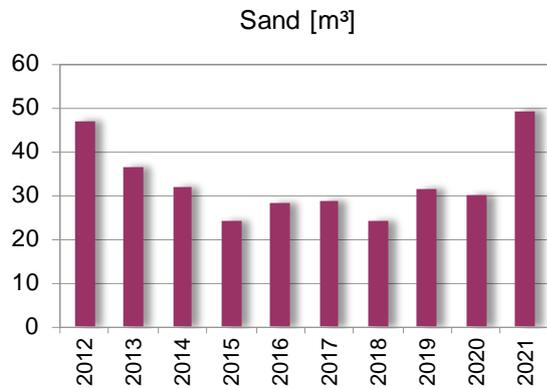
Parameter	Einheit	2020	2021
Abwassermenge Zulauf ARA, inkl. Entlastungen	Mio m ³	9.86	10.45
Abwassermenge durch Biologie	Mio m ³	9.30	9.88
Entzogene Stofffrachten			
Frischschlamm Volumen	m ³	94'453	101'525
Frischschlamm Trockensubstanz	t	3'361	3'482
CSB (Schmutzstoffe)	Zulauf - Ablauf t	4'854	4'972
Phosphor (P)	Zulauf - Ablauf t	54.6	50.3
Ammonium (NH ₄ -N)	Zulauf - Ablauf t	137.0	129.5
Stickstoff (N _{tot})	Zulauf - Ablauf t	198	206
Rechengut	t	175	149
Sand	m ³	30	49

Der Gesamt-Zulauf zur ARA inkl. Regenwasser nahm zum Vorjahr um 6% zu. Der mittlere Zufluss an Trockentagen liegt im Jahr 2021 mit ca. 21'500 m³/d unter der hydraulischen Auslegungsgrösse der ARA für 2025. Die Auslegung des Trockenwetteranfalls beträgt im Mittel 24'300 m³/d. Die tiefe Abwassermenge wird nur durch 178 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 2021 werden aufgrund der erhöhten Zulaufbelastung wiederum mehr 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. Gewaschener Sand mit einem hohen Anteil an Organik muss gesondert entsorgt werden. Fehlende oder schlecht funktionierende Siebanlagen bei den beiden grossen Lebensmittelbetrieben sind für den hohen Anteil an Organik im Sand verantwortlich. Die Kosten dieser Sonderentsorgung werden teilweise dem Verursacher übertragen. Abgesehen von den Kosten machen diese Störstoffe auch Probleme bei den nachfolgenden Klärprozessen. Die Rechengutmenge von 2021 liegt im 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 73 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	2020	2021			Grenzwerte	
			Mittelwert	Mittelwert	Überschreitung Grenzwert [Anzahl] ***	Höchstwert	Grenzwert
NKB 1 - 3		Mittelwert	Mittelwert	Überschreitung Grenzwert [Anzahl] ***	Höchstwert	Grenzwert	Höchstwert
Sichttiefe**	cm	147	148	0	97	≥ 50	
GUS	mg/l	6.3	7.2	0	14.2	≤ 15	50
CSB	mg/l	19.4	19.7	0	25.6	≤ 60	150
Gesamt-P	mg/l	0.30	0.27	1	0.52	≤ 0.5	0.8
NH ₄ -N	mg/l	0.28	0.25	0	1.45	≤ 2.0	
NO ₂ -N	mg/l	0.09	0.11	5	0.57	≤ 0.3	
NO ₃ -N	mg/l	6.5	6.1	-	16.5	mögl. tief	
Gesamt-N	mg/l	8.0	7.8	1	18.0	≤ 15	
NTA *	mg/l	0.002	0.004			--	
EDTA *	mg/l	0.029	0.041			verboten	

* Analyse des Kontrolllabors Dr. Matt AG von 1 Probe

** Höchstwert entspricht kleinster gemessener Sichttiefe

*** Bei den total 73 Probenahmen dürfen maximal 7 Proben vom Grenzwerte abweichen

Die Sichttiefe ist im Jahr 2021 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, wie sie anlässlich der Auslegung der Biologie angenommen wurden. Wie fast jedes Jahr wurden für die Biologie 1+2 im Herbst sehr tiefe Werte bis 60 ml/g gemessen.

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.

Phosphorüberschreitungen konnten behoben werden. Die Ursache waren interne Rücklösungen aus dem Rücklaufschlamm. Kleinere betriebliche Phosphorspitzen sind weiterhin vorhanden, können aber problemlos gemeistert werden.

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. Spezifische Massnahmen zur Verbesserung der Situation sind im Moment nicht erforderlich.

Anfang 2019 wurde in einem Versuch die Rezirkulation der Biologien 1, 3 und 4 anhand der Referenzbiologie 2 bezüglich der Nitratblaufracht dynamisiert. Das heisst, die **Rezirkulationsmenge** betrug in diesen Biologiebecken nur einen Teil der Referenzbiologie. Somit wird weniger Wasser erneut belüftet. Die Nitratfracht im Ablauf steigt dadurch aber nur geringfügig und die Anforderungen an die **Denitrifikation** können dennoch optimal erfüllt werden.

Die Dynamisierung der Rezirkulation wurde im PLS nicht automatisiert und weiter verfolgt.

Die ARA Bendern hat bzgl. Denitrifikation noch genügend Reserven. Um die hydraulische Kapazität der Biologie bei Regenwetter zu steigern, wurde im Jahr 2021 mittels Versuch überprüft, ob ab dem 1.5-fachen Trockenwetteranfall die Rezirkulation ganz abgeschaltet werden kann. Die Abschaltung hatte keinen Einfluss auf die Leistung der Denitrifikation. Sie wird deshalb beibehalten und wurde im PLS automatisiert.

Relevant für die Beurteilung sind die Grenzwerte und die Höchstwerte. Bei den **Grenzwerten** und beim **Höchstwert** überschreitet 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 Bendern 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. Im 2017 liess die ARA das Abwasser hinsichtlich der beiden Arzneimittel Irbesartan und Paracetamol (Schmerzmittel) untersuchen. Dabei wurden die erwarteten hohen Zulaufmengen bestätigt.

Im Jahr 2018 und 2019 erfolgte keine erneute Überprüfung. Im Jahr 2020 + 2021 wurden je zweimal 12 ausgewählte Stoffe aus dem Bereich Arznei- und Röntgenkontrastmittel untersucht. Die Frachten von 2016 – 2021 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. Im Weiteren ist erkennbar, dass während des ganzen Jahres beide Vorklärbecken in Betrieb standen.
- Die **Zulauffrachten** über den Zeitraum eines Jahres anlässlich der ARA Labortage, d.h. in der Regel alle 5 Tage: Hierbei sind vor allem erkennbar:
 - die schwankenden Zulauffrachten
 - 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 Zulauffrachten 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 73 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 Zulauffracht 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 60-90% liegen. Der Mittelwert beträgt 73% (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 Bändern diese Laborwerte trotzdem auf.

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

Parameter	Einheit	14. März	16. Juni	14. Sep.	13. Dez.	arith. Mittel
Ungelöste Stoffe (GUS) <i>ARA-Labor</i>	mg/l	8.5	8.3	5.0	11.4	8.3
	mg/l	8.5	6.5	5.3	6.7	6.8
Chem. Sauerstoffbedarf (CSB) <i>ARA-Labor</i>	mg/l	18.6	24.1	12.3	13.2	17.1
	mg/l	21.0	19.0	19.0	19.4	19.6
Gesamtphosphor (Ges.-P) <i>ARA-Labor</i>	mg/l	0.41	0.33	0.16	0.12	0.25
	mg/l	0.35	0.28	0.19	0.20	0.25
Ammoniumstickstoff (NH₄-N) <i>ARA-Labor</i>	mg/l	0.08	0.13	0.10	0.06	0.09
	mg/l	0.12	0.17	0.17	0.08	0.14
Nitritstickstoff (NO₂-N) <i>ARA-Labor</i>	mg/l	0.34	0.07	0.03	0.09	0.13
	mg/l	0.11	0.07	0.03	0.10	0.08
Nitratstickstoff (NO₃-N) <i>ARA-Labor</i>	mg/l	9.1	7.6	6.6	3.1	6.6
	mg/l	10.7	7.0	6.8	3.2	6.9

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. Ab 2022 wird nun auch der Gesamt-N miteinander verglichen.

Die hohe Datenqualität des ARA-Labors kann nun schon seit ein paar Jahren gewährleistet werden. Die auf der ARA Bändern ermittelten Analysenresultate 2021 sind repräsentativ.

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	2020	2021			Grenzwerte
			Mittelwert	Mittelwert	Grenzwert Überschreitung [Anzahl] *	
Zulauf ARA-Ablauf NKB**						
CSB	%	96.1	95.9	--	87.5	--
Gesamt-P	%	94.7	94.7	0	84.9	≥ 80
Gesamt-N	%	73.2	72.5	9	5.1	≥ 55
NH ₄ -N bezogen auf Gesamt-N	%	97.9	97.9	0	90.3	≥ 85

* Bei den total 73 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 2021 werden im Vergleich zum Vorjahr bestätigt. Hierbei erreichen alle Parameter die gesetzlichen Anforderungen.

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 2021 heisst dies: Gesamt-P 94.9%, Gesamt-N 74.3% und NH₄-N 98.5%.

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.

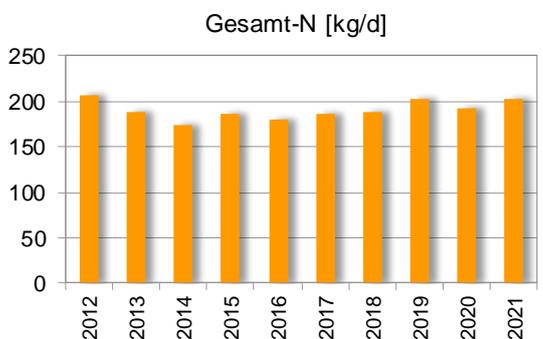
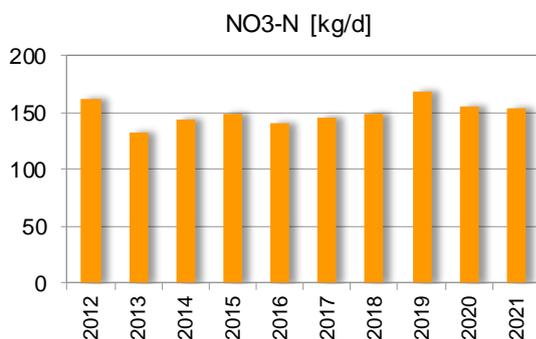
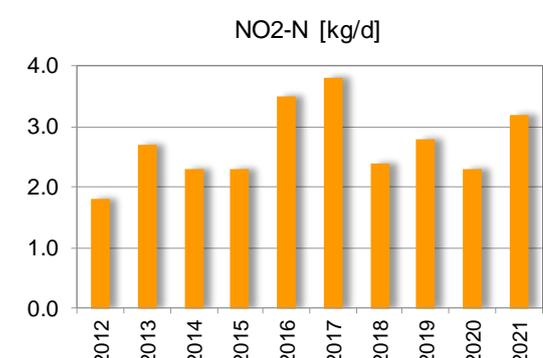
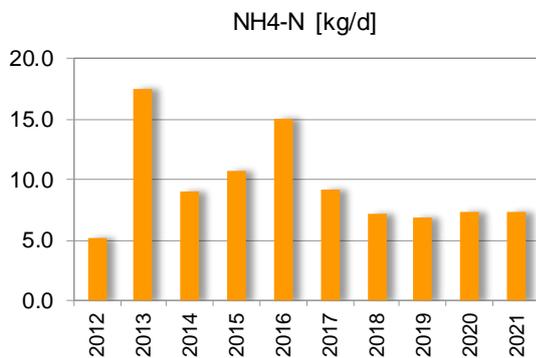
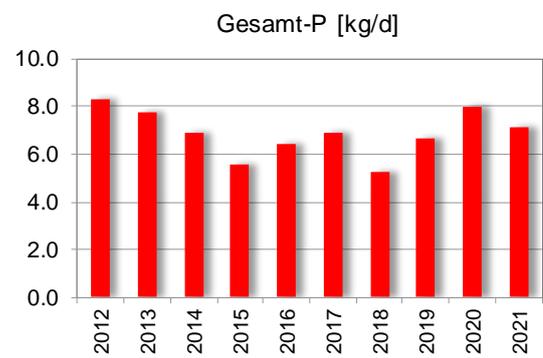
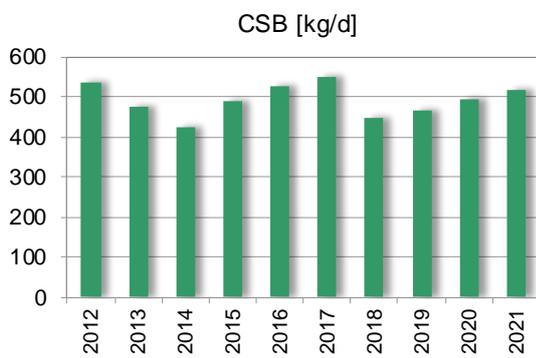
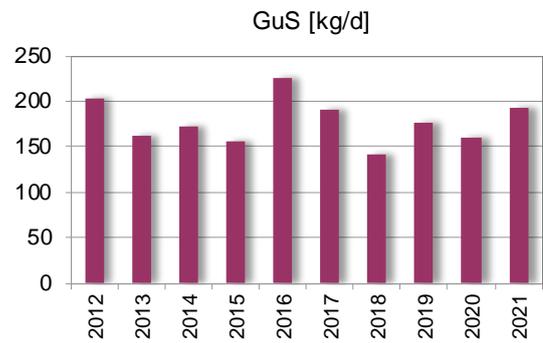
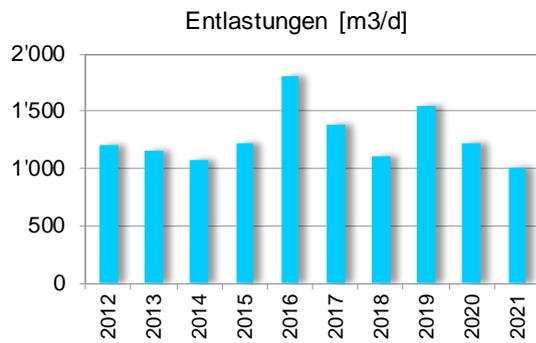
6.5.5 Restfrachten (an Labortagen)

Parameter	Einheit	2019	2020	2021	Differenz	
					kg/d	%
Niederschlag Jahresmenge	mm/a	1'051	1'056	1'105		
Entlastungen Menge Jahresmittel	m3/d	1'547	1'217	1'011		
Menge Total	m3	564'639	444'041	396'046		-10.8
Dauer Total	h	681	583	564		-3.3
Ungelöste Stoffe (GUS) Auslauf NKB	kg/d	176	161	193	32	19.9
Chem. Sauerstoffbedarf (CSB) Auslauf NKB	kg/d	469	495	517	22	4.4
Gesamtphosphor (Ges.-P) Auslauf NKB	kg/d	6.7	8.0	7.1	-0.9	-11.3
Ammoniumstickstoff (NH₄-N) Auslauf NKB	kg/d	6.9	7.3	7.3	0.0	0.0
Nitritstickstoff (NO₂-N)	kg/d	2.8	2.3	3.2	0.9	39.1
Nitratstickstoff (NO₃-N)	kg/d	169	155	153	-2	-1.3
Gesamtstickstoff (Ges.-N) Auslauf NKB	kg/d	202	192	202	10	5.2

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

Die Regenwasser Entlastungen auf der ARA sind gegenüber dem Vorjahr geringer, da die Regenmenge besser verteilt angefallen ist. Seit April 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 Zunahme der hydraulischen und stofflichen Zulaufbelastung widerspiegelt sich kaum 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. Die Aussagekraft der GUS Kontrolle ist etwas fraglich. Deshalb wird nach Absprache mit dem AU die Sonde bei der nächsten Revision nicht mehr ersetzt.

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.

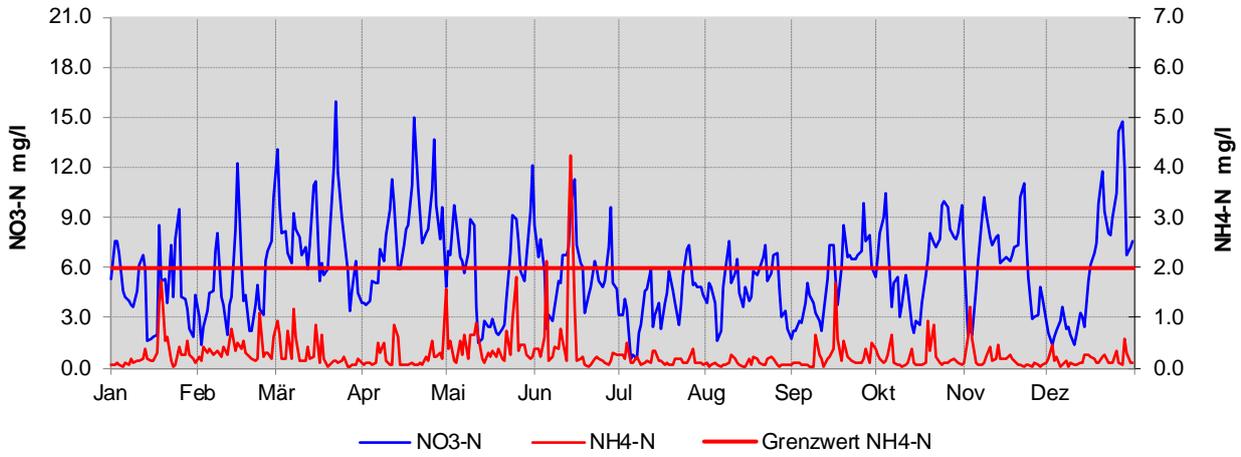
Betrachtet man die nachfolgenden Diagramme, so werden in der Regel gute Ablaufwerte erreicht.

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.

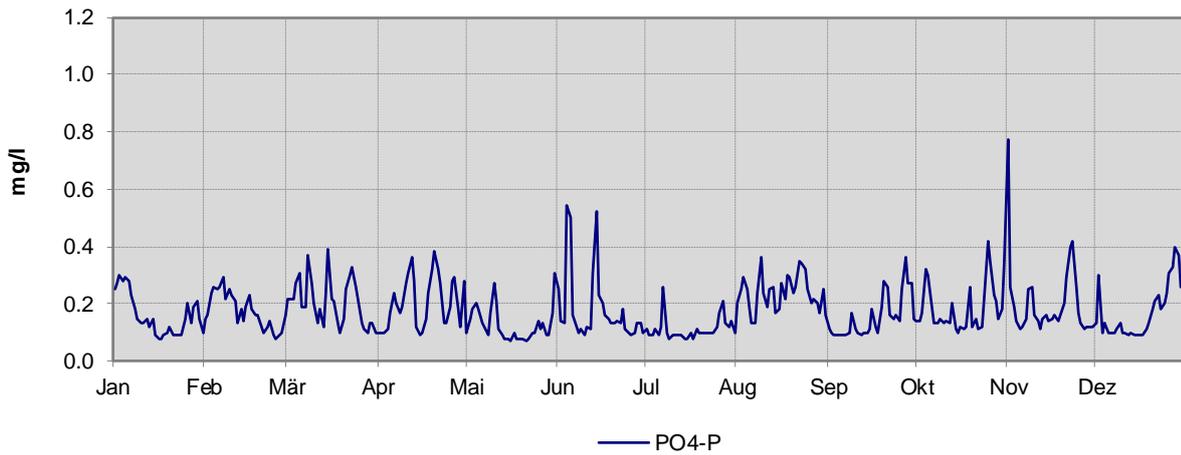
Überprüfungen mit Laborwerten zeigen, dass die einzelnen Parameter gut übereinstimmen.

Parameter [mg/l]	PO4-P	NH4-N	NO3-N	GUS
25% Quantil	0.11	0.08	3.78	6.40
Mittelwert	0.18	0.27	5.84	8.28
Median	0.15	0.16	5.64	7.70
90% Quantil	0.29	0.29	9.64	10.90

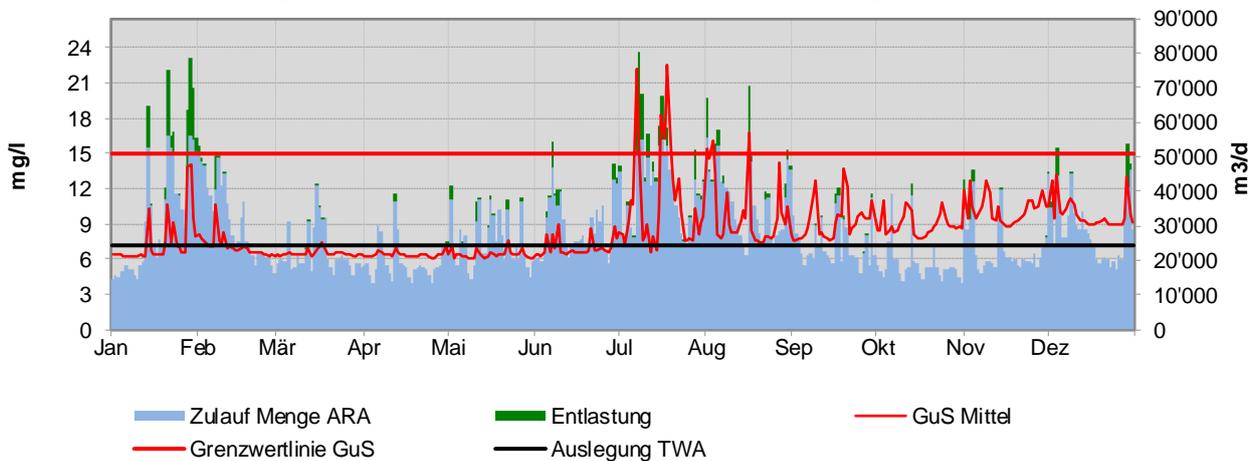
Einleitung Rhein: Online Tagesmittelwerte NO₃-N und NH₄-N



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	2020	2021
Fällmittelmenge *	l/d	1246	1041
Spez. Fällmittelmenge pro kg P	Mol ME/mol P-elim	1.06	1.02

* Versuch Vorfällung Mai 2020, Menge nicht erfasst

Im Jahr 2019 und 2020 dosierte die ARA im Mittel jeweils 16% mehr Fällmittel dem Abwasser zu, als noch im Vorjahr. Dies, obwohl die Phosphor Zulaufmenge, jährlich nur um ca. 5% zunimmt. Durch die Beseitigung von internen P-Rücklösungen beim Rücklaufschlamm konnte die Fällmittelmenge im 2021 wieder reduziert werden.

6.7 Belebtschlammeigenschaften

Parameter	Einheit	2020	2021
Schlammkonzentrationen	g/l	3.60	3.70
Schlammindex	ml/g	137	135
CSB - Schlammbelastung	kg/kg TS*d	0.17	0.15

Die Schlammindices für die Biologie 1-4 werden durchgehend in einer Bandbreite von 150-200 ml/g registriert, wie sie anlässlich der Auslegung Biologie angenommen wurden. Wiederkehrend wurden für die Biologie 1+2 im Herbst sehr tiefe Werte bis 60 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 2020 mit 4.3 g/l gefahren. Für die Biologie 1+2 waren nur 3.3 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 Zulaufbelastungsschüben verbessert werden könnte.

6.8 Klärschlamm

6.8.1 Überschussschlamm

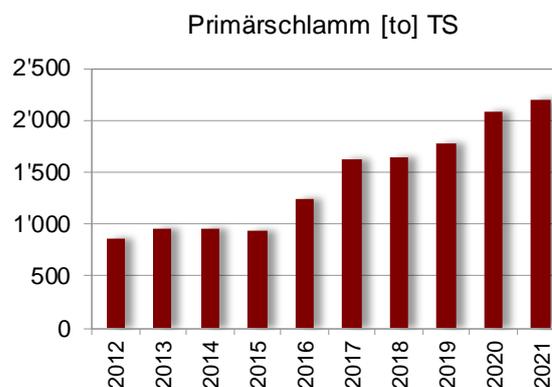
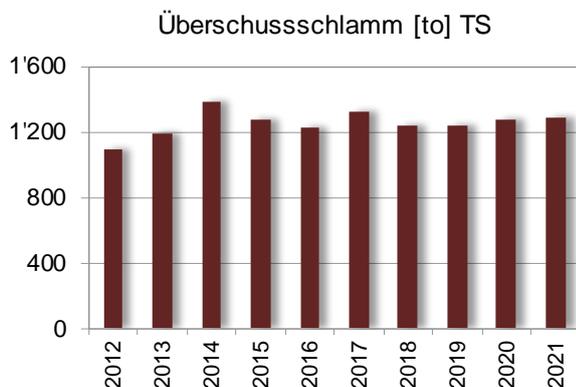
Parameter	Einheit	2020	2021
Überschussschlamm	m ³ /a	223'600	221'423
Trockensubstanzgehalt *	g/l	5.7	5.8
Jahresfracht	t/a	1'273	1'291

* Mittelwertberechnung aus Aracom

Die Überschussschlammfracht nimmt gegenüber dem Vorjahr um 1.5% zu.

Die Frachtdifferenz zwischen Frischschlamm und Überschussschlamm ist der Primärschlamm, welcher durch Sedimentation in der Vorklärung abgetrennt wird. Im 2021 wurden demnach je 2'191 t/a Primärschlamm abgetrennt. Betrachtet man aber die 10-Jahres Graphik, so ist ersichtlich, dass seit 2016 deutlich höhere Frachten registriert werden. Innerhalb von 6 Jahren 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 abgelaassen werden.



6.8.2 Frischschlamm

Die Frischschlammfracht hat wiederum um 4% zugenommen und erreicht einen neuen Hochstand. Dies ist auch im Diagramm „Frischschlammfracht der letzten 10 Jahre“ unter Kap. 6.4.1 erkennbar.

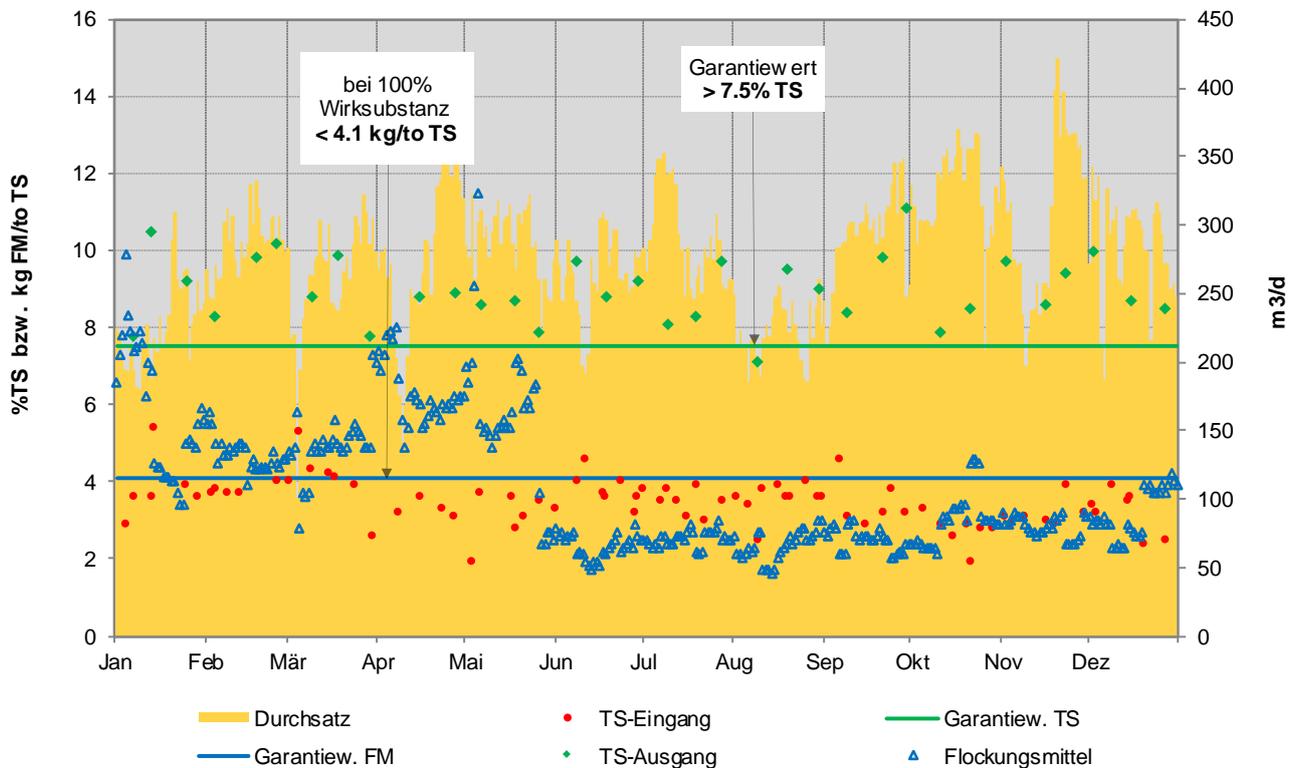
Die organische Trockensubstanz erreicht ebenfalls einen Hochstand. Der hohe organische Anteil bringt einerseits etwas mehr Gas und andererseits hat er auch negative Auswirkungen auf die Entwässerungsleistung des Dekaners: Die Entwässerungsleistung nimmt laufend ab und stagniert im Jahr 2021 bei mageren 24% TS.

Parameter	Einheit	2020	2021
Frischschlamm vor Eindickung	m ³ /a	94'453	101'525
der Voreindickung zugeführt (a)	m ³ /a	94'346	101'392
Frischschlamm Trockensubstanz	t/a	3'361	3'482
Frischschlamm Trockensubstanzgehalt	%	3.6	3.5
organische Trockensubstanz	t/a	2'526	2'621
Volumen von (a) nach Eindickung (b)	m ³ /a	35'742	35'238
Volumenreduktion durch Eindickung	%	62	65
Trockensubstanzgehalt	%	9.2	9.0
ohne Eindickung zur Faulung (c)	m ³ /a	107	133
total der Faulung zugeführt (b + c)	m ³ /a	35'849	35'371
mittlerer Trockensubstanzgehalt <small>theoretisch, weil TS-Fett unbekannt</small>	%	9.2	9.0
effektive Volumenreduktion	%	60.9	64.7

In der Position Frischschlammmenge „ohne Eindickung direkt zur Faulung“ sind u.a. die Fremdschlämme der Hilti AG Schaan zur CO-Vergärung enthalten, welche im 2021 in Summe 50 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 3.5% auf 9.0% 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 % (90%-Wert: 96.1%) erreicht.

Der Brauchwasserverbrauch für Warm- und Kaltwasser beträgt im Jahresmittel hohe 361 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 16-jährigen Vorentwässerung sollte geprüft werden.

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. 2'331 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 würde, wie ein Testbetrieb aus dem Jahr 2016 zeigt.

6.8.3 Abbau und Eindickung

Parameter	Einheit	2020	2021
Frischschlamm-TS	t/a	3'361	3'482
Frischschlamm-oTS (org. TS)	t/a	2'526	2'621
	% der TS	75.2	75.3
Faulschlamm Stapelraum -TS	t/a	1'303	1'268
Verminderung der oTS durch Faulung	t/a	2'058	2'214
	%	81.5	84.5

Die **organische Substanz** im Frischschlamm nimmt seit Jahren laufend zu. Seit 2015 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.

6.8.4 Klärschlamm Verwertung

Parameter	Einheit	2020	2021
Volumen Jahresanfall	m ³ /a	28'609	28'753
Total Abgabe	m ³ /a	28'512	28'644

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

Parameter	2020		2021	
	t (TS)	%	t (TS)	%
div. Abnehmer (entwässert)	0	0	0	0
KVA Buchs (getrocknet)	14	1	8	1
Holcim (getrocknet)	1'325	99	1'241	99
Total	1'339	100	1'249	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.

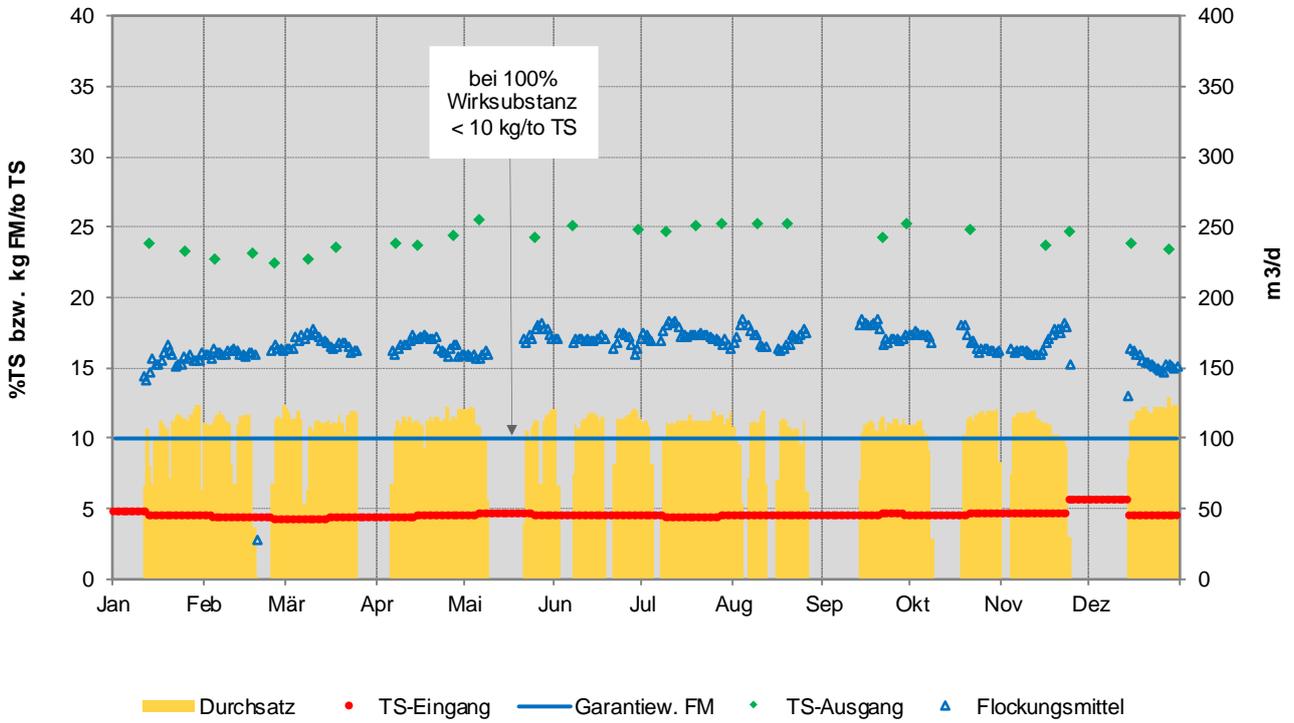
Weil der organische Trockensubstanzgehalt im ausgefaulten Schlamm hoch ist und von Jahr zu Jahr laufend zunimmt, werden unter anderem nur noch TS-Gehalte von 22-26% im entwässerten Schlamm erreicht. Dies reduziert die Durchsatzleistung und Wasserverdampfungsleistung im Trockner massgebend.

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: 96.5%) erreicht.

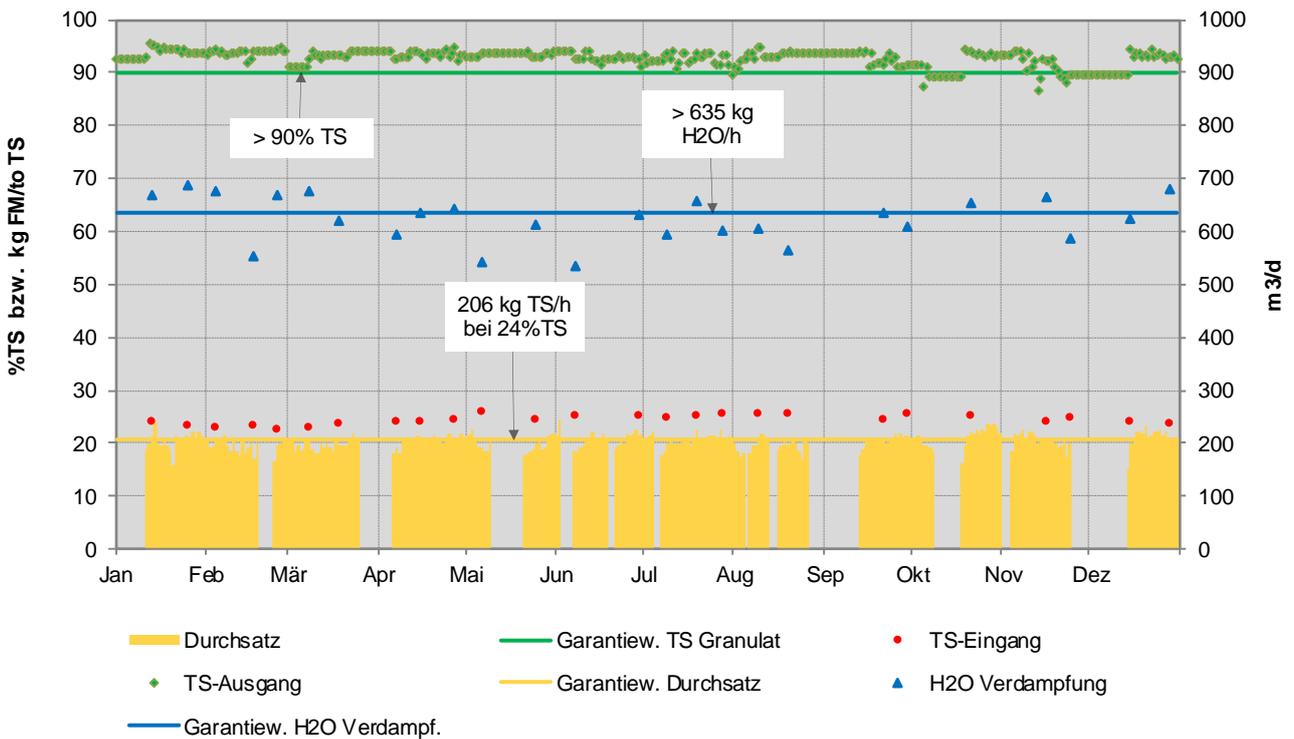
Derzeit kann der anfallende Schlamm noch entwässert und getrocknet werden. Die Anlagen kommen nun mit 16 Jahren Betriebsdauer in ein Alter, bei dem ein Ersatz oder eine andere Lösung ansteht. Bei längerem Ausfall einzelner Behandlungsstufen ist die **Funktionssicherheit der Schlammbehandlung** beeinträchtigt. Es müssen Notfallszenarien erarbeitet werden.

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

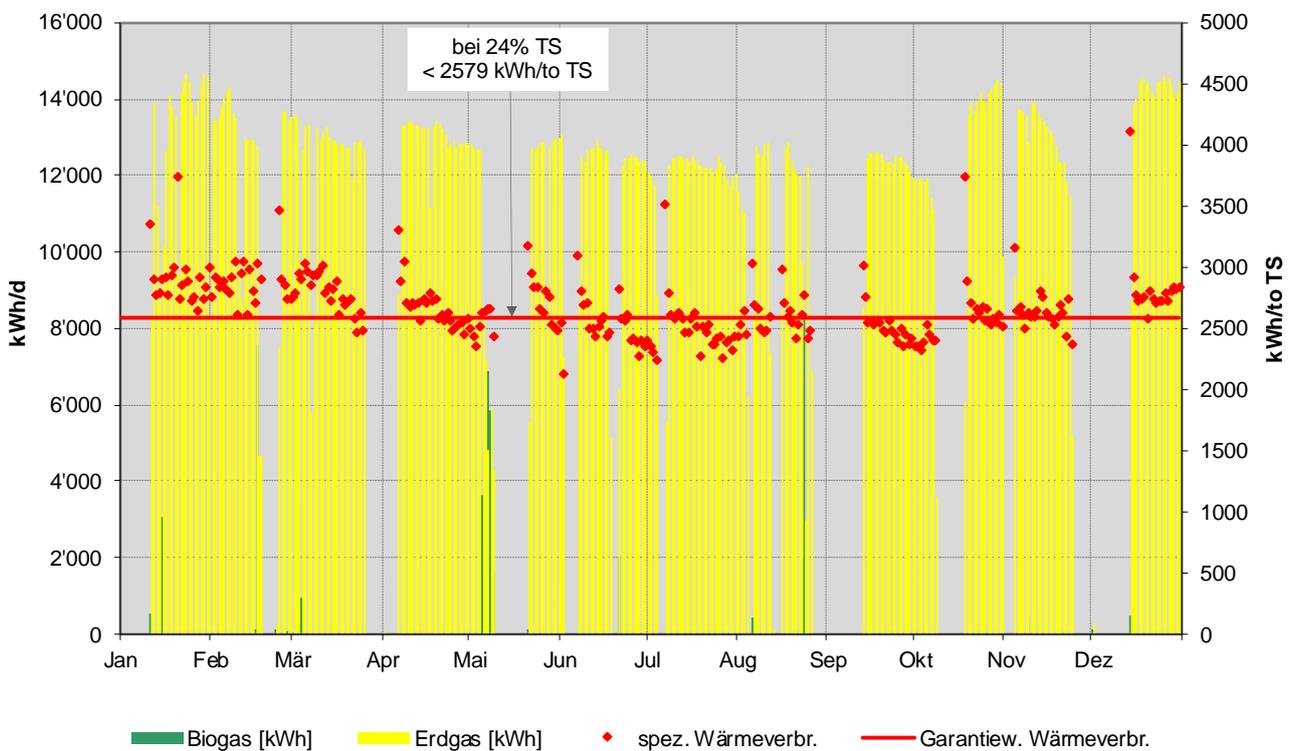


Der zur Schlamm-trocknung benötigte Energiebedarf wird hauptsächlich durch Erdgas gedeckt. Eigenes Klärgas wird nur noch verwertet, wenn die Biogasaufbereitungsanlage das Gas nicht abnehmen kann und die Gasometer voll sind. Durch den Betrieb mit Erdgas kann die Trocknung auch mit einer höheren Leistung 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 92.8% TS erreicht.

Parameter	Einheit	2020	2021
Trockensubstanz (TS)	%	92.7	92.8
organische Trockensubstanz (oTS)	% der TS	53.8	54.8
anorganische Trockensubstanz (aTS)		46.2	45.2
Schwermetalle, Mittel der Grenzwerte	%	33.6	30.7
Polychlorierte Biphenyle	* mg/kg TS	0.12	0.12
AOX (Adsorb. org. Halogenverbindungen)	mg Cl/kg TS	163	127
PAK (Polycyclische aromatische KW)	* mg/kg TS	1.0	1.1

* Kontrollanalysen des Amtes für Umweltschutz aus 1 Probe

Das Mittel der Schwermetallkonzentrationen in Relation der Grenzwerte liegt mit 30.7% im Bereich des langjährigen Mittels.

Alle Messwerte aus dem Jahr 2021, 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	2021
Blei	g/t TS	200	52	36	34.5
Cadmium	g/t TS	4	1.1	1.0	0.6
Chrom	g/t TS	60-120	58	76.2	101.5
Kobalt	g/t TS	6	8.8	5.7	6.5
Kupfer	g/t TS	230	330	344	385
Molybdän	g/t TS	20	13.6	22.8	14.0
Nickel	g/t TS	25	37.1	48.6	41.0
Quecksilber	g/t TS	3	0.5	0.5	0.5
Zink	g/t TS	1'200	785	789	610

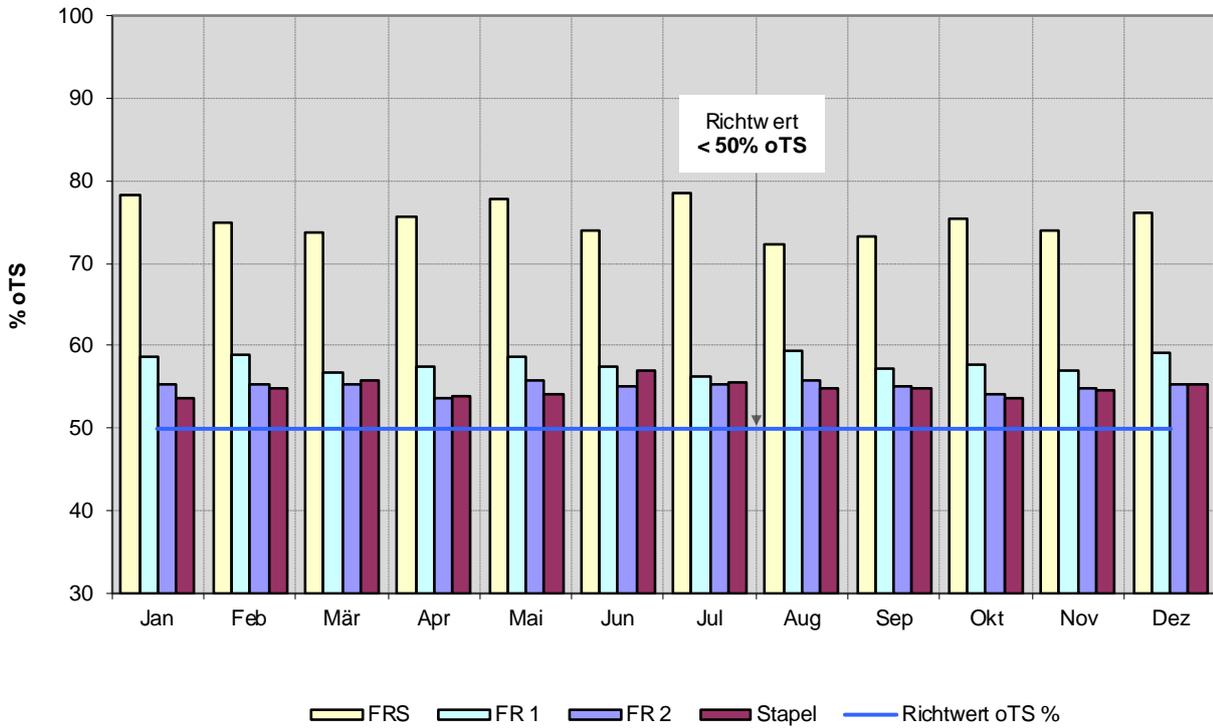
Die Analysenwerte der adsorbierbaren organischen Halogenverbindungen (**AOX**) sind relativ konstant. Hinsichtlich der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (**PAK**) ist die Einzelprobe mit 1.1 mg/kg TS relativ tief.

6.8.7 Gasproduktion

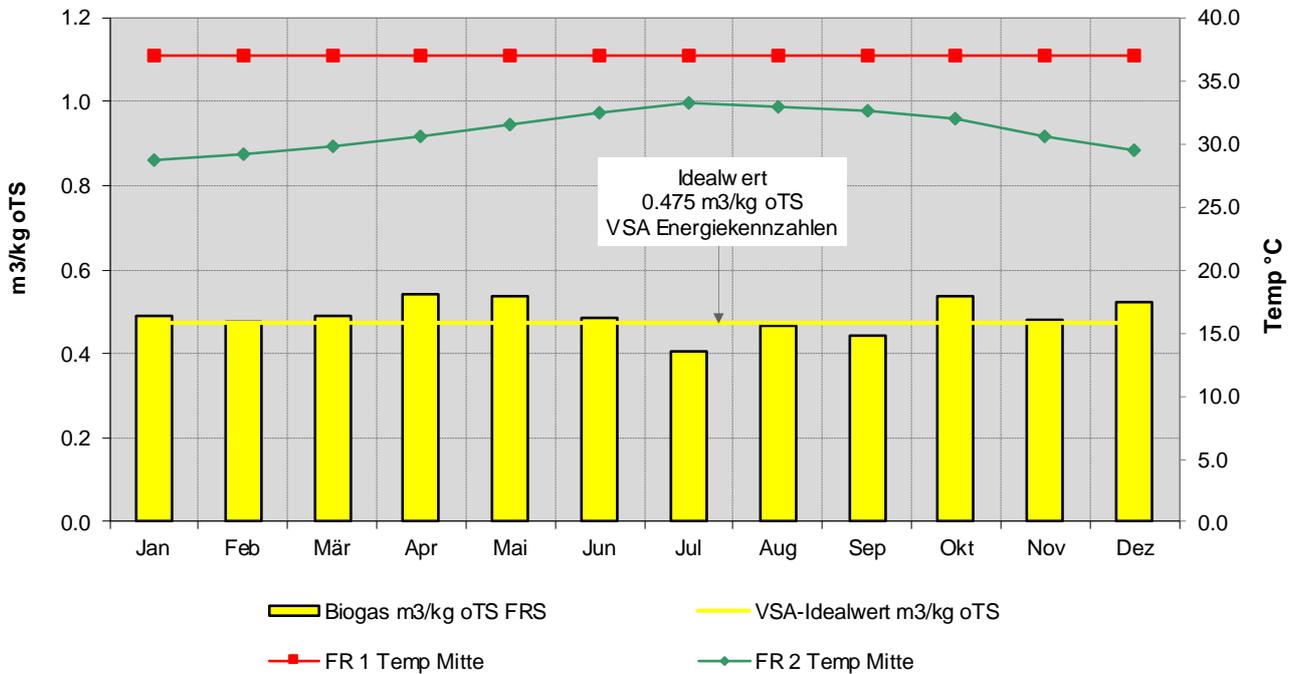
Parameter	Einheit	2020	2021
Absolut	m ³ /a	1'300'001	1'280'312
Spezifisch			
bezogen auf Frischschlamm	m ³ /m ³	13.8	12.6
bezogen auf Frischschlamm-TS	m ³ /kg	0.379	0.364
bezogen auf Frischschlamm-oTS	m ³ /kg	0.505	0.484

Die Gasproduktion erreichte in etwa den Wert des Vorjahres. 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	2020	2021
Klärgasverbrauch	m ³ /a	1'300'001	1'280'312
	kWh/a	7'800'006	7'681'872
Biogasaufbereitung	m ³ /a	1'277'247	1'241'589
BHKW	m ³ /a	17'733	29'583
Heizung (Trocknung)	m ³ /a	4'747	8'726
Energiepotential (6.0 kWh/m ³) (a) (BHKW u. Heizung)	kWh/a	134'880	229'854
	*	%	2.6
Erdgasverbrauch	m ³ /a	313'517	303'472
	kWh/a	3'374'899	3'232'025
*	%	39.0	36.8
Wärmebezug von BGA (c)	kWh/a	507'768	731'068
	*	%	5.9
Strombezug total für ARA (d) (ohne BGA)	kWh/a	4'658'462	4'625'618
	*	%	53.8
Anteil Hochtarif	%	44.7	44.5
Anteil Niedertarif	%	55.3	55.5
Total Energieumsatz (a)+(b)+(c)+(d)	kWh/a	8'676'009	8'818'565
	*	%	100.3
Eigenstrom, Rückspeisung ins Netz	kWh/a	-24'888	-35'696
	*	%	-0.3
Total Energieverbrauch ARA	kWh/a	8'651'121	8'782'869
	*	%	100.0
Autarkiegrad ARA	%	90.2	87.5

* 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 88%. Mittels Installation von PV Anlagen und weiterer Reduktion des Wärmebedarfs der ARA liesse sich der Autarkiegrad erhöhen.

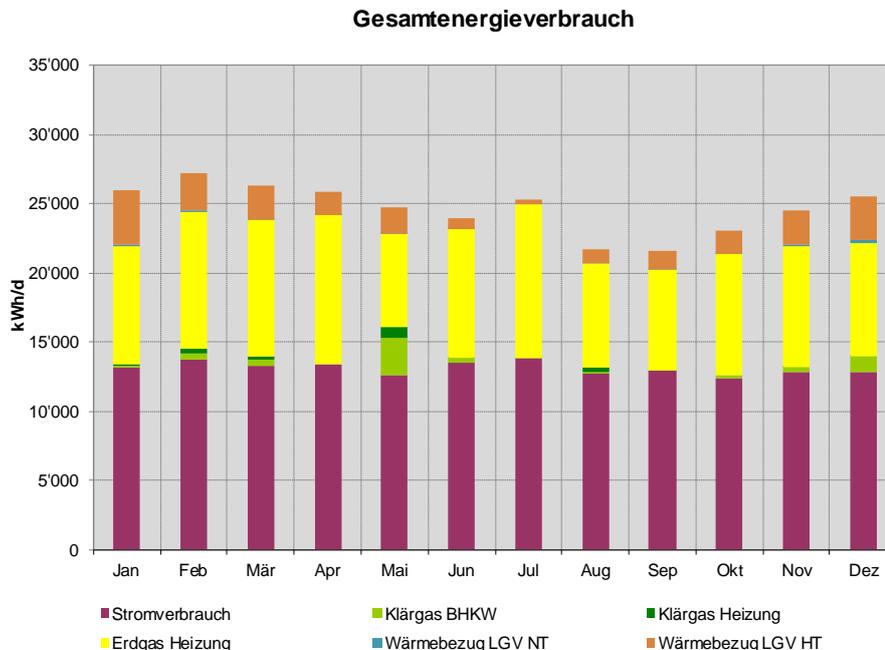
Der Betrieb der BGA läuft stabil. Reserven zur Steigerung der Biogasannahmemenge sind fast keine vorhanden. Die Jahresverfügbarkeit liegt bei ca. 97%, was einer Stillstandsdauer von nur 9 Tagen entspricht. Die Eigenstromproduktion der BHKWs ist mit 0.4% unbedeutend geworden. Derzeit laufen auf der ARA 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. Deutlich erkennbar ist dies beim Stromverbrauch Biologie. Obwohl die Zulauffrachten bzgl. CSB und Gesamt-N in den letzten 10 Jahren um 20% zugenommen haben, konnte der Stromverbrauch gehalten werden.

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

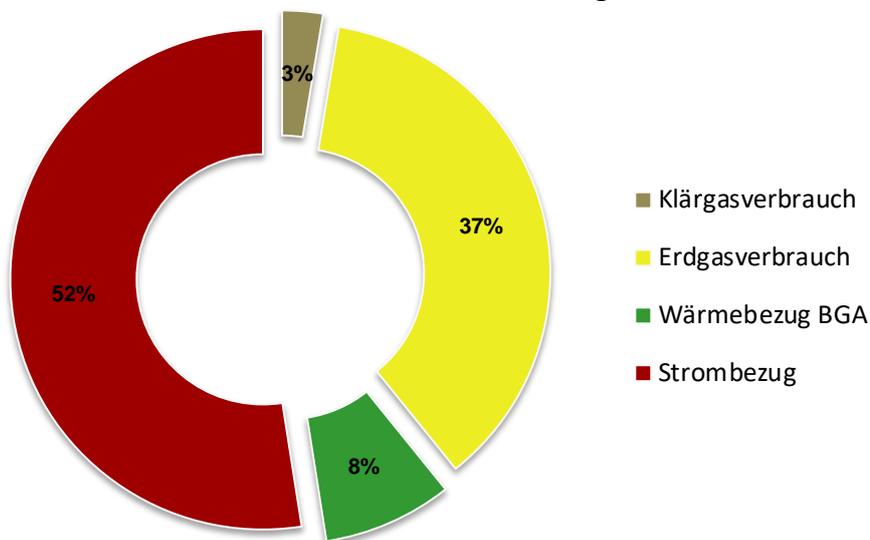
Die Tauchrührbelüftungen in den Biologiebecken müssen demnächst aus Altersgründen nach mehr als 20 Jahren Betrieb ersetzt werden. Im Jahr 2021 wurde die Biologie 4 vollständig erneuert. Im Jahr 2022 soll nun Biologie 3 folgen.

Wird zu viel Biogas produziert und kann dieses nicht durch die BGA oder die ARA selbst abgenommen werden, so muss es abgefackelt werden. Die Biogasfackel stand im Jahr 2021 nur während 5 Stunden in Betrieb.



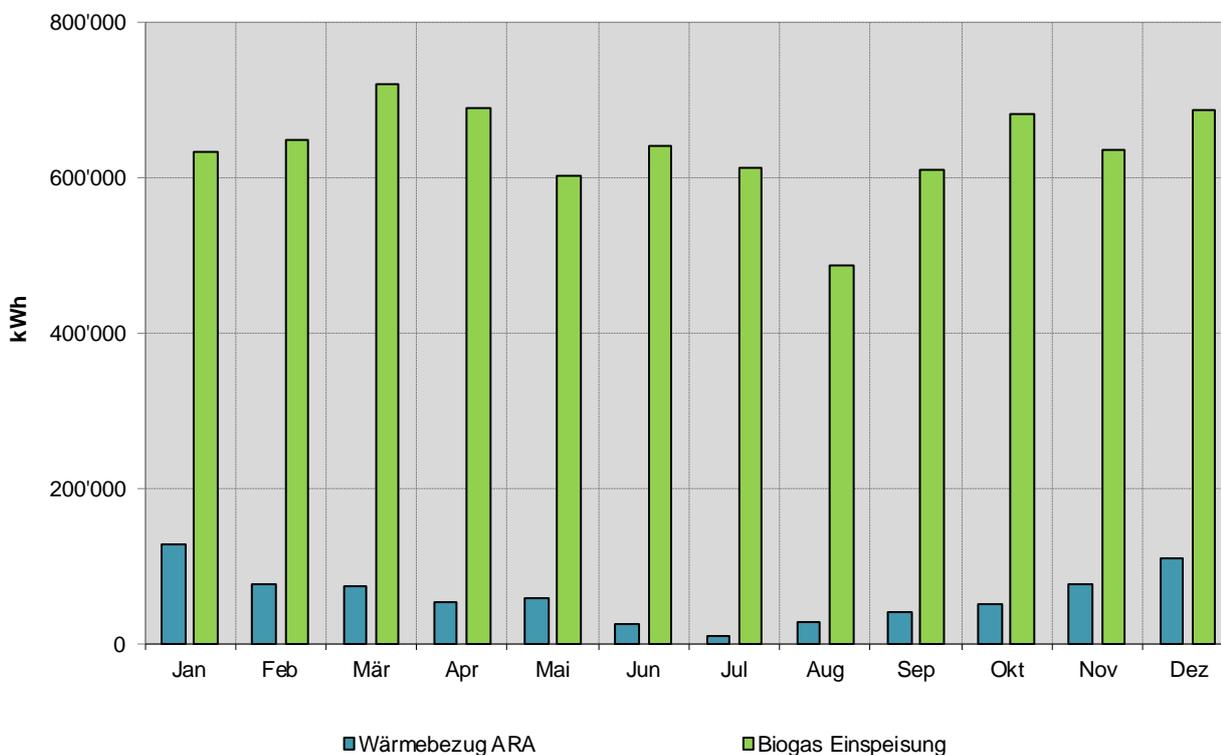
Die Niedertemperaturabwärme aus der Trocknung und Biogasaufbereitung reicht nicht aus, um den Faulraum 1 aufzuheizen. Deshalb wird vor allem Hochtemperaturwärme von der Biogasaufbereitung bezogen. Aufgrund des sehr milden Winters fiel der Wärmebezug deutlich geringer aus.

Energieverbrauch ARA



Biogas wird über die Biogasaufbereitungsanlage (BGA) ins Erdgasnetz eingespeist. Nur ein kleiner Teil der verbrauchten Gesamtenergie von 8% wird als Wärme von der ARA wieder zurück bezogen.

BGA Leistung



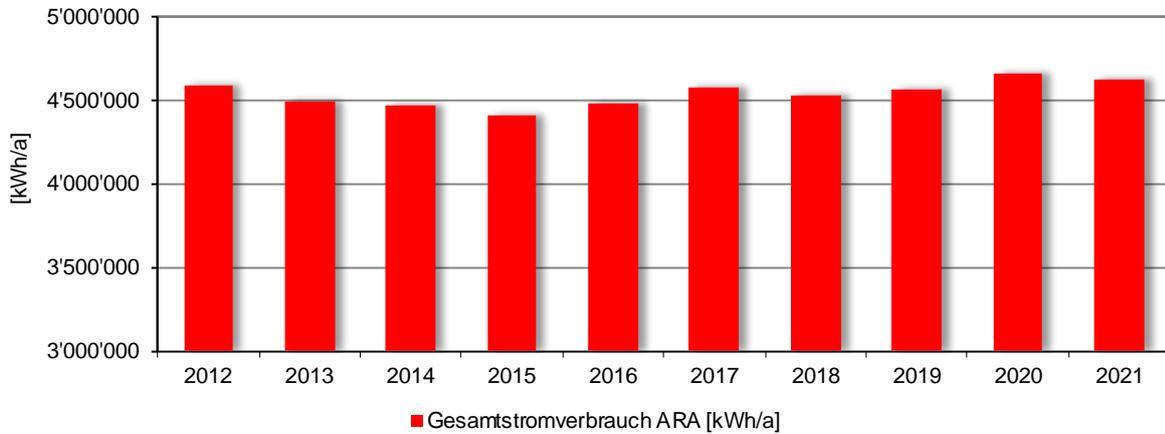
6.9.2 Stromverbrauch/-rückspeisung

Parameter	Einheit	2020	2021
Stromverbrauch ARA (ohne BGA) Anteil am Gesamtenergieverbrauch	kWh/a %	4'658'462 53.8	4'625'618 52.7
- mech. Reinigung *	kWh/a %	596'407 12.8	614'063 13.3
- Biologie *	kWh/a %	3'109'334 66.7	3'091'468 66.8
- Schlammbehandlung *	kWh/a %	868'358 18.6	846'959 18.3
- Ungemessenes	kWh/a %	84'363 1.8	73'128 1.6
Eigenstrom, Rückspeisung ins Netz **	kWh/a	24'888	35'696

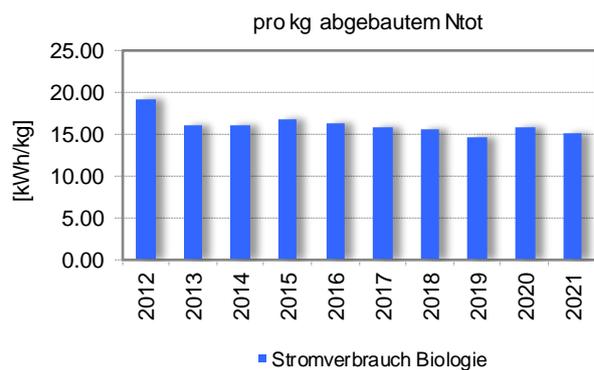
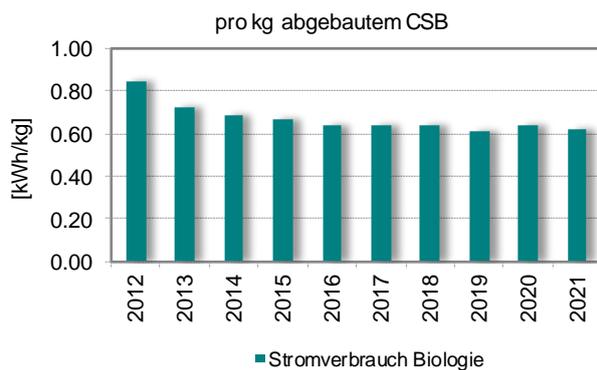
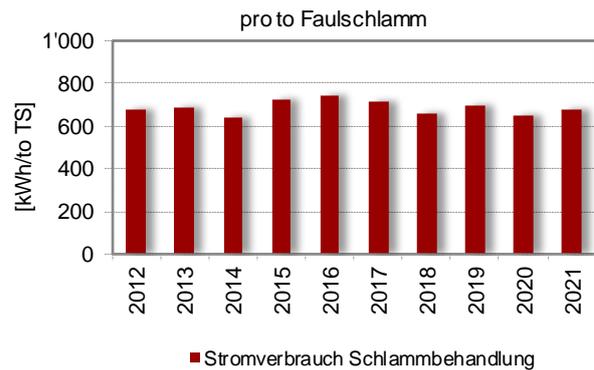
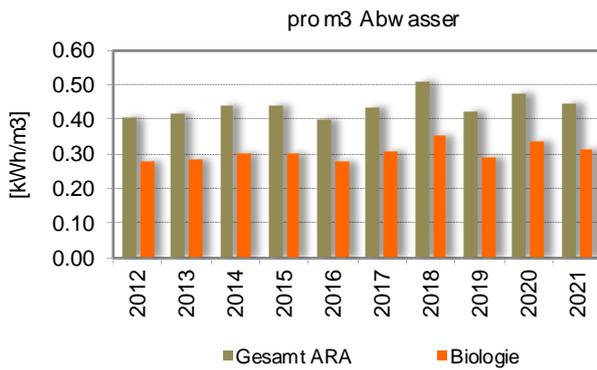
* Zähler ARA ** Zähler LKW

Der **Gesamtstromverbrauch** der ARA ist um 1% tiefer als im Vorjahr. Die Zulaufmenge zur ARA ist um 6% höher als 2020 und die Nährstofffracht hat leicht um 4% zugenommen. Entscheidend für den Stromverbrauch sind die Nährstofffrachten. Bleiben diese konstant, ändert sich der Stromverbrauch nur geringfügig. Die Niederschläge spielen da kaum eine Rolle.

Gesamtstromverbrauch



Spezifischer Stromverbrauch



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.

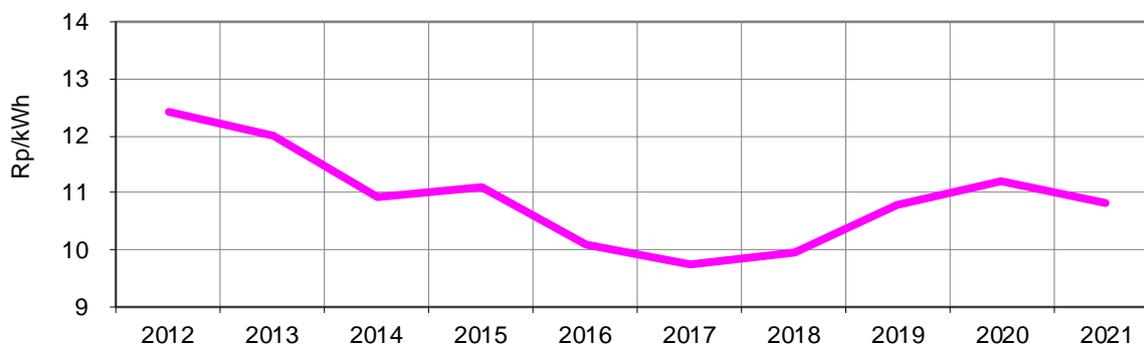
6.9.3 Spezifischer Energieverbrauch

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	2020	2021
Gesamtenergie	kWh/m ³	0.877	0.841
	kWh/kg CSB	1.78	1.77
	kWh/kg Ntot	43.69	42.72
	kWh/kg FS	6.46	7.03
Strom Gesamt ARA	kWh/m ³	0.472	0.443
	kWh/kg CSB	0.96	0.93
	kWh/kg Ntot	23.53	22.50
	kWh/kg FS	3.48	3.70
Strom Biologie	kWh/m ³	0.334	0.313
	kWh/kg CSB	0.641	0.622
	kWh/kg Ntot	15.70	15.04
Strom Schlammbehandlung	kWh/kg FS	0.65	0.68
Leistungsdichte in der Biologie	kW/m ³	0.027	0.027

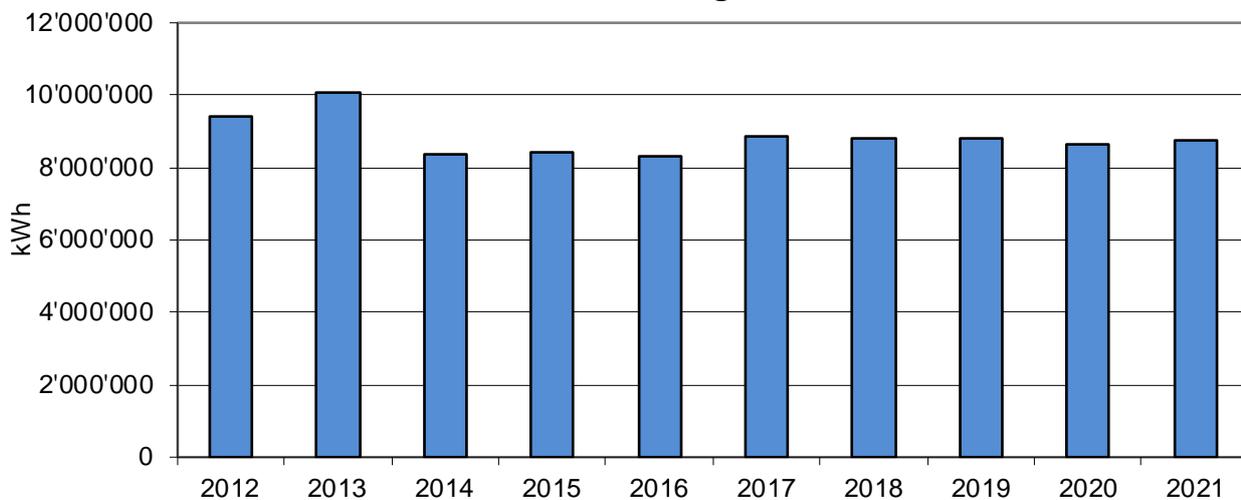
FS = Faulschlamm verarbeitet

Stromkosten

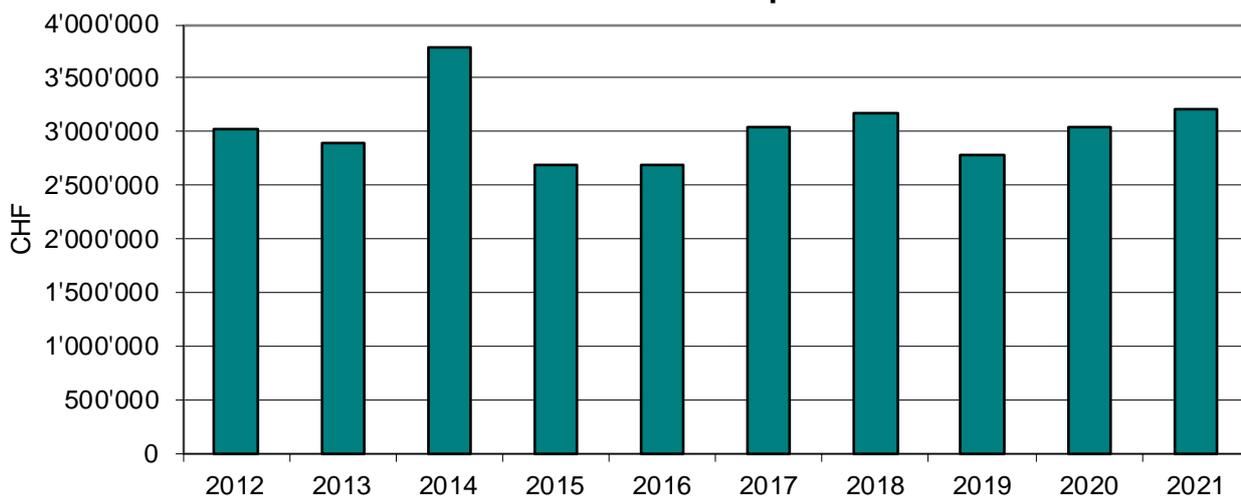


Obwohl die Stromkosten seit Jahren tief sind, ist die ARA bemüht, den Stromverbrauch mit verschiedenen kleineren Massnahmen weiter zu senken.

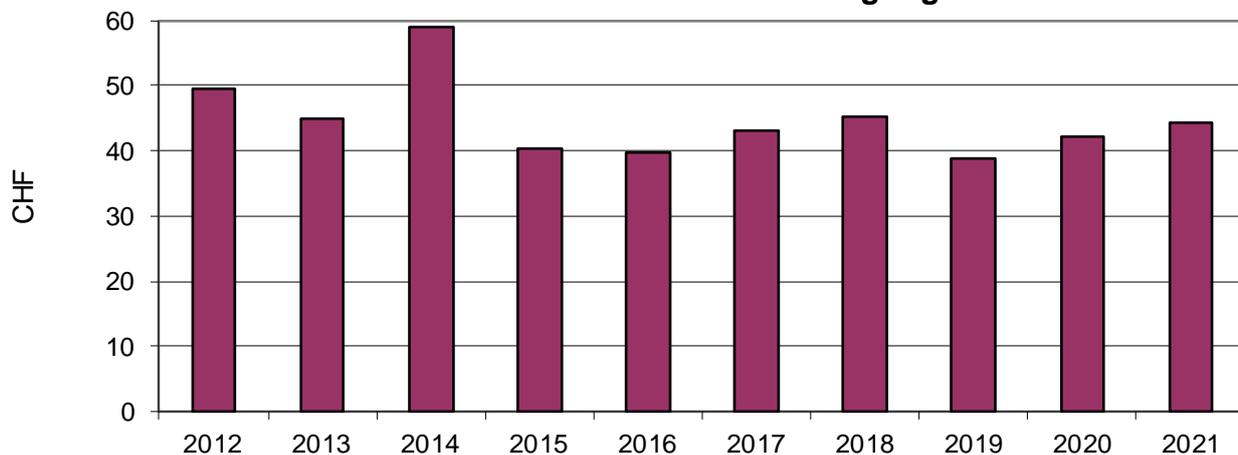
Gesamtenergieverbrauch



Betriebskosten pro Jahr



Kosten pro Jahr und Einwohnergleichwert inkl. Klärschlamm Entsorgung





7 Kontrollbericht vom Amt für Umwelt



AMT FÜR UMWELT
FÜRSTENTUM LIECHTENSTEIN

1/2

Kontrollbericht Abwasserreinigung 2021

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 46. Betriebsjahr der Kläranlage Bendern wie folgt:

Abwasserbehandlung

- Der Abwasseranfall betrug 2021 total 10.5 Mio. m³ und war damit 6 % höher als im Jahr 2020, wobei die Niederschlagsmenge über dem langjährigen Mittel lag. 96.5 % der Abwassermenge wurden mechanisch-biologisch-chemisch gereinigt. Dabei wurde die biologische Klärstufe durchschnittlich mit 27'600 m³/Tag hydraulisch belastet. 3.5 % der Abwassermenge entlasteten in die Gewässer.
- Die Schmutz- und Nährstoff-Frachten im Zulauf der Kläranlage waren 2021 etwa gleich wie in den beiden Vorjahren.
- Die 73 vom Betriebslabor durchgeführten Abwasseranalysen zeigen auf, dass der Klärprozess wie auch die Klärschlammbehandlung übers ganze Jahr 2021 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 2021 wurden Vorbereitungen getroffen, damit die Machbarkeit einer zusätzlichen Reinigungsstufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen 2022 in einer Studie geprüft werden kann.
- Die Beprobung zur Ermittlung des Covid-19-Gehaltes im Abwasser wurde 2021 fortgeführt. Die Resultate bilden das Infektionsgeschehen in Liechtenstein ab.

Schlammbehandlung und -entsorgung

- Der Trend bei der Zunahme des Frischschlammmanfalls setzte sich auch 2021 fort, sodass sich die Fracht seit 2015 verdoppelt hat. Die Zunahme erfolgt beim organischen Primärschlamm (Vorklärbecken), was auf Stoffe von Lebensmittelverarbeitenden Betrieben schliessen lässt.
- 2021 wurden 28'800 m³ Klärschlamm mit 1'250 Tonnen Trockensubstanz als Granulat zu 99 % an das Zementwerk Untervaz/GR zur thermischen Verwertung und zu 1 % 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 – also nach einer zehnjährigen Übergangsfrist – 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.

Energetische Situation

- Der Gesamtstromverbrauch der Kläranlage Bendern (ohne Biogasaufbereitung) betrug im Berichtsjahr 4'630 MWh und liegt um 0.7 % unter dem Vorjahreswert. Der Stromverbrauch der Biologie ist mit 3'090 MWh leicht tiefer als im Vorjahr. Ein Vergleich der Kennzahlen der ARA Bendern mit den Kennzahlen anderer, vergleichbarer Anlagen könnte Hinweise zu Optimierungen liefern.
- 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.

Zu einem fachgerechten Betrieb gehört eine fortlaufende Optimierung des Betriebes. Ziel dabei ist die Minimierung der Stoffeinträge in die Gewässer unter optimalem Einsatz der Ressourcen. Die Mitarbeitenden des AZV unternehmen fortlaufende Anstrengungen, um die Prozesse weiter zu verbessern und die Verfahrensabläufe weiter zu optimieren.

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

AMT FÜR UMWELT



Jörg Giezendanner / Elija Kind
Abteilung Umweltschutz



8 Finanzen Rückblick

8.1 Bilanz 2021 / 2020

Aktiven		2021 CHF	2020 CHF
Kassa		461.25	460.40
Liecht. Landesbank AG		3'801'835.62	2'597'835.14
Liecht. Landesbank AG, Sparkonto		127'119.96	127'276.60
Debitoren (Diverse)		222'984.99	160'457.20
Debitor Verbandsgemeinden		93'530.80	85'533.05
Trans. Aktiven		68'944.35	36'756.48
		<hr/>	<hr/>
<i>Total Umlaufvermögen</i>		<i>4'314'876.97</i>	<i>3'008'318.87</i>
Fahrzeuge		1.00	1.00
Grundstück	223'924.10		
./. Abschreibung	<u>-223'923.10</u>	1.00	1.00
Investitionen Anlagen	128'073'859.59		
./. Subventionen etc.	-49'659'241.20		
./. Abschreibungen	<u>-78'414'617.39</u>	<u>1.00</u>	<u>1.00</u>
<i>Total Anlagevermögen</i>		<i>3.00</i>	<i>3.00</i>
Total Aktiven		<u><u>4'314'879.97</u></u>	<u><u>3'008'321.87</u></u>

Passiven		2021	2020
		CHF	CHF
Kreditoren, Trans. Passiven		686'330.35	598'099.07
Kreditor Verbandsgemeinden		216'425.93	178'594.61
Rückstellungen für Maschinen		1'100'000.00	1'100'000.00
		<hr/>	<hr/>
<i>Total Fremdkapital</i>		<i>2'002'756.28</i>	<i>1'876'693.68</i>
Beiträge der Gemeinden:	(Baukosten)		
Vaduz	10'158'057.40		
Balzers	6'889'446.16		
Planken	886'496.47		
Schaan	22'485'607.41		
Triesen	7'791'048.17		
Triesenberg	4'266'856.21		
Eschen	11'824'563.35		
Gamprin	4'199'431.39		
Mauren	7'879'301.69		
Ruggell	3'388'316.15		
Schellenberg	1'846'899.83		
	<hr/>		
./.	81'616'024.23		
./.	Abschreibungen	79'303'900.54	
		<hr/>	<hr/>
<i>Total Eigenkapital</i>		<i>2'312'123.69</i>	<i>1'131'628.19</i>
Total Passiven		4'314'879.97	3'008'321.87
		<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>

8.2 Erfolgsrechnung 2021 / 2020

AUFWAND		2021	2020
Pos.		IST	IST
01	Personalaufwand	918'626.65	954'646.85
02	Kranken- und Unfallgelder	0.00	-1'084.00
03	Sitzungsgelder Betriebskommission	9'039.50	4'700.00
04	Übrige Personalkosten	31'872.50	30'423.07
05	Bankzinsen und -spesen	749.03	717.72
06	UR Einrichtungen/Maschinen Wasserstrasse	668'408.15	308'290.75
07	UR Einrichtungen/Maschinen Schlammstrasse	224'800.28	304'631.61
08	Betriebs-, Unterhalts-, Reinigungsmaterial	41'293.74	48'805.27
09	Mobilien und Werkzeuge	54'521.33	32'490.10
10	Kanalspülung/Kanalreparaturen	279'620.60	67'133.89
11	Aufwand Gasmotoren/Service/Öl	7'290.30	5'950.41
12	UR Gebäude/Becken/Umgebung	67'355.35	136'566.80
13	UR Fahrzeuge/Stapler	8'626.23	52'903.40
14	Rechengut- und Sandbeseitigung	47'895.35	51'709.25
15	Entsorgung Trockenklärschlamm, Holcim AG	40'449.55	47'262.40
16	Öffentlichkeitsarbeit/Foto/Film	109'400.20	52'477.65
17	Untersuchungen/Expertisen	16'761.80	17'616.95
18	Beratung, Ingenieur-Honorar und Arbeiten	88'465.70	54'499.45
19	Baurechtszinsen ARA Benden	35'304.90	35'304.90
20	Diverser Aufwand, Besuche, Spesen, Bewachung	7'219.15	7'633.35
21	Düker Benden Einlauf- und Auslaufbauwerk	5'504.55	4'234.10
22	Div. Sandfänge entleeren	5'840.35	6'531.10
23	RKB Pritschen Mauren	2'077.75	2'098.65
24	RKB Untermahd Mauren	96.75	433.67
25	RKB Schwarzsträssle Eschen	443.55	449.03
26	RKB Fluxbüchel Eschen	144.00	125.70
27	RKB Limsenegg Ruggell	1'166.50	1'020.59
28	Speicherkanal Badäl Gamprin	837.60	463.21
29	RKB und Schuppen Brühlgasse Eschen	703.95	637.73
30	PW und RKB Widau Ruggell	18'158.75	23'792.82
31	PW Oberau Ruggell	10'291.90	14'858.55
32	PW Hinterschellenberg	4'507.27	1'438.85
33	RKB Rietacker Schaan	856.75	825.12
34	PW und RKB Brühlgraben Gamprin	9'090.85	8'132.76
35	PW und RKB Birka Mauren	9'726.80	149'925.75
36	RKB Nendeln	1'637.98	1'027.59
37	Andere RKB und PW (Gemeindeanlagen)	18'158.88	19'095.49
38	Sachversicherungen	33'401.70	35'818.70
39	Strom	517'635.20	540'676.02
	Übertrag	3'297'981.39	3'024'265.25

AUFWAND		2021	2020
Pos.		IST	IST
	Hertrag	3'297'981.39	3'024'265.25
40	Heizöl/Erdgas/Wärme	252'170.70	241'718.44
41	Wasser/Abwasser	10'609.30	3'959.75
42	Chemikalien	264'029.35	312'220.15
43	Sonstiger Betriebsaufwand	3'382.80	3'383.80
44	Buchführung/Revision/Beratung	22'523.65	19'232.50
45	Jahresberichte/DV	6'879.70	7'456.45
46	Sonstiger Verwaltungsaufwand	18'873.12	19'377.24
47	Kursdifferenz/ausserordl. Erträge	-461.59	-544.35
	Total Aufwand	3'875'988.42	3'631'069.23

ERTRAG		2021	2020
Pos.		IST	IST
01	Erlös ausgeführte Arbeiten	51'718.60	56'259.25
02	Erlös Honorar Verrechnungsstelle AGL	45'000.00	45'000.00
03	Erlös aus Strom- und Klärgasverkauf	486'402.54	435'082.70
04	Erlös aus sonstigen Betriebserträgen	55'727.35	33'220.80
05	Abwassergebühren HSB-Feldkirch	3'663.55	4'240.10
06	Zinsertrag	0.00	0.00
07	Kostenrückerstattung Versicherungen	19'902.20	5'860.85
	Total betrieblicher Ertrag	662'414.24	579'663.70
	Betriebsaufwand-Umlage	3'213'574.18	3'051'405.53
	Total Betriebsumlagen	3'875'988.42	3'631'069.23

(Alle Beträge sind exkl. MWST)

8.3 Investitionen 1972 – 2021

Objekte	2001-2018	2019	2020	2021	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 Schwarzsträssle	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	3'453'680.38	-3'355.65			3'450'324.73
Erneuerung HSK H'schellenberg/St. Georg-Str.	212'335.45				212'335.45
HSK Nendeln-Esche/Düker	33'744.10	148'034.00			181'778.10
Neubau PW/RB Widau Ruggell	33'903.00	52'791.85			86'694.85
Neubau HSK Ruggell-Bendern	0.00	54'946.65	221'438.70	212'262.20	488'647.55
Vorsteuerkürzungen	1'638'148.70				1'638'148.70
Total Investitionen	68'622'429.43	252'416.85	221'438.70	212'262.20	128'073'859.59
./. Landessubventionen	21'554'628.95	0.00	0.00	0.00	-49'659'241.20
./. Abschreibungen					-78'414'617.39
Total Investitionen nach Abzug der Landessubventionen und Abschreibungen					1.00

8.4 Anhang zur Jahresrechnung per 31. Dezember 2021

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 2021 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, 16. März 2022 /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 2021

Gemeinde	Einwohner 31.12.2020	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 2021 (Verrechnung)	Vergleichs- kosten 2020
	(A)	(B)	(C = A - B)	(D)	(E=C+D)	(F)	(G=E+F)	(H) %	%	(I) CHF	(J) CHF
Vaduz	5'741	28	5'713	992	6'705	1'162	7'867	9.85	(10.03)	316'679.88	(306'205.92)
Balzers	4'684	58	4'626	1'434	6'060	991	7'051	8.83	(8.97)	283'832.44	(273'863.18)
Planken	483	0	483	0	483	0	483	0.61	(0.59)	19'442.78	(18'061.53)
Schaan	6'037	29	6'008	18'760	24'768	0	24'768	31.03	(32.13)	997'016.30	(980'477.53)
Triesen	5'330	15	5'315	478	5'793	1'639	7'432	9.31	(9.34)	299'169.30	(284'898.66)
Triesenberg	2'634	0	2'634	547	3'181	484	3'665	4.59	(4.57)	147'531.68	(139'489.99)
Eschen	4'523	29	4'494	7'454	11'948	769	12'717	15.93	(15.12)	511'912.80	(461'389.96)
Gamprin	1'686	5	1'681	3'456	5'137	130	5'267	6.60	(6.04)	212'018.93	(184'433.79)
Mauren	4'424	0	4'424	172	4'596	1'329	5'925	7.42	(7.38)	238'506.20	(225'177.24)
Ruggell	2'404	21	2'383	238	2'621	950	3'571	4.47	(4.43)	143'747.79	(135'098.71)
Schellenberg	1'109	23	1'086	0	1'086	0	1'086	1.36	(1.39)	43'716.07	(42'309.04)
T o t a l	39'055	208	38'847	33'531	72'378	7'454	79'832	100.00	(100.00)	3'213'574.18	(3'051'405.53)

Jahr	Aufwand CHF	(% z. Vorjahr)	Budget CHF	Legende
2022			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	() Vorjahreszahlen
2016	2'688'954.85	(+0.18%)	3'125'000.00	EGW = Einwohnergleichwert
2015	2'684'194.20	(-29.01%)	3'195'000.00	
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	
2008	2'698'635.56	(+11.4%)	3'240'000.00	
				Betriebskosten pro EGW 2021
				Betriebskosten pro m3 Abwasser 2021
				CHF 44.39 (42.11)
				Rp. 30.75 (30.93)
				Betriebsaufwand 2021 CHF 3'213'574.18

9 Finanzen Ausblick

9.1 Betriebskostenbudget 2022

Pos.	AUFWAND	2021 IST	2021 Budget	2022 Budget
01	Personalaufwand	918'626.65	1'000'000.00	1'000'000.00
02	Kranken- und Unfallgelder	0.00	0.00	0.00
03	Sitzungsgelder Betriebskommission	9'039.50	9'000.00	9'000.00
04	Übrige Personalkosten	31'872.50	35'000.00	35'000.00
05	Bankzinsen und -spesen	749.03	700.00	800.00
06	UR Einrichtungen/Maschinen Wasserstrasse	668'408.15	615'000.00	760'000.00
07	UR Einrichtungen/Maschinen Schlammstrasse	224'800.28	490'000.00	220'000.00
08	Betriebs-, Unterhalts-, Reinigungsmaterial	41'293.74	45'000.00	45'000.00
09	Mobilien und Werkzeuge	54'521.33	45'000.00	35'000.00
10	Kanalspülung/Kanalreparaturen	279'620.60	60'000.00	125'000.00
11	Aufwand Gasmotoren/Service/Öl	7'290.30	5'000.00	5'000.00
12	UR Gebäude/Becken/Umgebung	67'355.35	45'000.00	65'000.00
13	UR Fahrzeuge/Stapler	8'626.23	15'000.00	15'000.00
14	Rechengut- und Sandbeseitigung	47'895.35	45'000.00	50'000.00
15	Entsorgung Trockenklärschlamm, Holcim AG	40'449.55	45'000.00	50'000.00
16	Öffentlichkeitsarbeit/Foto/Film	109'400.20	150'000.00	25'000.00
17	Untersuchungen/Expertisen	16'761.80	20'000.00	20'000.00
18	Beratung, Ingenieur-Honorar und Arbeiten	88'465.70	60'000.00	70'000.00
19	Baurechtszinsen ARA Bendern	35'304.90	36'000.00	36'000.00
20	Div.Aufwand, Besuche, Spesen, Bewachung	7'219.15	8'000.00	8'000.00
21	Düker Bendern Einlauf- und Auslaufbauwerk	5'504.55	600.00	600.00
22	Div. Sandfänge entleeren	5'840.35	9'000.00	9'000.00
23	RKB Pritschen Mauren	2'077.75	4'000.00	4'000.00
24	RKB Untermahd Mauren	96.75	700.00	600.00
25	RKB Schwarzsträssle Eschen	443.55	1'000.00	1'000.00
26	RKB Fluxbüchel Eschen	144.00	1'000.00	1'000.00
27	RKB Limsenegg Ruggell	1'166.50	2'000.00	2'000.00
28	Speicherkanal Badäl Gamprin	837.60	1'000.00	1'000.00
29	RKB und Schuppen Brühlgasse Eschen	703.95	2'000.00	2'000.00
30	PW und RKB Widau Ruggell	18'158.75	25'000.00	25'000.00
31	PW Oberau Ruggell	10'291.90	15'000.00	15'000.00
32	PW Hinterschellenberg	4'507.27	6'000.00	6'000.00
33	RKB Rietacker Schaan	856.75	7'000.00	7'000.00
34	PW und RKB Brühlgraben Gamprin	9'090.85	9'000.00	9'000.00
35	PW und RKB Birka Mauren	9'726.80	15'000.00	15'000.00
36	RKB Nendeln	1'637.98	5'000.00	5'000.00
37	Andere RKB und PW (Gemeindeanlagen)	18'158.88	25'000.00	25'000.00
38	Sachversicherungen	33'401.70	35'000.00	36'000.00
39	Strom	517'635.20	530'000.00	650'000.00
	Übertrag	3'297'981.39	3'422'000.00	3'388'000.00

AUFWAND		2021	2021	2022
Pos.		IST	Budget	Budget
	Hertrag	3'297'981.39	3'422'000.00	3'388'000.00
40	Heizöl/Erdgas/Wärme	252'170.70	240'000.00	240'000.00
41	Wasser/Abwasser	10'609.30	4'000.00	4'000.00
42	Chemikalien	264'029.35	280'000.00	290'000.00
43	Sonstiger Betriebsaufwand	3'382.80	4'000.00	4'000.00
44	Buchführung/Revision/Beratung	22'523.65	20'000.00	20'000.00
45	Jahresberichte/DV	6'879.70	9'000.00	9'000.00
46	Sonstiger Verwaltungsaufwand	18'873.12	18'000.00	19'000.00
47	Kursdifferenz/ausserordentliche Erträge	-461.59	0.00	0.00
	Total Aufwand	3'875'988.42	3'997'000.00	3'974'000.00

ERTRAG		2021	2021	2022
Pos.		IST	Budget	Budget
01	Erlös ausgeführte Arbeiten	51'718.60	50'000.00	55'000.00
02	Erlös Honorar Verrechnungsstelle AGL	45'000.00	45'000.00	45'000.00
03	Erlös aus Strom- und Klärgasverkauf	486'402.54	435'000.00	420'000.00
04	Erlös aus sonstigen Betriebserträgen	55'727.35	35'000.00	31'000.00
05	Abwassergebühren HSB-Feldkirch	3'663.55	2'000.00	3'000.00
06	Zinsertrag	0.00	0.00	0.00
07	Kostenrückerstattung Versicherungen	19'902.20	0.00	0.00
	Total betrieblicher Ertrag	662'414.24	567'000.00	554'000.00
	Betriebsaufwand-Umlage	3'213'574.18	3'430'000.00	3'420'000.00
	Total Betriebsumlagen	3'875'988.42	3'997'000.00	3'974'000.00

(Alle Beträge sind exkl. MWST)

9.2 Verteilschlüssel für Betriebskostenbudget 2022

(geschätzt)

Gemeinden	%	Betriebskostenbudget 2022 CHF
Vaduz	10.0%	342'000.00
Balzers	9.0%	307'800.00
Planken	0.6%	20'520.00
Schaan	32.1%	1'097'820.00
Triesen	9.3%	318'060.00
Triesenberg	4.6%	157'320.00
Eschen	15.1%	516'420.00
Gamprin	6.1%	208'620.00
Mauren	7.4%	253'080.00
Ruggell	4.4%	150'480.00
Schellenberg	1.4%	47'880.00
Total	100.0%	3'420'000.00

Alle Beträge exkl. MWST

Total Betriebskostenbudget 2022

CHF 3'420'000.00

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 2022

Investitionsbudget 2022						
Projekte	neu/ laufend	Bauprojekte Gesamtkostenvoranschlag				Investitionsbudget 2022
		Projektgenehmigung Jahr	KV gemäss Projektgenehmigung	KV teuerungsbedingt	Einzug Gemeinden bis Ende 2021	
Neubau HSK Ruggell-Bendern	laufend	2020	CHF 6'950'000.00		CHF 1'450'000.00	CHF 200'000.00
Neubau PW/RB Widau, Ruggell	neu				CHF 710'000.00	CHF -
TOTAL			CHF 6'950'000.00	CHF -	CHF 2'160'000.00	CHF 200'000.00

Bendern, 9.7.2021

(Alle Beträge sind inkl. MWST)

9.4 Budgetierter Investitionskostenverteiler 2022

Investitionskosten (Gemeindeanteile)

Gemeinden	%	Investitionskostenbudget 2022 CHF
Vaduz	12.09	24'180.00
Balzers	10.31	20'620.00
Planken	0.94	1'880.00
Schaan	25.66	51'320.00
Triesen	10.79	21'580.00
Triesenberg	5.62	11'240.00
Eschen	13.43	26'860.00
Gamprin	5.34	10'680.00
Mauren	8.9	17'800.00
Ruggell	4.74	9'480.00
Schellenberg	2.18	4'360.00
Total	100.00%	200'000.00

Alle Beträge inkl. MWST

Total Investitionen 2022

CHF 200'000.00

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 2022 – 2026 inkl. Gemeindeanteile

Gesamtinvestitionen (Stand August 2021):

⇒ Neubau PW/RB Widau, Ruggell (2022-2026)

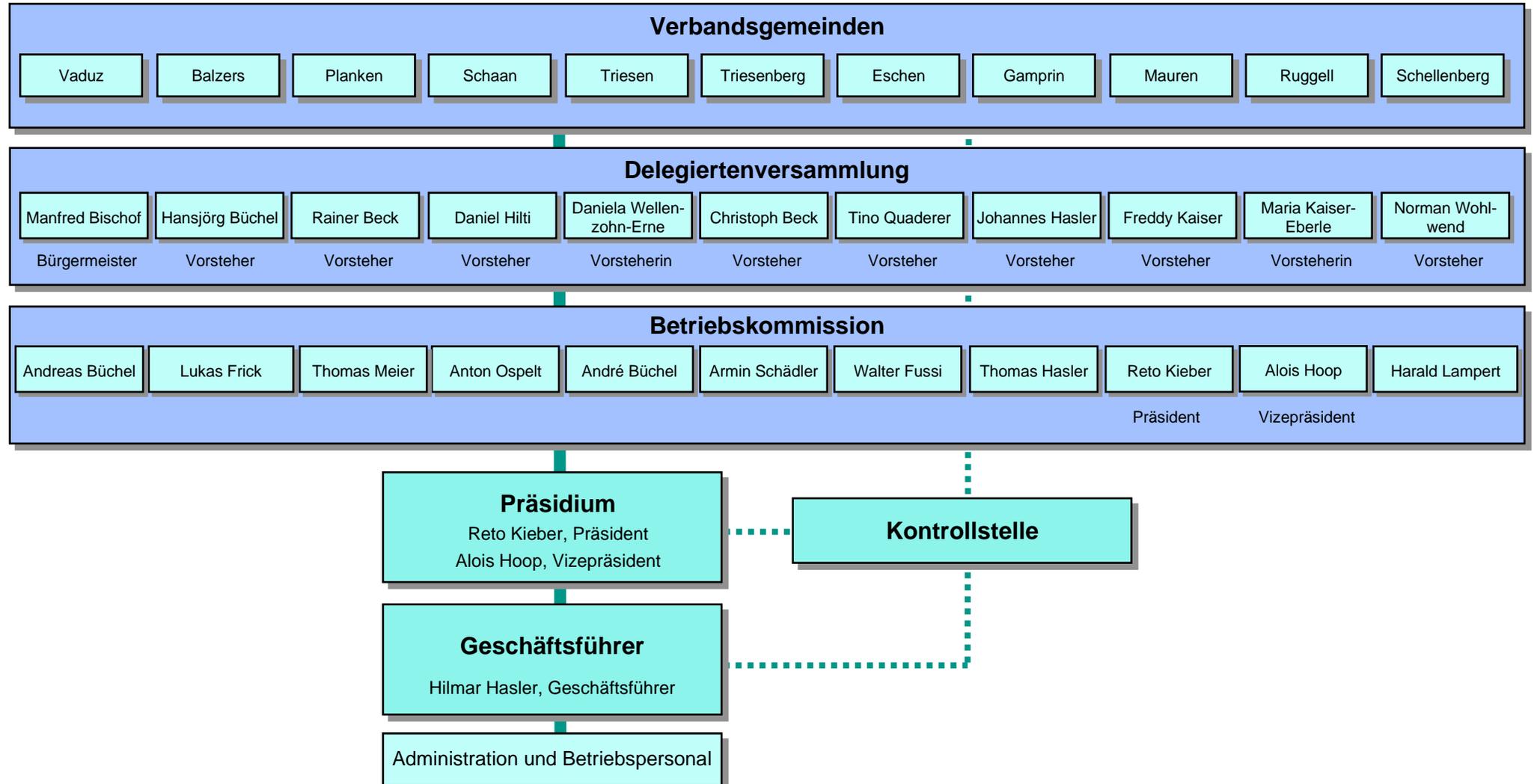
⇒ Neubau HSK Ruggell-Bendern (2022-2026)

Gemeinden	Kostenverteiler %	2022	2023	2024	2025	2026
		CHF	CHF	CHF	CHF	CHF
Vaduz	12.09	24'180.00	120'900.00	241'800.00	362'700.00	483'600.00
Balzers	10.31	20'620.00	103'100.00	206'200.00	309'300.00	412'400.00
Planken	0.94	1'880.00	9'400.00	18'800.00	28'200.00	37'600.00
Schaan	25.66	51'320.00	256'600.00	513'200.00	769'800.00	1'026'400.00
Triesen	10.79	21'580.00	107'900.00	215'800.00	323'700.00	431'600.00
Triesenberg	5.62	11'240.00	56'200.00	112'400.00	168'600.00	224'800.00
Eschen	13.43	26'860.00	134'300.00	268'600.00	402'900.00	537'200.00
Gamprin	5.34	10'680.00	53'400.00	106'800.00	160'200.00	213'600.00
Mauren	8.90	17'800.00	89'000.00	178'000.00	267'000.00	356'000.00
Ruggell	4.74	9'480.00	47'400.00	94'800.00	142'200.00	189'600.00
Schellenberg	2.18	4'360.00	21'800.00	43'600.00	65'400.00	87'200.00
Total	100.00%	200'000.00	1'000'000.00	2'000'000.00	3'000'000.00	4'000'000.00

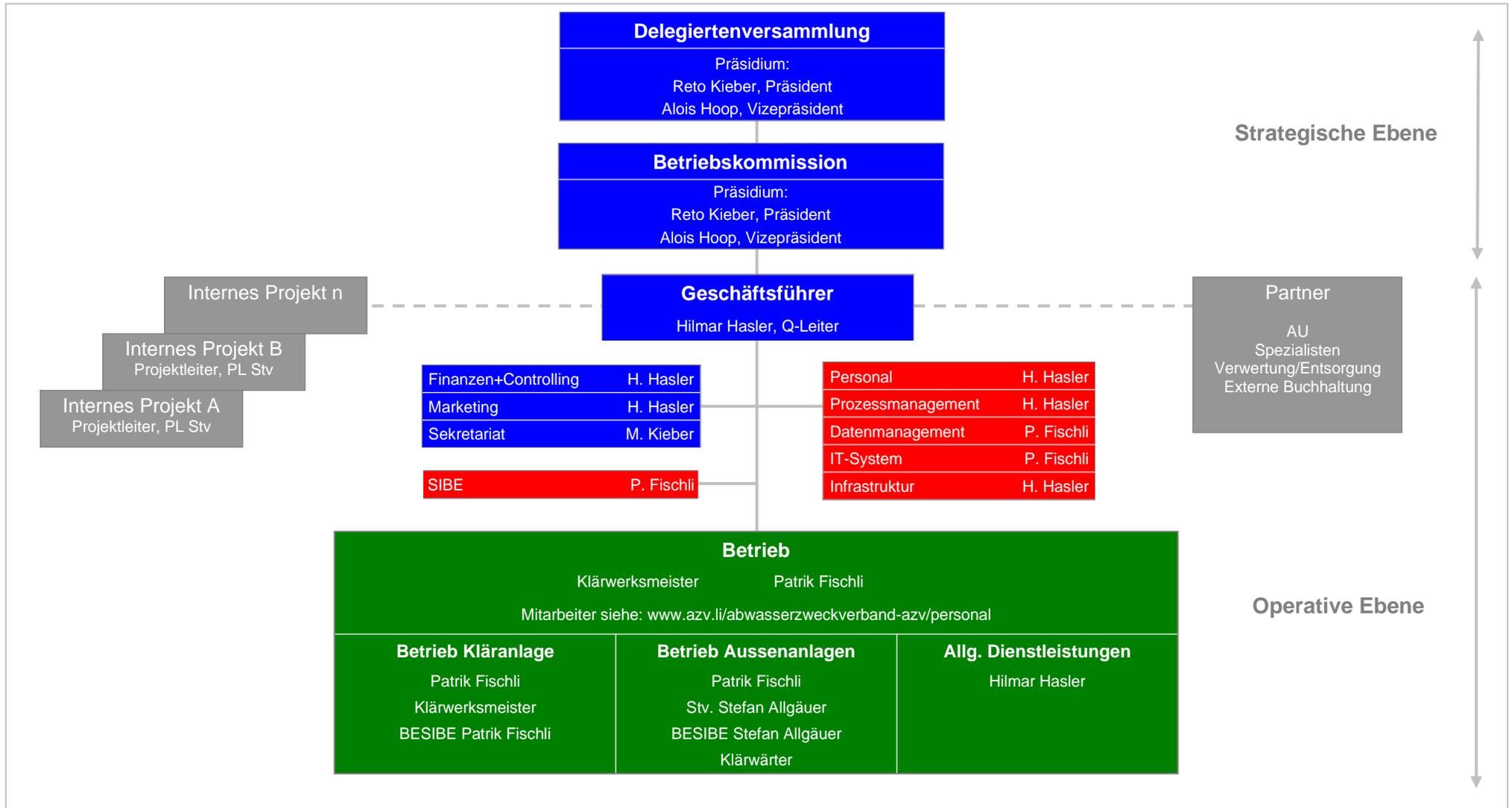
Alle Beträge inkl. MWST

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	Nendeln	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.

22. – 26. März 2021 Matthias	VSA-Kurs A8 für Klärwerkfachleute
09. Juni 2021 Hilmar, Patrik, Yves, Markus, Matthias, Samuel, Monika	Cybersicherheit Mitarbeiter-Sensibilisierung Fa. Rittmeyer AG
21. – 25. Juni 2021 Matthias	VSA-Kurs A7 für Klärwerkfachleute
28. Juni – 2. Juli 2021 Matthias	VSA-Kurs A9 für Klärwerkfachleute
19. Oktober 2021 Markus, Samuel	Electro Suisse Informationstagung für Betriebselektriker
26. Oktober – 12. November 2021 Matthias	Prüfung Klärwerkfachmann mit eidg. Fachausweis
17. – 18. November 2021 Samuel	Workshop Gerätebedienung, Vega Messtechnik AG
2021 Patrik, Hilmar	Diverse Webinare und Online Seminare

Prüfungserfolge:

Matthias Fischli, wohnhaft in Gamprin, absolvierte mit einem ausgezeichneten Ergebnis die Prüfung zur Erlangung des eidgenössischen Fachausweises für den Klärwerkfachmann. Nach einer 4-jährigen Ausbildungszeit beim Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) wurde das Fachwissen über die Abwasser- und Schlammbehandlung an vier Prüfungstagen mündlich und schriftlich intensiv geprüft. Der Abwasserzweckverband der Gemeinden Liechtensteins gratuliert Matthias zu diesem tollen Erfolg.

Robin Noser, wohnhaft in Gamprin, schloss im Juli 2021 die 2-jährige Lehre als Unterhaltspraktiker BA erfolgreich ab. Das ARA Team gratuliert Robin zur bestandenen Lehrabschlussprüfung und wünscht ihm für die Zukunft alles Gute.

10.5 Jubiläen

Stefan Allgäuer	Klärwart	25-jähriges Jubiläum
Yves Bischofberger	Klärwart	20-jähriges Jubiläum

11 ISO-Zertifizierung 9001:2015

Nach der erfolgreichen ISO-Zertifizierung am 12. November 2003 erfolgte am 2. Dezember 2021 ein Rezertifizierungsaudit nach der Norm ISO 9001:2015 durch die schweizerische Vereinigung für Qualitäts- und Management-Systeme (SQS).

Eine detaillierte und umfassende Unternehmensbewertung, das im Juni 2021 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:

- *Die Risiken und Chancen werden regelmässig evaluiert und aktualisiert. Die zugehörigen Massnahmen und Prozesse im Managementsystem sind auf das Risikomanagement abgestimmt. Die Organisation fällt in die Kategorie „kritische Infrastruktur“ und nimmt ihre diesbezüglichen Rechte und Pflichten bewusst wahr.*
- *Die Aus- und Weiterbildung geniesst einen hohen Stellenwert innerhalb der Organisation, nicht zuletzt weil die letztlich geringe Zahl von Mitarbeitenden sehr vielfältige Aufgaben bewältigen können muss.*
- *Das Betriebsgelände zeigte sich beim Rundgang ausgesprochen sauber und ordentlich.*
- *Das Prozesswissen ist über das Managementsystem gesichert, wobei bei allen Beteiligten hohes Bewusstsein und Kompetenz gegeben ist.*



12 Öffentlichkeitsarbeit

12.1 Besucher

Im Geschäftsjahr 2021 konnten wir auf der ARA Bendern 12 Besuchergruppen mit total 243 Besuchern begrüßen. Aufgrund der Corona-Schutzmassnahmen konnten wir teilweise keine Besucherführungen durchführen.

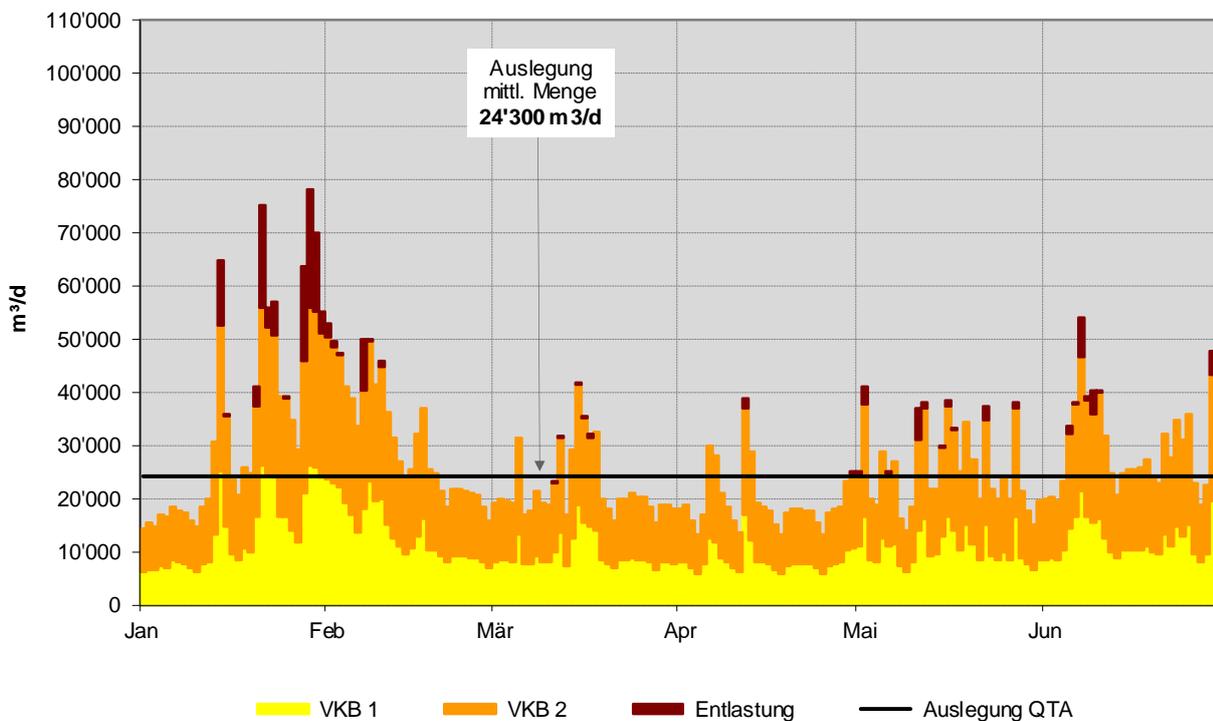
Nach der Vorführung des ARA Films, über die Geschichte der Abwasserreinigung in Liechtenstein und die Funktionsweise der ARA in Bendern, erfolgt ein Betriebsrundgang für die Besucher. Einen Höhepunkt bei den Besucherführungen bildet die Betrachtung der Mikroorganismen der biologischen Abwasserreinigung unter dem Mikroskop. Mit dem Flyer „Vom Abwasser zum R(h)einwasser...“ und der Broschüre „ALLES KLAR“ erhält jeder Besucher wichtige Informationen rund um die Abfall- und Abwasserbewirtschaftung in Liechtenstein.

12.2 Pressespiegel

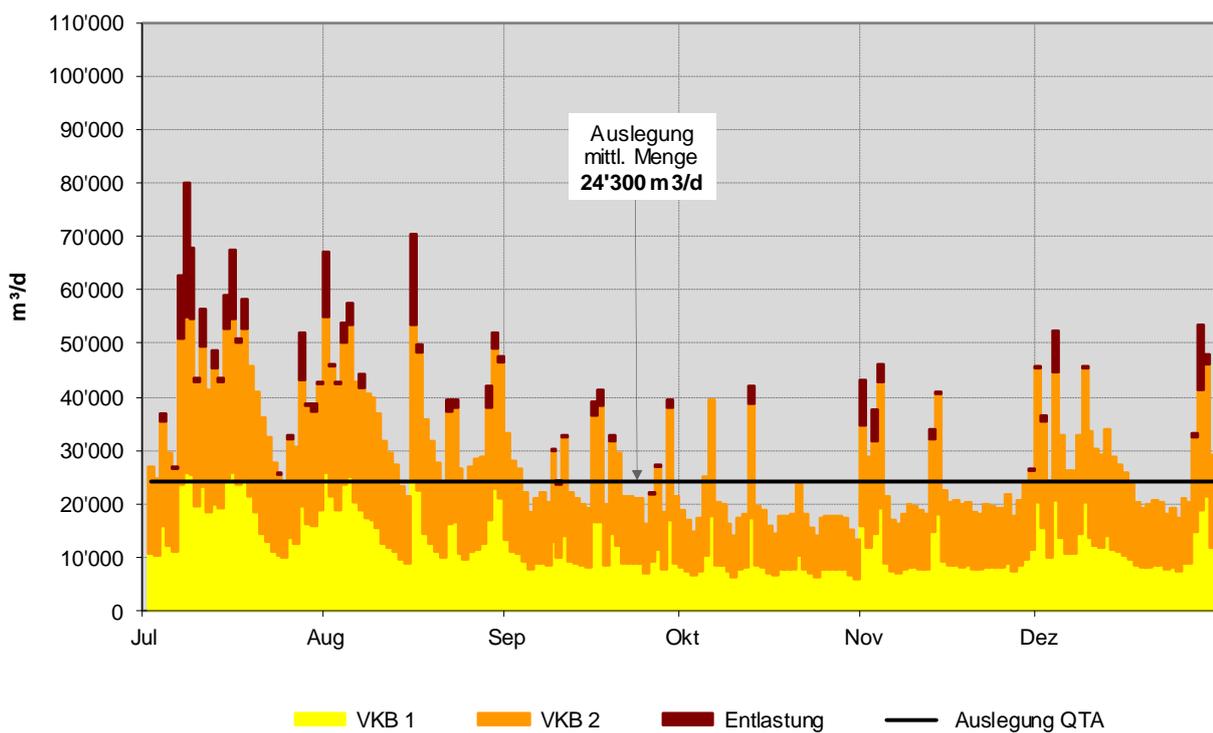


13 Anhang 13.1 Diagramme Betriebsdaten

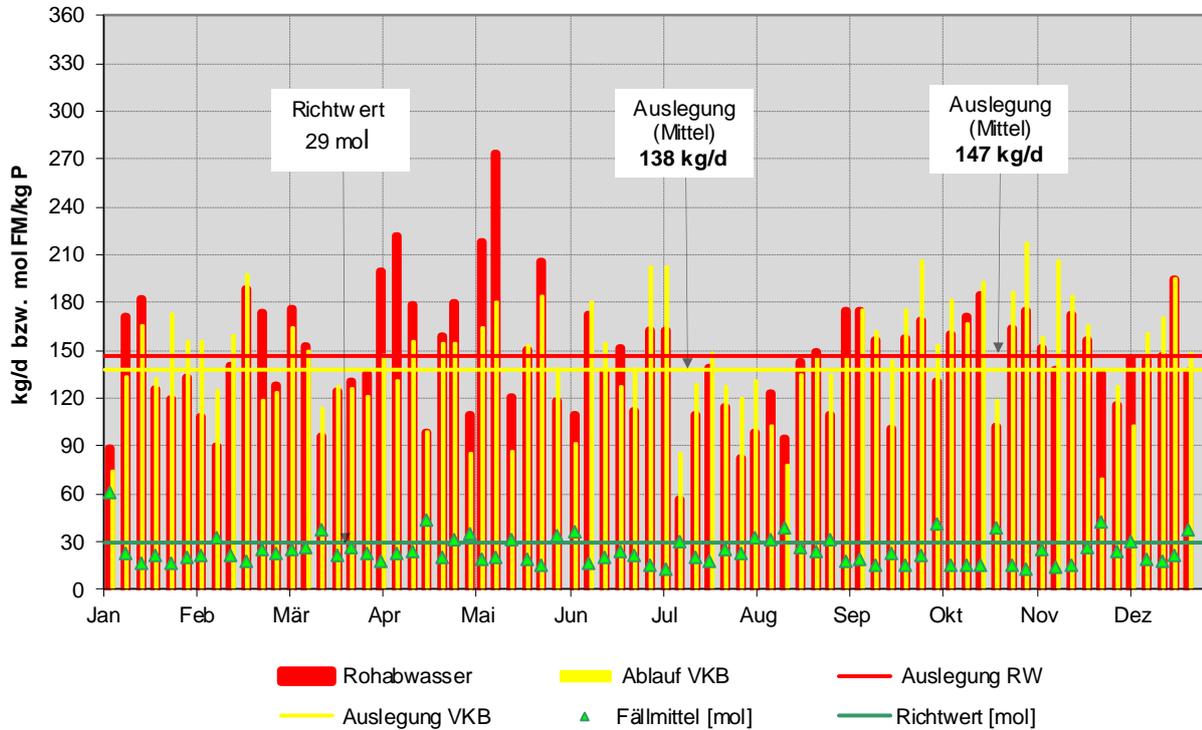
Zulauf Menge
VKB 1 - VKB 2 - Entlastung (Jan-Juni)



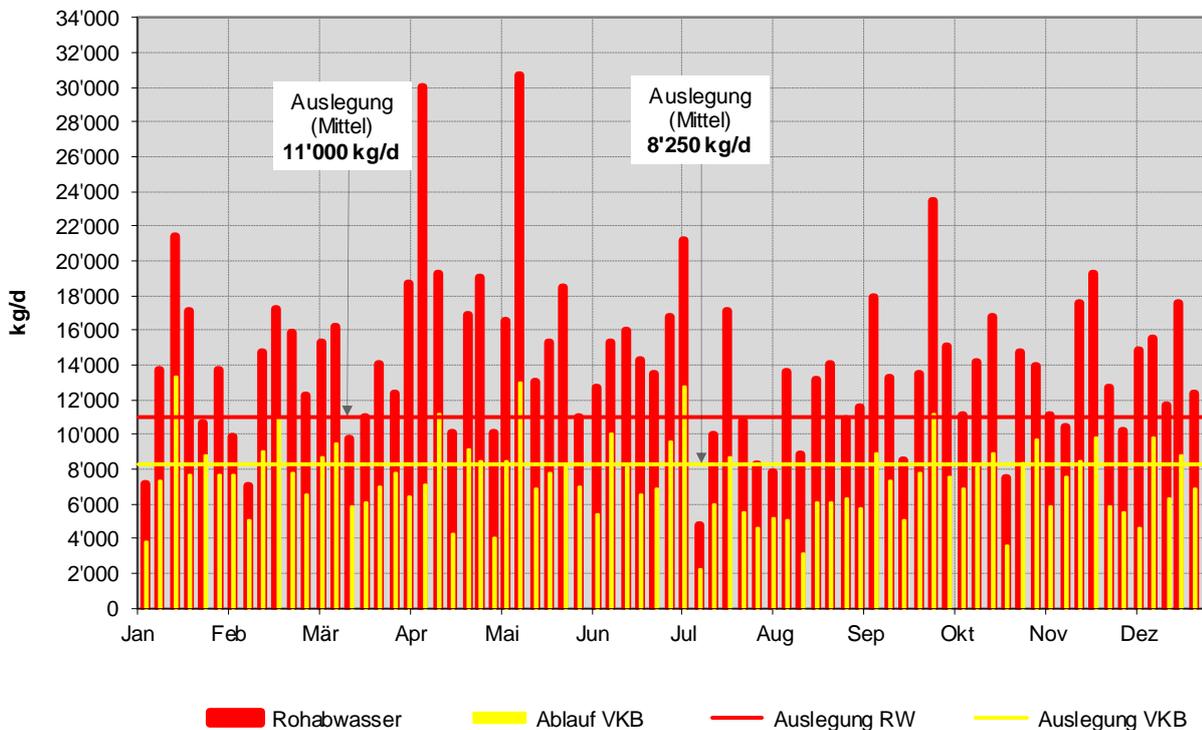
Zulauf Menge
VKB 1 - VKB 2 - Entlastung (Juli-Dez)



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

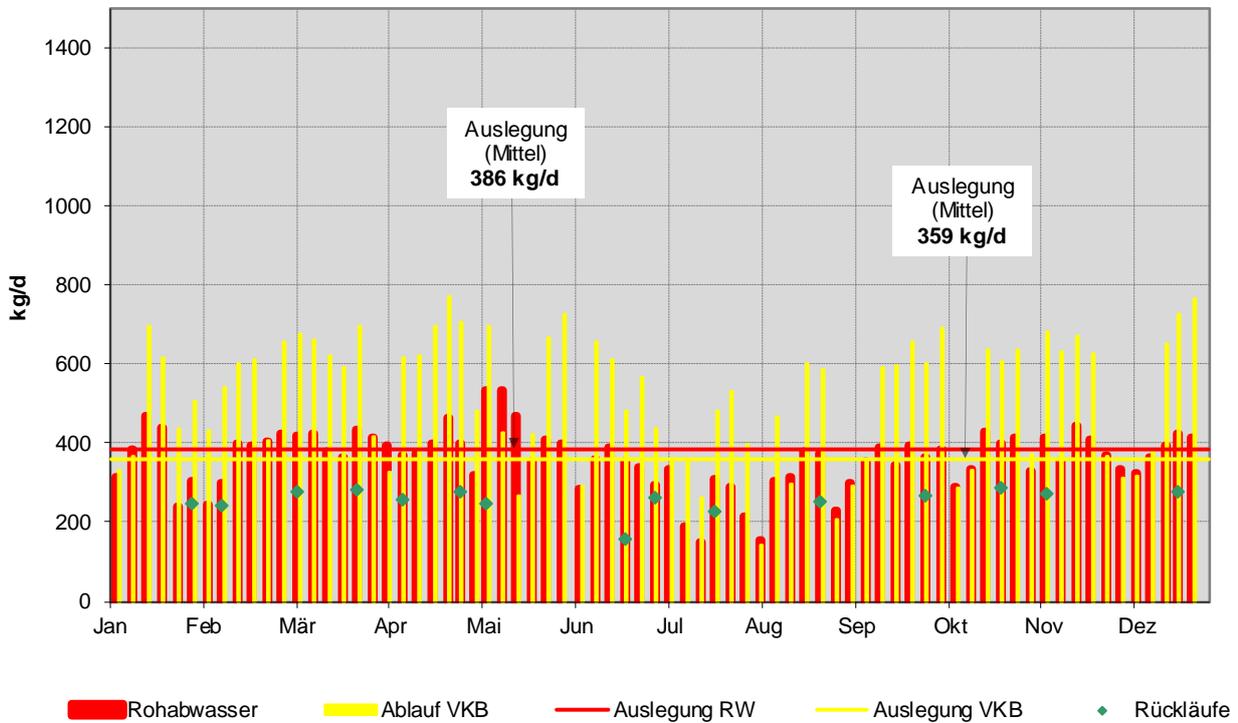


Fracht Zulauf Chem. Sauerstoffbedarf (CSB)
Rohabwasser (RW) - Vorklärung (VKB)

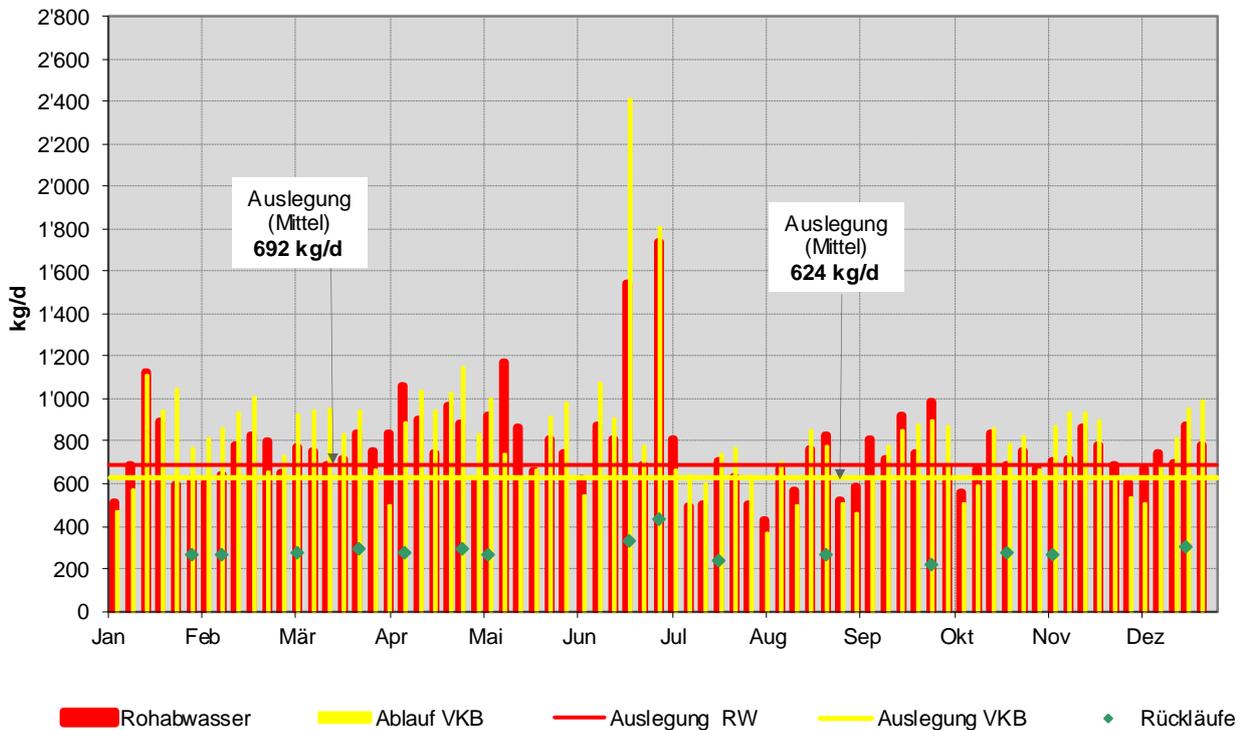




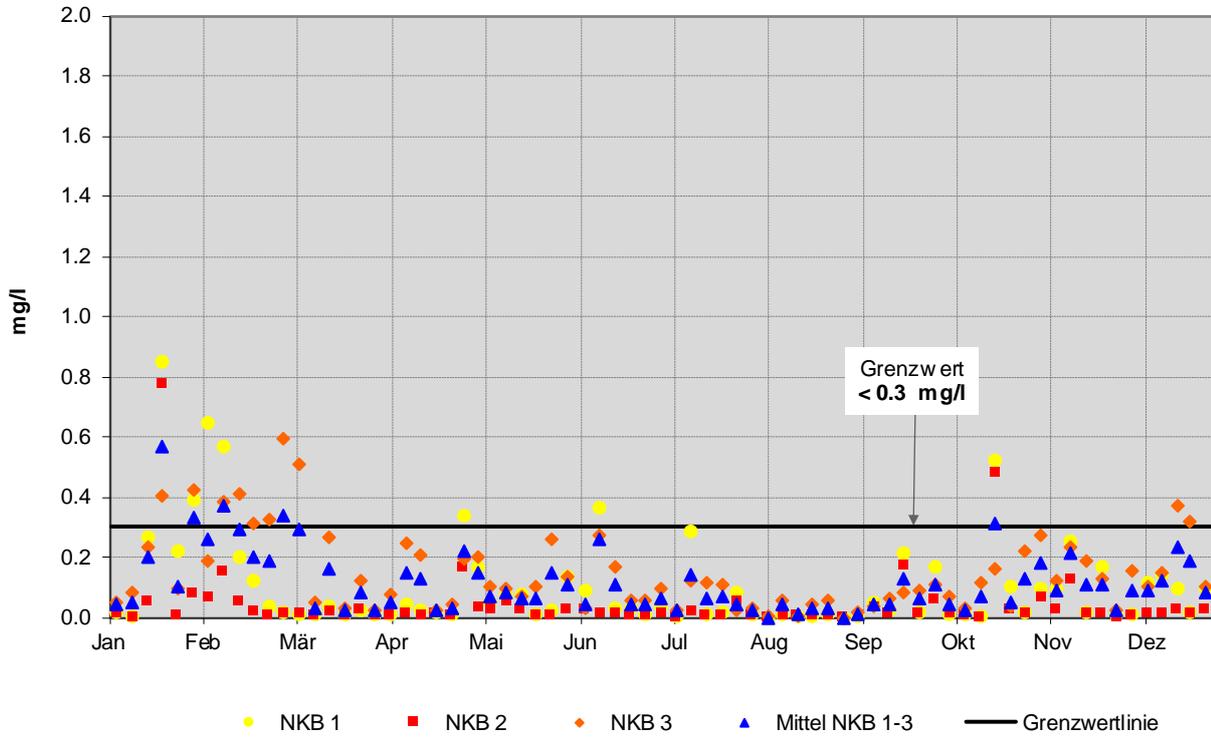
Fracht Zulauf Ammonium (NH₄-N) Rohabwasser (RW) - Vorklärung (VKB)



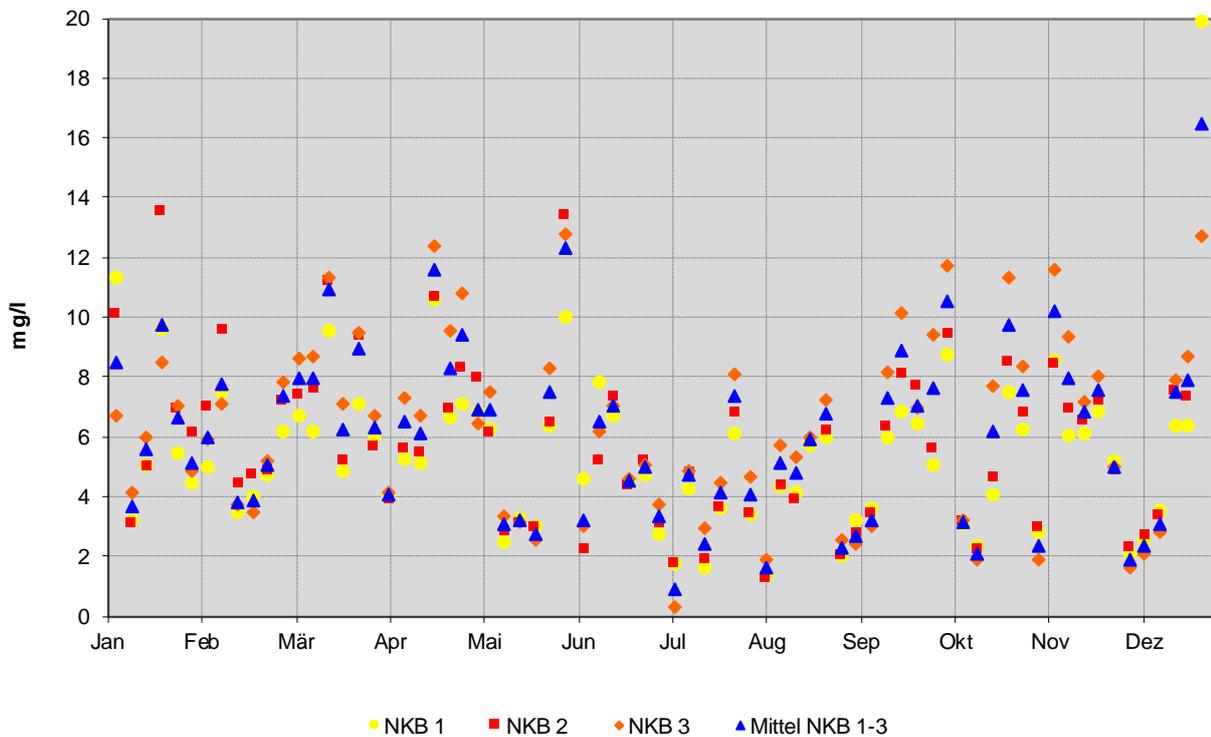
Fracht Zulauf Gesamt Stickstoff (N) Rohabwasser (RW) - Vorklärung (VKB)



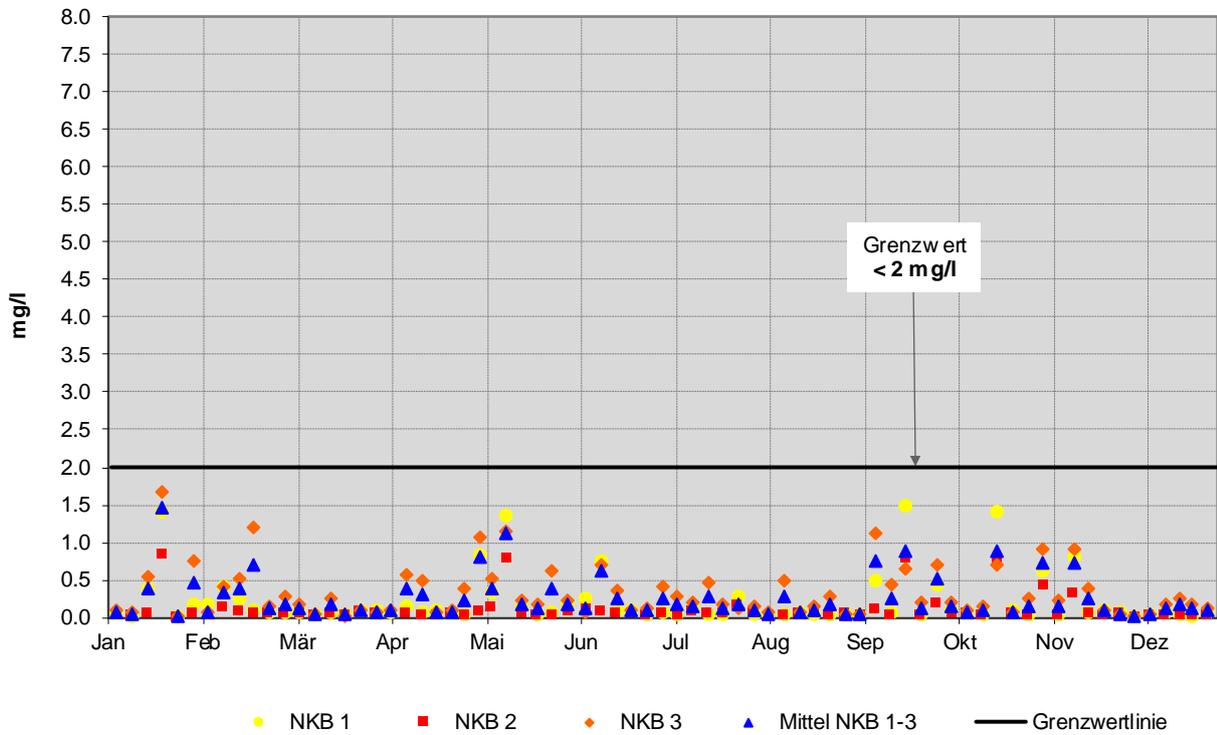
Konzentration Ablauf Nitrit (NO₂-N)



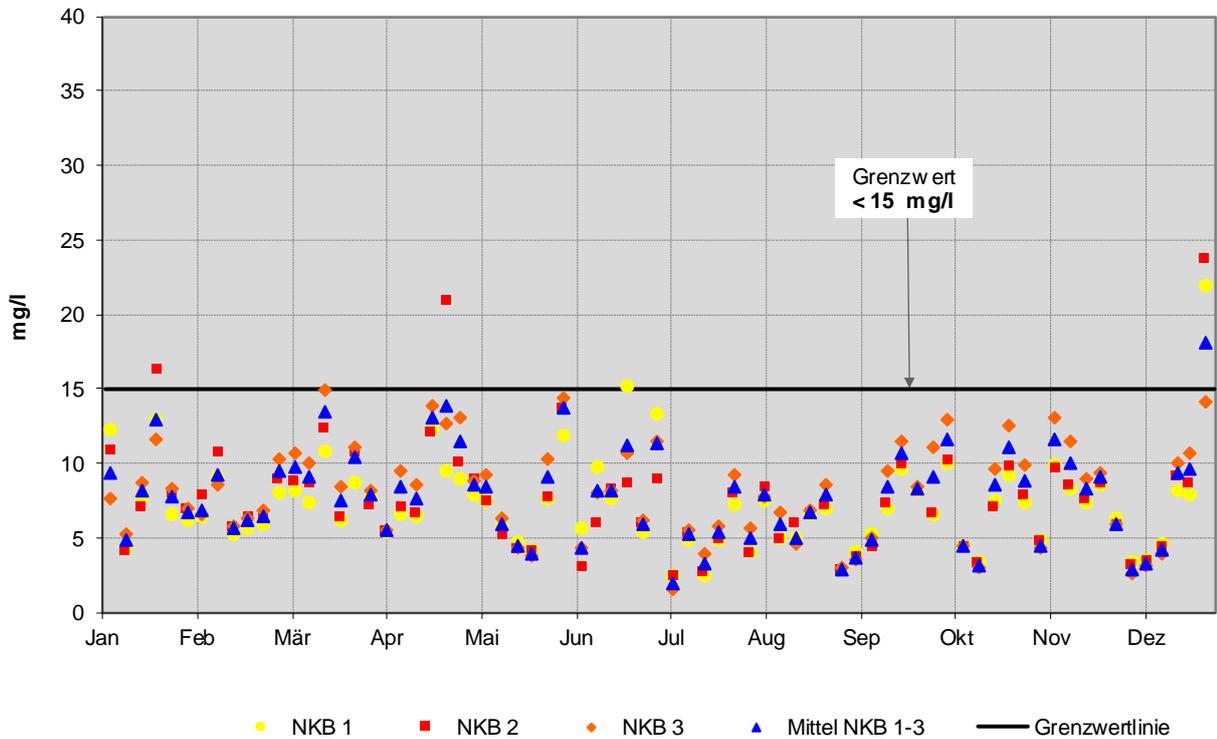
Konzentration Ablauf Nitrat (NO₃-N)



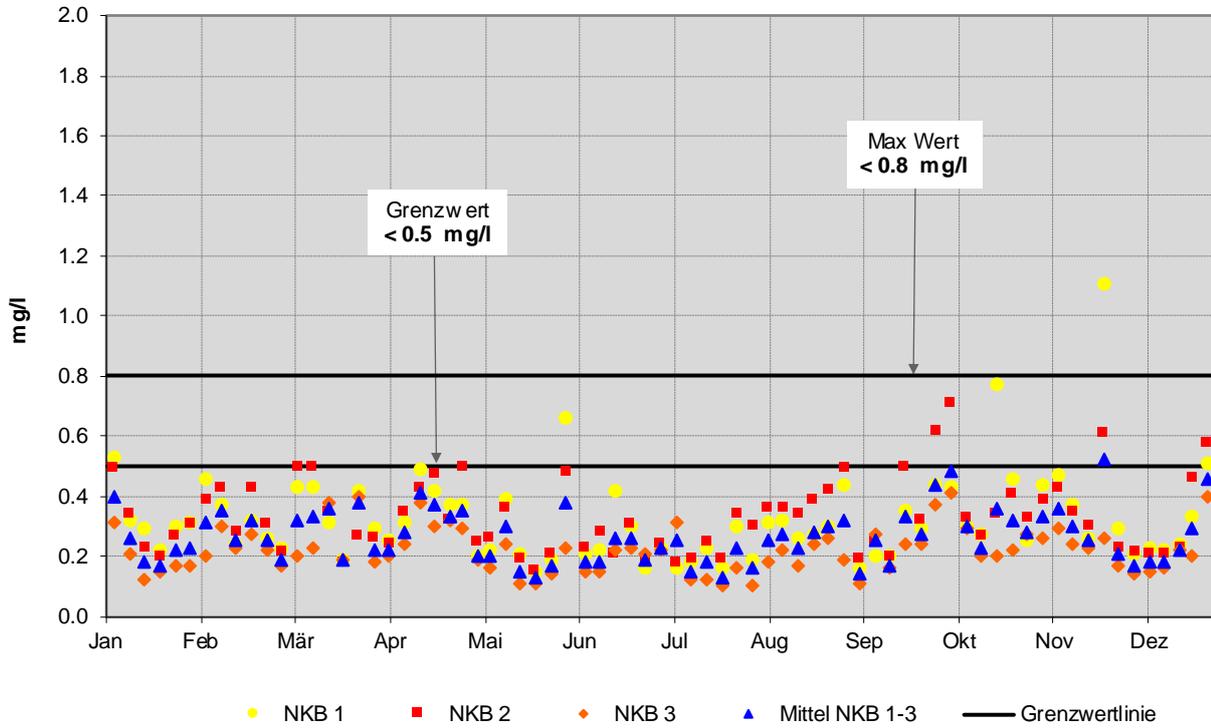
Konzentration Ablauf Ammonium (NH₄-N)



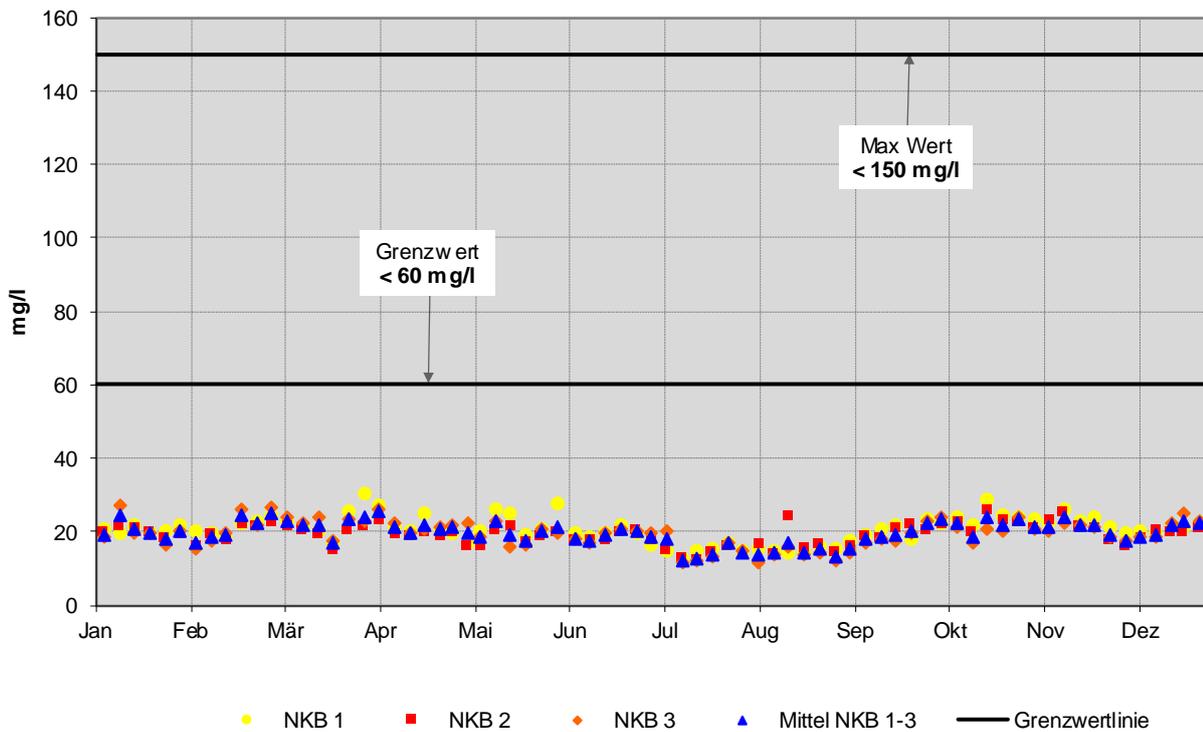
Konzentration Ablauf Gesamt Stickstoff (N)



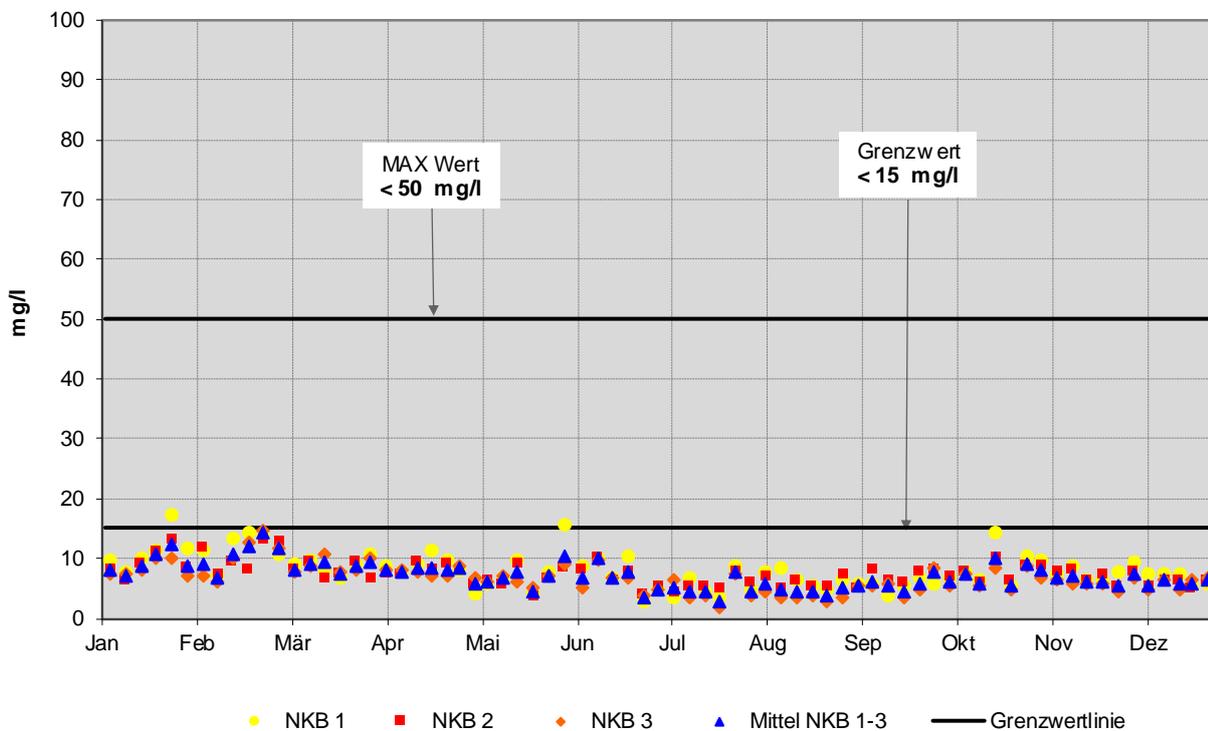
Konzentration Ablauf Gesamt Phosphor (P)



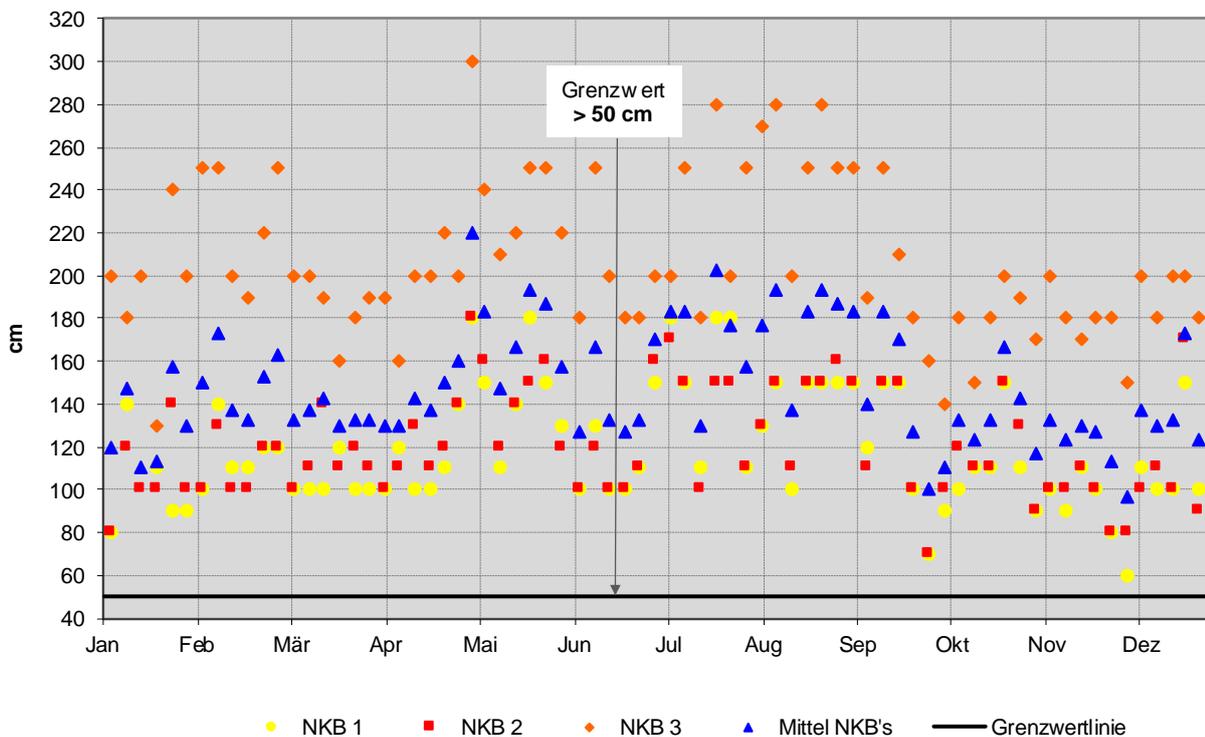
Konzentration Ablauf Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)



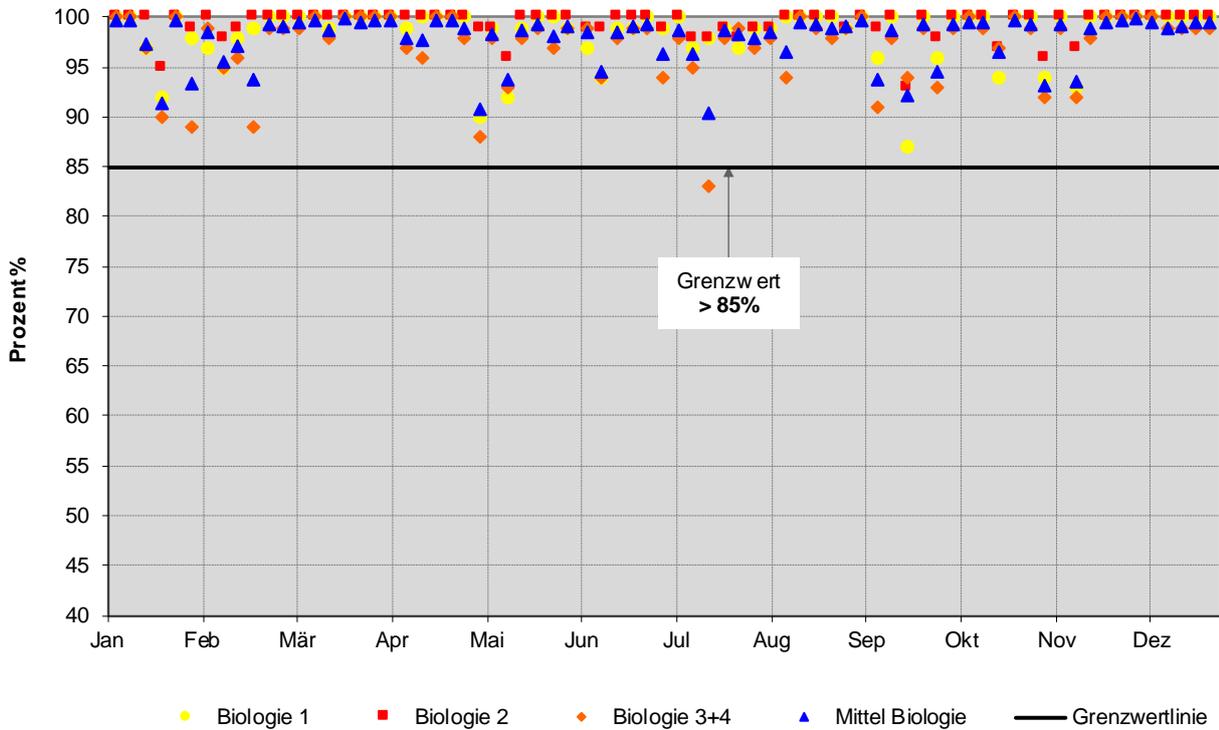
Konzentration Ablauf Gesamte ungelöste Stoffe (GUS)



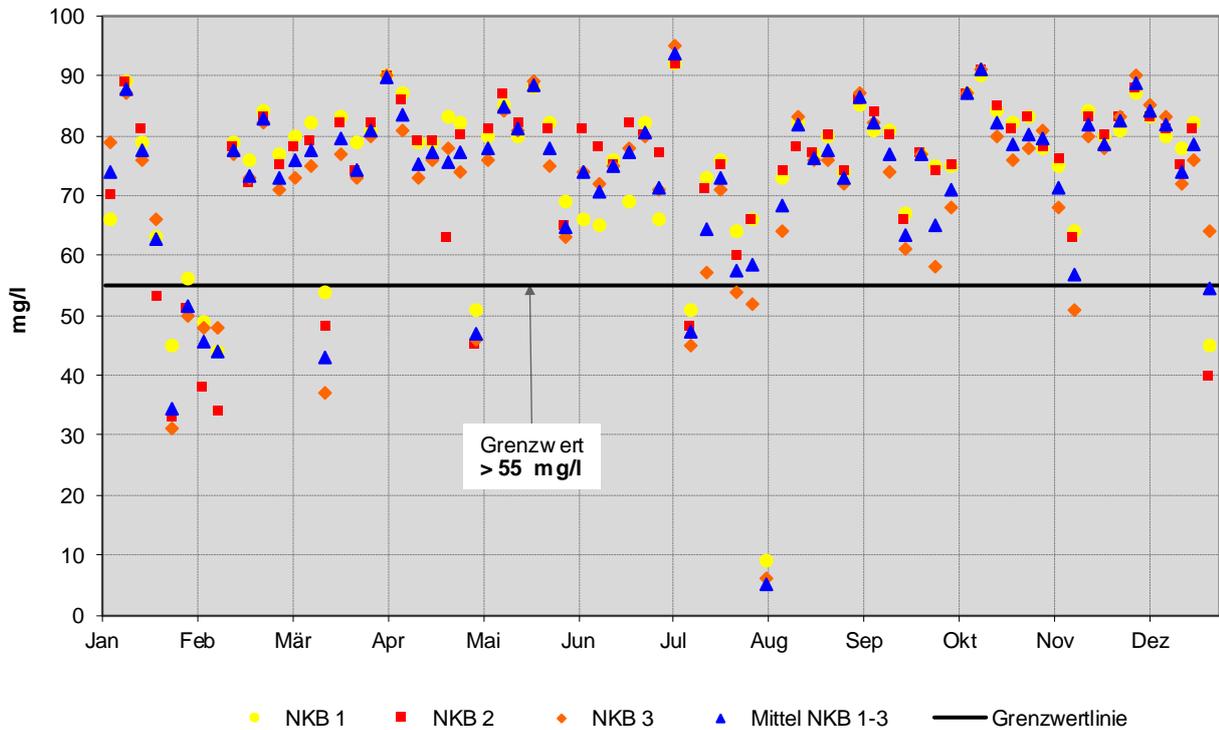
Sichttiefe nach Secchi



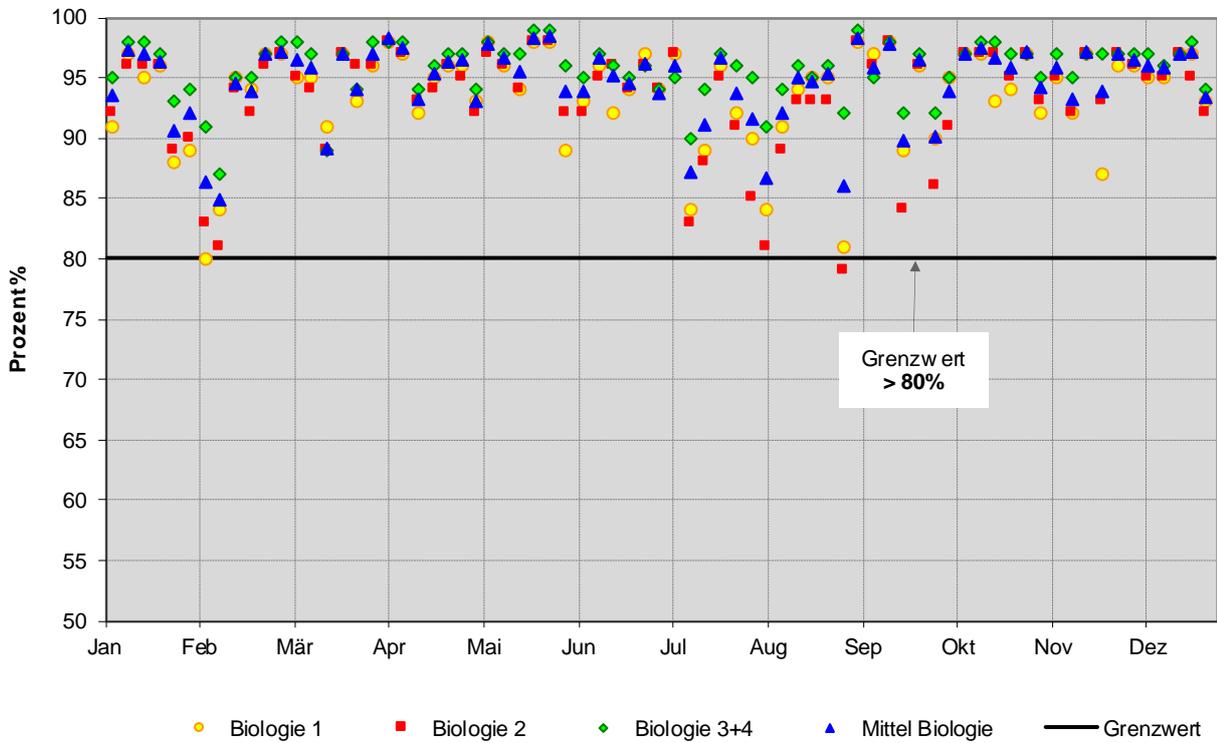
Reinigungseffekt Zulauf - Ablauf
Ammonium (NH₄-N)



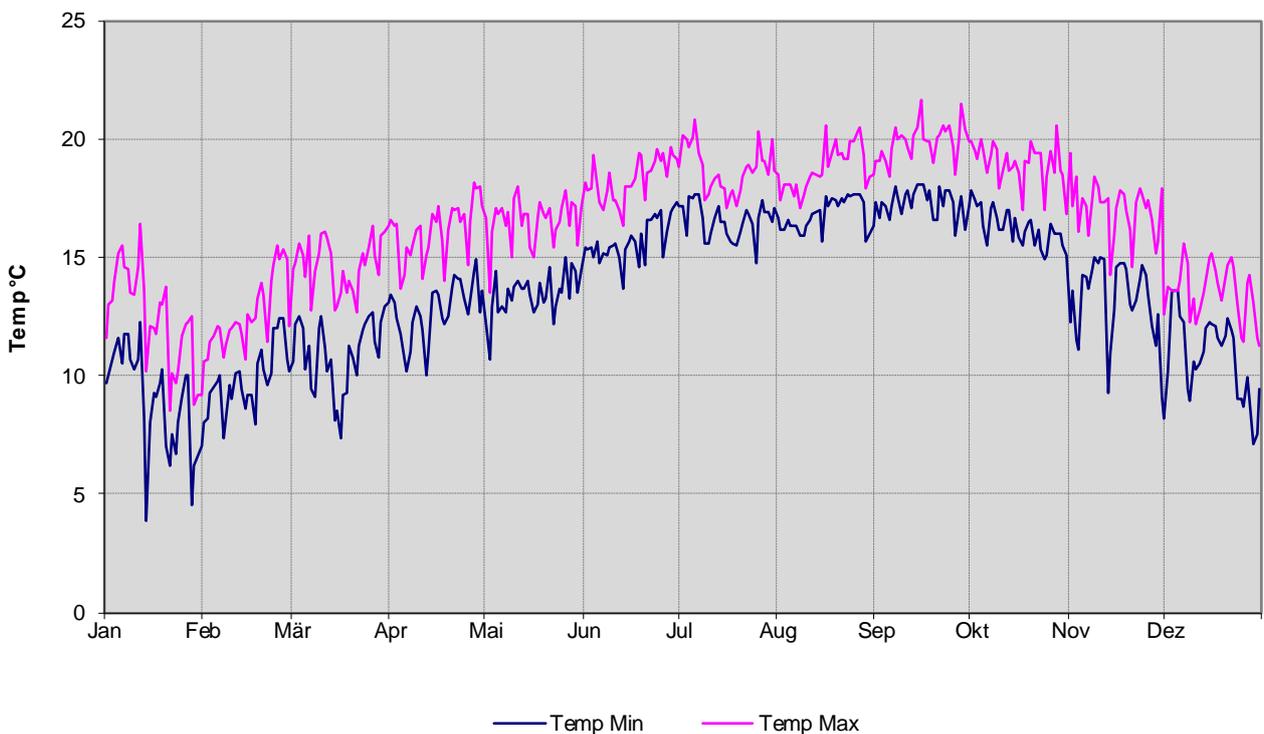
Reinigungseffekt Zulauf - Ablauf
Gesamt Stickstoff (N)



Reinigungseffekt Zulauf - Ablauf Gesamt Phosphor (P)



Zulauf: Temperatur Online



13.2 Tabellen

13.2.1 Frischschlamm, Schlammeindickung und Gasproduktion

Monat	Frischschlamm					Voreindickung		Schlammeintrag in Faulraum 1			Flockungs- mittel	Klärgas- produktion
	Menge	Trockensubstanz % gemittelte Werte		organischer Anteil % gemittelte Werte		Dünn- schlamm	Dick- schlamm	direkt	effektiv	effektive Vol. Reduk.	Verbrauch VEW *	Total
	m³	%	kg	% des TS	kg	m³	m³	m³	m³	%	kg/to TS	m³
Januar	7'061	3.8	270'672	78.3	211'846	7'032	2'739	28	2'767	61	5.8	103'915
Februar	8'090	3.8	305'802	74.9	228'944	8'071	2'709	20	2'729	66	4.7	108'974
März	8'200	4.1	332'686	73.6	244'746	8'182	2'940	20	2'960	63	5.0	119'869
April	8'337	3.3	275'121	75.6	207'991	8'324	2'915	12	2'927	64	6.3	112'752
Mai	8'949	3.1	277'419	77.8	215'740	8'949	3'302	0	3'302	63	5.6	116'298
Juni	7'945	3.8	297'938	73.9	220'176	7'945	2'978	0	2'978	62	2.3	106'520
Juli	9'031	3.5	317'214	78.4	248'801	9'019	3'119	14	3'133	65	2.5	100'792
August	6'925	3.6	246'530	72.3	178'159	6'926	2'450	0	2'450	65	2.3	82'906
September	8'816	3.5	305'621	73.2	223'613	8'788	2'812	26	2'838	68	2.5	99'582
Oktober	10'047	2.7	275'575	75.5	207'921	10'047	3'060	0	3'060	69	3.0	111'423
November	9'256	3.2	292'225	73.9	215'857	9'256	2'978	0	2'978	67	2.8	103'998
Dezember	8'868	3.2	285'043	76.1	216'823	8'853	3'236	15	3'251	63	3.2	113'283
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
Total 2019	88'648	3.4	3'014'101	76.0	2'290'089	88'511	34'695	124	34'818	60	6.5	1'244'823

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	12.5	3.0	2'152	96	23.6	0.00	71.26	94.0	67.0
Februar	9.0	0.0	2'410	104	22.8	1.14	114.80	93.6	108.5
März	14.4	3.0	2'726	116	23.2	0.00	135.55	92.9	125.9
April	15.8	5.0	2'777	122	24.0	0.00	117.63	93.2	109.6
Mai	9.0	8.0	2'070	93	25.0	1.78	97.70	93.2	92.7
Juni	9.5	3.0	2'577	114	25.0	0.00	122.14	92.4	113.1
Juli	12.9	6.0	3'168	138	25.0	1.84	171.23	92.4	161.0
August	11.4	6.0	2'175	96	25.3	1.78	110.10	93.0	104.2
September	10.1	3.0	1'950	88	24.8	0.64	95.34	92.3	87.6
Oktober	15.3	3.0	2'295	105	24.9	1.30	94.14	92.5	87.0
November	13.0	6.0	2'204	102	24.2	0.00	139.36	91.0	127.6
Dezember	15.7	3.0	2'140	96	23.6	0.00	70.30	93.0	65.2
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
Total 2019	135	31.5	28'470	1'183	23.8	15.74	1'254.14	92.9	1'178.3

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

13.2.3 Beschaffenheit Klärschlamm Betriebsjahre 2012 – 2021

Parameter	Einheit	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Mittel	Grenzwert
Trockensubstanz	%	93.1	92.5	92.6	92.4	92.1	93.3	93.2	92.9	92.7	92.8	92.8	---
davon organisch	%	51.0	52.9	54.0	53.5	55.6	56.1	56.0	57.9	53.8	54.8	54.6	---
davon anorganisch	%	49.0	47.1	46.0	46.5	44.4	43.9	44.0	42.1	46.2	45.2	45.4	---
Schwermetalle													
Blei	g/t TS	38.8	30.5	27.8	30.8	34.8	35.3	33.3	36.5	35.5	34.5	33.8	500
Cadmium	g/t TS	0.8	1.3	0.9	1.0	1.1	1.1	0.8	1.0	0.7	0.6	0.9	5
Chrom	g/t TS	72.8	64.3	60.3	66.5	74.5	66.3	87.0	92.0	97.5	101.5	78.3	500
Kobalt	g/t TS	5.6	6.4	6.4	5.7	5.6	5.7	4.9	5.0	5.4	6.5	5.7	60
Kupfer	g/t TS	310	325	350	348	393	340	297	394	370	385	351	600
Molybdän	g/t TS	20.5	66.0	18.3	17.5	17.8	16.8	21.3	18.0	12.0	14.0	22.2	20
Nickel	g/t TS	48.0	46.8	49.5	50.5	49.3	43.8	47.0	47.0	55.0	41.0	47.8	80
Quecksilber	g/t TS	0.4	0.4	0.4	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4	1.0	0.5	0.5	5
Zink	g/t TS	803	770	736	809	741	743	785	820	830	610	765	2'000
Verhältnis zu Grenzwerten	%	35	61	34	35	35	32	35	35	34	31	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	1'065'865	406'441	104'009	961'856	950'624	2'633	30'850
Februar	896'591	310'530	14'481	882'110	864'565	2'985	29'790
März	692'478	253'944	1'275	691'203	679'698	3'405	34'404
April	583'636	225'932	1'991	581'645	572'418	3'316	36'323
Mai	798'159	355'358	15'435	782'724	768'318	2'600	31'227
Juni	901'080	418'150	20'563	880'517	863'420	3'146	31'780
Juli	1'340'701	600'164	102'449	1'238'252	1'221'506	3'944	26'197
August	1'200'433	543'244	52'758	1'147'675	1'128'186	2'726	36'624
September	753'941	293'652	9'391	744'550	732'063	2'423	27'879
Oktober	590'718	227'453	3'170	587'548	573'282	2'927	31'071
November	708'672	278'546	19'426	689'246	664'945	2'713	30'619
Dezember	917'180	333'475	24'098	893'082	864'023	2'595	33'193
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
Total 2019	10'879'001	4'054'190	564'639	10'314'363	10'153'722	33'960	393'207

* 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		
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		
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		
Wärmebezug:											
Niedertemperatur von BGA	NT kWh	64'739	38'607	10'518	15'190	3'760	2'451	3'736	15'128		
Hochtemperatur von BGA	HT kWh	614'437	935'299	677'139	651'628	677'917	746'625	504'032	715'940		
Wärmerückgew. Trocknung **/**	kWh	407'751	422'163	474'704	492'090	479'298	520'349	563'325	636'013		
Wärmerückgew. Abgas Heizung	kWh	197'918	176'273	158'620	209'020	202'405	203'028	207'792	201'196		
Wärmeproduktion BHKW *	kWh	71'861	25'050	116'810	161'750	133'200	85'300	45'860	53'810		
Notheizung	kWh	56'090	51'734	14'165	8'347	8'778	0	22'988	371		
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		
Wärmeverbrauch:											
Boiler 1 Faulanlage	kWh	129'163	115'677	122'288	107'013	96'363	102'554	99'052	100'279		
Boiler 2 Schlammwässerung	kWh	181'360	188'990	166'465	177'906	173'192	177'585	187'049	180'144		
Schlammheizung Faulraum 1 **	kWh	863'745	832'519	762'388	789'539	804'161	813'465	783'857	850'652		
Gebäudeheizung und Verlust	kWh	238'528	511'940	400'815	463'567	431'642	464'149	277'775	491'383		
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		

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 2012 – 2021 in Zahlen

KLÄRANLAGE BENDERN			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Der Anlage zugeleitetes Abwasser :	m ³		11'319'291	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
- davon aus Vaduz, Triesen, Triesenberg, Balzers	m ³		4'320'902	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
Fällmittelverbrauch: Aluminiumsulfat *1)	l		391.1	314.38	342.8	305596	302982.00	282'587	336'896	393'207	456'044	379'957
Fällmittelkosten	CHF		133'749	110'755	134'456	104'458	88'949	82'053	89'318	109'152	121'916	103'205
Spez. Kosten Phosphatelimination	Rp./m ³		1.182	1.024	1.313	1.036	0.786	0.780	1.001	1.003	1.236	0.988
Betriebsstunden *2)												
	BHKW 1	h	1'576	1'782	46	25	344	478	304	154	110	104
	BHKW 2	h	1'740	1'461	202	106	217	228	260	241	75	160
	BHKW 3	h	3'049	2'337	56	-	-	-	-	-	-	-
Stromproduktion	BHKW 1-3	kWh	956'152	884'336	45'176	16'936	80'240	96'504	75'088	53'320	24'888	35'696
Erlös aus Stromverkauf	CHF		139'891.75	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
	Rp/kWh		14.631	13.42	4.52	14.03	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	9.57
Strombezug LKW	HT	kWh	1'965'315	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
	NT	kWh	2'622'600	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
Total Strombezug LKW		kWh	4'587'915	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
Stromverbrauch BGA *2)		kWh			164'053	149'445	147'136	154'603	153'076	160'935	165'397	160'061
Stromverbrauch ARA ohne BGA		kWh	4'587'915	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
Stromkosten inkl. Höchstlast (Ankauf)	CHF		569'267.38	539'135.97	505'962.43	506'938.79	465'682.00	460'747.83	466'237.29	509'751.21	540'371.68	517'366.03
Durchschnittlicher kWh-Preis, inkl. Höchstlasttarif (Bezug v. LKW)	Rp./kWh		12.41	12.00	10.91	11.10	10.07	9.73	9.96	10.77	11.20	10.81
Spez. Stromverbrauch pro m ³ Abwasser (inkl. BGA)	kWh/m ³		0.405	0.415	0.453	0.453	0.409	0.450	0.525	0.435	0.489	0.458
Spez. Stromkosten pro m ³ Abwasser	Rp./m ³		5.03	4.99	4.94	5.03	4.12	4.38	5.22	4.69	5.48	4.95
Betriebskosten pro Einwohnerzahl	CHF/EG/a		49.42	45.01	59.13	40.36	39.87	43.10	45.13	38.93	42.11	44.39

*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 (CH_4). 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 (CH_4), 35% Kohlendioxid (CO_2) und aus 2% andere Gase (N_2 , H_2 , H_2S) 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 (CH_4) 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 Schlamm aufheizung wieder zur Verfügung, womit beträchtlich Brennstoffe eingespart werden können

ABWASSERZWECKVERBAND
DER GEMEINDEN LIECHTENSTEINS

