

# GESCHÄFTSBERICHT 2019





# Geschäftsbericht 2019

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Vorwort</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Organisatorisches</b> .....	<b>5</b>
2.1	Delegiertenversammlung .....	5
2.2	Betriebskommission.....	6
<b>3</b>	<b>Bautätigkeitsbericht</b> .....	<b>7</b>
3.1	Neubau HSK-2 Triesen, Arg-Hoval .....	7
3.2	HSK Nendeln-Esche, Düker.....	10
<b>4</b>	<b>Anschaffungen und Werterhaltung</b> .....	<b>12</b>
4.1	ARA .....	12
4.2	Aussenanlagen .....	13
<b>5</b>	<b>Aussenanlagen</b> .....	<b>14</b>
5.1	Betriebsrapport Regenklärbecken.....	15
<b>6</b>	<b>Betriebsbericht und Betriebsdaten</b> .....	<b>16</b>
6.1	Zusammenfassung .....	16
6.2	Einleitung.....	18
6.2.1	Kontrolle der Anlage .....	18
6.2.2	Betrieb ARA.....	19
6.3	Belastungen im Zulauf .....	22
6.3.1	Abwassermengen .....	22
6.3.2	Stofffrachten .....	24
6.3.3	Fremdwasser .....	27
6.4	Behandelte Abwassermenge und entzogene Stofffrachten .....	28
6.4.1	10-Jahres Diagramm entzogene Stofffrachten .....	30
6.5	Beschaffenheit des gereinigten Abwassers und Reinigungsleistung .....	31
6.5.1	Konzentrationen.....	31
6.5.2	Betriebsdaten (Diagramme).....	33
6.5.3	Kontrollproben des Amtes für Umwelt im Vergleich mit Analysen der ARA .....	34
6.5.4	Abbauleistung .....	35
6.5.5	Restfrachten (an Labortagen) .....	36
6.5.6	Online Messung Ablauf Rhein.....	38
6.6	Phosphat Simultanfällung .....	40
6.7	Belebtschlammeigenschaften .....	40
6.8	Klärschlamm .....	41

6.8.1	Überschussschlamm .....	41
6.8.2	Frischschlamm.....	42
6.8.3	Abbau und Eindickung .....	44
6.8.4	Klärschlamm Verwertung .....	44
6.8.5	Weitergehende Schlammbehandlung .....	45
6.8.6	Klärschlamm - Granulat .....	48
6.8.7	Gasproduktion .....	49
6.9	Energiebilanzen .....	51
6.9.1	Deckung des Energiebedarfs.....	51
6.9.2	Stromverbrauch/-rückspeisung .....	54
6.9.3	Spezifischer Energieverbrauch .....	56
<b>7</b>	<b>Kontrollbericht vom Amt für Umwelt .....</b>	<b>58</b>
<b>8</b>	<b>Finanzen Rückblick .....</b>	<b>60</b>
8.1	Bilanz 2019 / 2018 .....	60
8.2	Erfolgsrechnung 2019 / 2018.....	62
8.3	Investitionen 1972 – 2019.....	64
8.4	Anhang zur Jahresrechnung per 31. Dezember 2019.....	65
8.5	Revisionsbericht .....	66
8.6	Zusammenstellung der Einwohnergleichwerte und Betriebskostenanteile 2019.....	67
<b>9</b>	<b>Finanzen Ausblick .....</b>	<b>68</b>
9.1	Betriebskostenbudget 2020 .....	68
9.2	Verteilschlüssel für Betriebskostenbudget 2020.....	70
9.3	Investitionsbudget 2020 .....	71
9.4	Budgetierter Investitionskostenverteiler 2020.....	72
9.5	Übersicht Investitionskostenverteiler 2020 – 2024 inkl. Gemeindeanteile .....	73
<b>10</b>	<b>Personelles .....</b>	<b>74</b>
10.1	Organigramm AZV.....	74
10.2	Organigramm Betrieb.....	75
10.3	Personal .....	76
10.4	Mitarbeiter Aus- und Weiterbildung.....	77
10.5	Jubiläen .....	77
<b>11</b>	<b>ISO-Zertifizierung 9001:2015.....</b>	<b>78</b>
<b>12</b>	<b>Öffentlichkeitsarbeit.....</b>	<b>79</b>
12.1	Besucher .....	79
12.2	Pressespiegel.....	80
<b>13</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>81</b>
13.1	Diagramme Betriebsdaten .....	81

---

13.2	Tabellen.....	90
13.2.1	Frischschlamm, Schlammeindickung und Gasproduktion .....	90
13.2.2	Rückstandsentsorgung / Klärschlamm Abgabe / Verwertung.....	91
13.2.3	Beschaffenheit Klärschlamm Betriebsjahre 2009 – 2019 .....	92
13.2.4	Wassermengen / Fällmittel / Filtratwasser.....	93
13.2.5	Gas und Wärme.....	94
13.2.6	10 Betriebsjahre 2010 – 2019 in Zahlen .....	95
<b>14</b>	<b>Begriffserklärungen.....</b>	<b>96</b>





## 1 Vorwort

Die Betonoberfläche des Gerinnes zwischen dem Hebewerk und der Rechenanlage war nach mehr als 40 Betriebsjahren abrasiert und ausgespült. Eine Sanierung drängte sich auf bevor die Armierungseisen freigelegt waren und die Instandstellung nur noch mit hohen Kosten möglich gewesen wäre.

Die marode Oberfläche wurde mittels Höchstdruck Wasserstrahlverfahren abgetragen und in verschiedenen Beschichtungsetappen wurde Mörtel sowie eine neue Spezialbeschichtung an den Wänden aufgezogen. Diese Arbeitsgänge erforderten teilweise lange Trocknungszeiten.

Während der 3-wöchigen Sanierungsphase musste der gesamte Zulauf mittels mobilen Pumpen (siehe Titelbild) umgeleitet werden. Der Zulauf zur ARA wurde während den Sanierungsarbeiten auf den 2-fachen Trockenwetteranfall reduziert. Die Drosselung erfolgte beim Ausgang des Regenbeckens Schaanerstrasse in Vaduz, dem Pumpwerk Widau in Ruggell sowie beim Pumpwerk Birken in Mauren.

Das gesamte Hebewerk konnte während den Arbeiten nicht betrieben werden. Der gedrosselte Zulauf wurde mittels vier elektrisch angetriebenen Pumpen und zwei mit einem Dieselmotor betriebenen Pumpen vom Pumpensumpf des Hebewerks zur Rechenanlage gefördert. Das Pumpenprovisorium erreichte eine maximale Förderleistung von 480 Liter/Sekunde. Das Provisorium wurde vollautomatisch stufenlos geregelt, überwacht und alarmierte im Bedarfsfall den Pikettdienst der ARA.

Bei lang anhaltenden Regen konnte eine Förderpumpe mit 210 Liter/Sekunde Förderleistung, welche von einem Traktor angetrieben wurde, zugeschaltet werden.

Dank den meteorologischen Bedingungen, der guten vorausschauenden Planung sowie dem vorzüglichen Einsatz aller Mitarbeitenden, konnte dieser Sonderbetrieb erfolgreich ohne Pannen durchgeführt werden.

In den kommenden Jahren müssen auf der ARA auf Grund der Alterung weitere Sanierungsarbeiten an den Bauteilen vorgenommen werden und die technischen sowie maschinellen Einrichtungen teilweise erneuert werden, um einen sicheren Betrieb der Kläranlage auch in der Zukunft zu gewährleisten.

Bendern, im April 2020

Hilmar Hasler, Geschäftsführer

## **2 Organisatorisches**

### **2.1 Delegiertenversammlung**

Mitglieder:

Ewald Ospelt, Bürgermeister Vaduz, bis 30.4.2019  
Manfred Bischof, Bürgermeister Vaduz, ab 1.5.2019  
Hansjörg Büchel, Vorsteher Balzers  
Rainer Beck, Vorsteher Planken  
Daniel Hilti, Vorsteher Schaan  
Günter Mahl, Vorsteher Triesen, bis 30.4.2019  
Daniela Wellenzohn-Erne, Vorsteherin Triesen, ab 1.5.2019  
Christoph Beck, Vorsteher Triesenberg  
Günther Kranz, Vorsteher Eschen, bis 30.4.2019  
Tino Quaderer, Vorsteher Eschen, ab 1.5.2019  
Donath Oehri, Vorsteher Gamprin, bis 30.4.2019  
Johannes Hasler, Vorsteher Gamprin, ab 1.5.2019  
Freddy Kaiser, Vorsteher Mauren  
Maria Kaiser-Eberle, Vorsteherin Ruggell  
Jürgen Goop, Gemeinderat Schellenberg, bis 30.4.2019  
Norman Wohlwend, Vorsteher Schellenberg, ab 1.5.2019

Am 29. April und 9. September 2019 wurden die Delegiertenversammlungen auf der ARA in Bendern abgehalten.

Die wichtigsten Geschäfte der Delegiertenversammlungen waren:

- Genehmigung des Geschäftsberichts 2018
- Genehmigung der Jahresrechnung 2018
- Kenntnisnahme des Revisionsberichtes und Entlastung der Verantwortlichen 2018
- Genehmigung der Betriebskostenaufteilung 2018
- Abschlussbericht und Schlussabrechnung Erneuerung HSK Hinterschellenberg
- Abwassergebührenvergleich im Verbandsgebiet
- Wahl des Präsidenten, Vizepräsidenten und der Revisionsstelle
- Abschlussbericht und Schlussabrechnung Neubau HSK-2 Triesen, Arg-Hoval
- Abschlussbericht und Schlussabrechnung HSK Nendeln-Esche, Düker
- Genehmigung Betriebskostenbudget 2020
- Genehmigung Investitionskostenbudget 2020

## **2.2 Betriebskommission**

Mitglieder:

Reto Kieber, Mauren, Präsident  
Jonny Sele, Triesenberg, Vizepräsident, bis 30.4.2019  
Alois Hoop, Ruggell, Vizepräsident, ab 1.5.2019  
Andreas Büchel, Vaduz  
Dominik Frommelt, Balzers, bis 30.4.2019  
Lukas Frick, Balzers, ab 1.5.2019  
Armin Schädler, Triesenberg, ab 1.5.2019  
Michael Beck, Planken, bis 30.4.2019  
Thomas Meier, Planken, ab 1.5.2019  
Arnold Frick, Schaan, bis 30.4.2019  
Anton Ospelt, Schaan, ab 1.5.2019  
André Büchel, Triesen  
Martin Büchel, Eschen  
Otto Kind, Gamprin, bis 30.4.2019  
Thomas Hasler, Gamprin, ab 1.5.2019  
Norman Wohlwend, Vorsteher, Schellenberg, bis 30.4.2019  
Harald Lampert, Schellenberg, ab 1.5.2019

Im Jahre 2019 wurden 4 Betriebskommissionssitzungen abgehalten.

Die wichtigsten Geschäfte der Betriebskommission waren:

- Ingenieurleistungen Sanierung Düker beim Neubau HSK-2 Triesen, Arg-Hoval
- Arbeitsvergaben HSK Nendeln-Esche, Düker
- Genehmigung des Geschäftsberichts 2018
- Genehmigung der Jahresrechnung 2018
- Abschlussbericht und Schlussabrechnung Erneuerung HSK Hinterschellenberg
- Abwassergebührenvergleich im Verbandsgebiet
- Abschlussbericht und Schlussabrechnung Neubau HSK-2 Triesen, Arg-Hoval
- Abschlussbericht und Schlussabrechnung HSK Nendeln-Esche, Düker
- Genehmigung Betriebskostenbudget 2020
- Genehmigung Investitionskostenbudget 2020
- Vorprojekt Neubau HSK Ruggell-Bendern
- Vorprojekt Neubau PW/RB Widau, Ruggell
- Anschlussgesuch Sport- und Freizeitpark Blumenau an HSK-2 Triesen

## **3 Bautätigkeitsbericht**

### **3.1 Neubau HSK-2 Triesen, Arg-Hoval**

Die Delegierten des AZV stimmten an der DV vom 14. September 2015 dem Projekt und dem Kredit für den Neubau des HSK-2 Triesen, Arg-Hoval einstimmig zu. In der Folge erteilten auch alle Verbandsgemeinden die Zustimmung zum Projekt und dem Kredit von CHF 7'500'000.00.

Im Jahr 2000 ist die Gemeinde Balzers als letzte Gemeinde des Landes dem Abwasserzweckverband der Gemeinden Liechtensteins (AZV) beigetreten, mit dem Ziel die gemeindeeigene Abwasserreinigungsanlage rückzubauen und das Abwasser der Kläranlage Bendern zuzuführen. Zur Ableitung des Abwassers wurde 2002 – 2004 ein Sammelkanal von Balzers bis zum Argweg in Triesen erstellt, welcher im Endausbau bis zum bestehenden Hauptsammelkanal an der Gemeindegrenze Triesen-Vaduz (Hoval) weitergeführt werden sollte. Von hier ist ein durchgehender Verbandssammelkanal bis zur ARA Bendern vorhanden.

Von „Triesen Arg“ bis „Triesen Hoval“ wurde vorderhand auf den Ausbau des eigenständigen Verbandskanals (HSK-2 Triesen) verzichtet. Stattdessen wurde im Gebiet Arg ein provisorischer Anschluss an die Gemeindekanalisation Triesen realisiert, womit das Balzner Abwasser vorübergehend durch das Triesner Ortskanalnetz geleitet werden konnte.

Diese provisorische Durchleitung wurde mehr als 14 Jahre in dieser Form betrieben. Sie hatte zur Folge, dass das in Balzers auf den 3.3-fachen Trockenwetteranfall reduzierte Abwasser nach dessen Einleitung ins Triesner Ortsnetz wieder mit den unentlasteten Abwässern der Mischkanalisation vermischt wurde, was aus Sicht des Gewässerschutzes nicht erwünscht war. Im Übrigen verfügten die betroffenen Ableitungen der Ortskanalisation Triesen nicht über die nötigen Kapazitätsreserven zur längerfristigen Ableitung der Balzner Abwässer.

Mit Vertrag vom 20.12.2006 übernahm der AZV von den Gemeinden Vaduz, Triesen und Triesenberg den HSK-2 Vaduz, welcher von diesen 1996/97 gemeinsam erstellt wurde sowie von den Gemeinden Balzers und Triesen den Sammelkanal von Balzers bis Triesen. Mit gleichem Vertrag wurde vereinbart, dass der AZV für den Bau des HSK-2 Triesen vom Argweg bis zum HSK-2 Vaduz verantwortlich ist.

Das Industriegebiet von Triesen wurde 1995 mittels Düker unter dem Binnenkanal an den HSK-2 Vaduz angeschlossen. Der Düker und die Sonderbauwerke wurden dergestalt ausgelegt, dass der künftige HSK-2 Triesen integriert werden konnte.

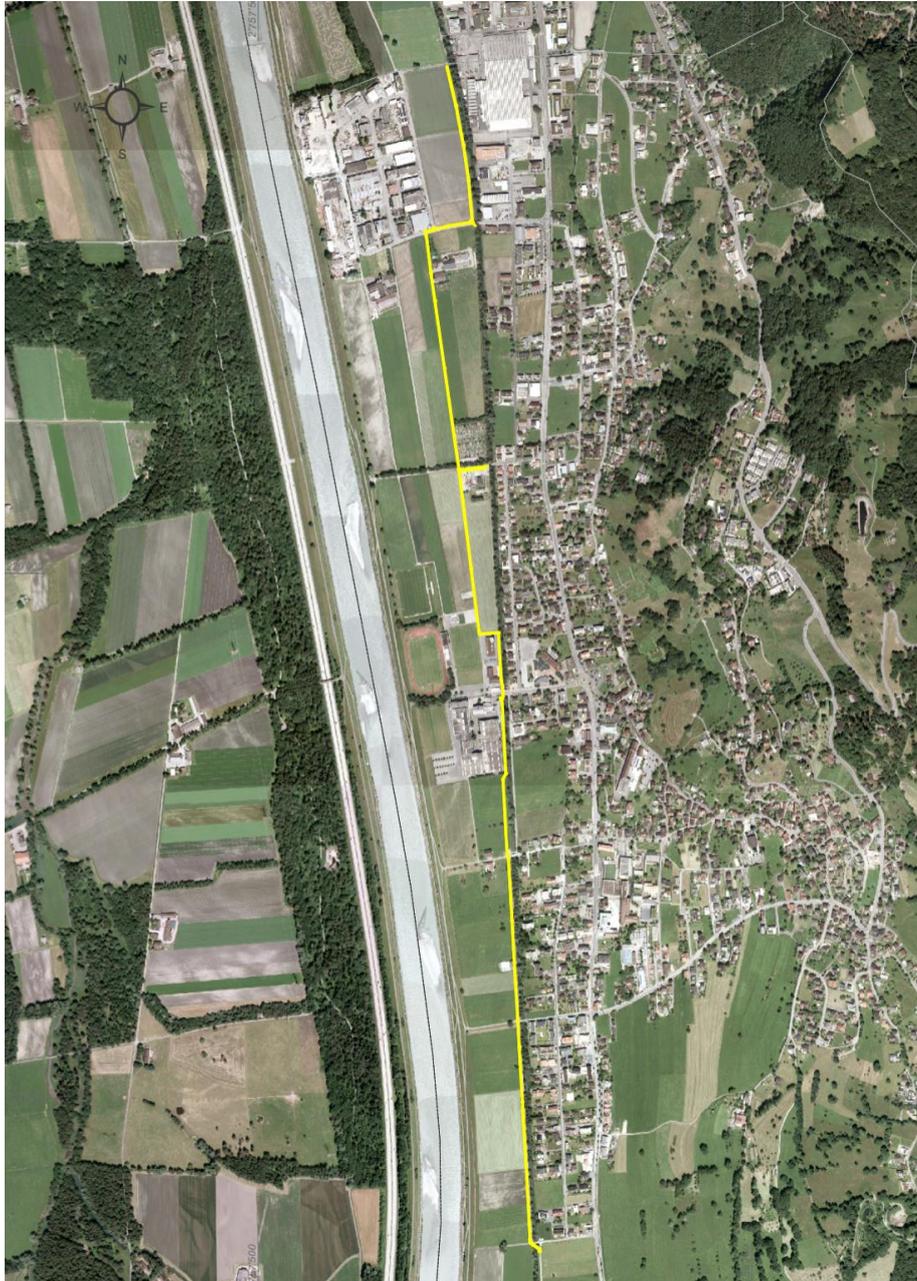
Für die Dimensionierung des neuen HSK-2 wurde der 3.4-fache Wert des jeweiligen  $Q_{tw}$ -wertes angenommen, womit etwa dieselbe Verhältnismässigkeit erreicht wurde wie beim bestehenden HSK-2 Vaduz.

Die gewählte Linienführung weist vom südlichen Anschlusspunkt „Im Arg“ bis zum nördlichen Anschlusspunkt bei der HE-TB1 (Speicherkanal Neusand) eine Leitungslänge von ca. 2'950 m auf. Die zur Verfügung stehende Höhendifferenz zwischen dem oberen Anschlusspunkt  $H = 464.87$  m ü. M. und unterem Anschlusspunkt  $H = 456.12$  m ü.M. beträgt 8.75 m. Im Arg musste der Binnenkanal unterdükert werden.

Vom Argweg bis Schmiedeweg verläuft der HSK (DN 500, 3.6 ‰) auf der Westseite des Binnenkanals unter Einhaltung der Auflagen des Gewässerraumes.

Zwischen Schmiedeweg bis Swarovski verläuft der HSK innerhalb des Gewässerraums unter Einhaltung der entsprechenden Forderungen des Regierungsbeschlusses. Im Abschnitt Schmiedeweg bis Mitte Swarovski wurde infolge des Grundwasserpumpwerks die Abwasserleitung im Doppelrohrsystem (DN 500/600, 3.6 ‰ bzw. 600/700, 2.1 ‰) ausgeführt.

Entlang der Swarovski musste der HSK tiefer liegen, um eine genügende Rohrüberdeckung zu gewährleisten. Hierfür wurde südlich der Swarovski die Höhendifferenz auf einer Länge von ca. 16 m mit einem Gefälle von 3 ‰ überwunden. Ab hier beträgt das Sohlengefälle nur noch 2.1 ‰ wodurch eine Kalibervergrößerung von DN 500 auf DN 600 gewählt werden musste.



Im Bereich Swarovski bis nördlich des Feuerwehrdepots wurde der HSK gewässernah geführt. Bei der Querung der Dröschstrasse wurde eine Linienführung wasserseitig des westlichen Widerlagers gewählt.

Vom Feuerwehrdepot bis zur Industriestrasse wurde das Leitungstrasse in der Wegparzelle (Werkhofstrasse / Dreiangelweg) geführt.

Das Leitungstrasse in der Industriestrasse wurde auf der nördlichen Fahrspur gewählt. Von der Industriestrasse bis zum Anschlusspunkt bei der HE-TB1 (Speicherkanal Neusand) verläuft der HSK entlang des Binnenkanals in einem Abstand von 8 m ab westlicher Gewässergrenze. Die Linienführung und Leitungsanordnung wurde dergestalt konzipiert, dass der gemäss Regierungsentscheid verlangte Nachweis für eine künftige Gewässerraumentwicklung erbracht werden konnte.

Aufgrund des technischen Materialvergleichs wurde der HSK-2 Triesen in GFK ausgeführt.

Das Rohrgefälle für den hydraulischen Nachweis wurde mit 2.1 ‰ bzw. 3.6 ‰ angenommen. Die Abflusskapazität liegt mit 268 l/s bzw. 296 l/s über dem Dimensionierungsabfluss von 214 l/s bzw. 217 l/s.

Die Realisierung des Bauvorhabens wurde in 4 Etappen geplant. Die Submissionsphase erfolgte im Oktober 2015. Die Arbeiten der Etappe 1 (Speicherkanal Neusand – Dreiangelweg) wurden am 1. Dezember 2015 gestartet und dauerten bis Anfang Juli 2016.

Die Arbeiten für die 2. Etappe (Dreiangelweg – Werkhof) begannen im Oktober 2016 und dauerten bis März 2017. Der Dreiangelweg wurde im Dezember 2016 und die Werkhofstrasse im April 2017 wieder asphaltiert.

Die 3. Etappe (Werkhof – Arg) verlief teilweise zeitparallel zur zweiten Etappe. Die vorhandenen Werkleitungen im Bereich Swarovski wurden vorgängig verlegt. Da die Gasleitung ebenfalls verlegt werden musste, wurden diese Arbeiten zwischen Juni und September 2016 ausgeführt. Somit erfolgte die 3. Etappe von Ende Juni 2016 bis Ende August 2017.

Im September 2017 wurde der Deckbelag in der Industriestrasse eingebracht.

Der Unterfeldweg wurde anfangs November 2017 und der Oberfeldweg anfangs Dezember 2017 neu asphaltiert.

Das Dükerbauwerk (4. Etappe) aus GFK-Rohren, welche horizontal in einen Betonkörper eingegossen wurden, wurde vorgefertigt und im November 2017 versetzt.

Die Kanalfernsehaufnahmen des Dükerbauwerks vom Dezember 2017 zeigten bei beiden Dükerrohren auf der Westseite Schäden. Die aufsteigenden Bögen waren unmittelbar nach dem Betonbalken gerissen.

Anfangs 2018 wurden das Düker Einlaufbauwerk sowie das Düker Auslaufbauwerk fertiggestellt.

Ende November 2018 wurde der schadhafte Düker aus dem Binnenkanal herausgehoben und entsorgt. Mitte Dezember 2018 wurde das neue Dükerbauwerk aus Edelstahlrohren (V2A) auf zwei vorgefertigten Betonsockel im Binnenkanal versetzt.

Nach der erfolgreichen Druckprüfung des neu erstellten Dükerbauwerks, konnte am 21. Dezember 2018 das Abwasser erstmals durch den neuen HSK-2 Triesen abgeleitet werden.

Die Abschlussarbeiten erfolgten Anfang 2019.

Genehmigter Verpflichtungskredit für das Projekt HSK-2 Triesen, Arg-Hoval	CHF	7'500'000.00
Gesamtkosten gemäss Schlussabrechnung für den Neubau HSK-2 Triesen, Arg-Hoval	CHF	-3'726'669.00
<b>Minderkosten</b>	<b>CHF</b>	<b>3'773'331.00</b>
		-50.3%

(alle Kosten inkl. 8% MWST)

Die Minderkosten gegenüber dem Kostenvoranschlag ergaben sich auf Grund eines über die ganze Bauphase tiefen Grundwasserspiegels sowie dem Preisniveau der Baumeister- und Belagsarbeiten.

### 3.2 HSK Nendeln-Esche, Düker

Die Delegierten des AZV stimmten an der DV vom 10. September 2018 dem Projekt und dem Kredit von CHF 190'000.00 für das Projekt HSK Nendeln-Esche, Düker einstimmig zu.

Der Hauptsammelkanal von Nendeln verläuft nördlich der Rheinstrasse, querte in Form einer Rohrbrücke die Esche und mündet schliesslich in den Hauptsammelkanal Mauren – Bendern. Die Rohrbrücke über die Esche stellte ein hydraulisches Hindernis dar.

Da das Trassee der Essanestrasse – Rheinstrasse höher liegt als das gewachsene Terrain wurde der hydraulische Engpass in der Esche in der Gefahrenkartierung als grosses Risiko taxiert. Durch die Elimination der HSK-Rohrbrücke sollte die Gefahrenstelle entschärft werden.

Die Rohrbrücke wurde abgebrochen und durch ein Dükerbauwerk ersetzt.

Aus statischen und bautechnischen Gründen wurden im Bauprojekt für den Düker duktile Gussrohre mit einem Innendurchmesser von 192 mm und 292 mm eingesetzt. Um einen bestmöglichen Schutz gegen äussere und innere Einflüsse zu bieten, wurden Rohre verwendet mit einer Zement-Mörtelummhüllung und einer Innenbeschichtung aus Tonerdezement.



Dükerrohre

Der bestehende Schacht und der zulaufende HSK von Nendeln liegen auf einem Stahlbetonträger. Der Stahlbetonträger besteht aus einem U-Profil und ist gelagert auf Betonpfählen mit Pfahlkopf. Der HSK selber besteht in diesem Bereich aus einer PVC-Leitung NW 400 mm, welche vollständig einbetoniert ist und im Jahre 2008 mit Schlauchrelining saniert wurde. Alle bestehenden, tragenden Elemente wurden erhalten. Das neue Einlaufbauwerk wurde an diese Elemente geknüpft.

Das Einlaufbauwerk wurde so gestaltet, dass das zufließende Abwasser bei Trockenwetter in der Regel durch das kleinere Rohr abfließt. Bei grösseren Zuflüssen (> 25 l/s) oder bei Rückstau vom HSK Mauren-Bendern fließt auch Abwasser durch das grosse Rohr.

Die Überdeckung zwischen Rohrscheitel Düker und Eschesohle beträgt ca. 70 cm. Um möglichen Setzungen entgegenzuwirken, wurden vier Holzpfähle mit dem Bagger eingebracht und der Düker darauf abgestützt.

Während es im Oberland einige Online-Abflussmessungen gibt, ist diesbezüglich im Unterland praktisch nichts vorhanden. Für Fremdwasserauswertungen und für generelle Betrachtungen über die Abflussverhältnisse sind dauernde Online-Messungen sehr wertvoll. Die umfangreichen Abklärungen, sowie die Gespräche mit der Firma Züllig ergaben, dass die Abflussmessung im HSK Mauren-Bendern oberhalb des Vereinigungsschachts erfolgen muss (hydraulisch möglichst ungestörter Bereich). Die aussichtsreichste Messmethode für diese flachen Gefällsverhältnisse eine Messung der Fliessgeschwindigkeit mittels Ultraschall-Kreuzkorrelation darstellt.

Die Submissionsphase für das Dükerbauwerk und die Abflussmessung erfolgte im Dezember 2018. Nach rund einem Monat Bauzeit konnte das neue Dükerbauwerk am 9. April und die Online-Abflussmessung am 26. Juni 2019 in Betrieb genommen werden.

Genehmigter Verpflichtungskredit für das Projekt HSK Nendeln-Esche, Düker	CHF	190'000.00
Gesamtkosten gemäss Schlussabrechnung für das Projekt HSK Nendeln-Esche, Düker	CHF	-195'711.30
<b>Mehrkosten</b>	<b>CHF</b>	<b>5'711.30</b>
		+3.0%

(alle Kosten inkl. 7.7 % MWST)

## 4 Anschaffungen und Werterhaltung

### 4.1 ARA

- Die bestehende **Phosphat-Fällmittel-Dosierung der Biologiebecken 1+2** aus dem Jahr 1993 war in einem schlechten, sanierungsbedürftigem Zustand und musste ersetzt werden. Die bisher autonome Dosieranlage wurde vollumfänglich in die SPS/PLS-Automatisierung der Kläranlage integriert. Sämtliche Steuer- und Regelfunktionen können nun ab dem Leitsystem ausgeführt werden. Sowohl die Pumpen- und Verteilanlage, wie auch die Steuerung mit Vor-Ort Bedienung und Anzeigen inkl. Annahmestelle wurden ersetzt.
- Die Betonoberfläche des **Gerinnes zwischen dem Hebewerk und der Rechenanlage** war nach mehr als 40 Betriebsjahren abraasiert und ausgespült. Die marode Oberfläche wurde mittels Hochdruck Wasserstrahlverfahren abgetragen und eine neue Spezialbeschichtung aufgezogen. Während der 3-wöchigen Sanierungsphase musste der gesamte Zulauf mittels mobilen Pumpen umgeleitet werden.



Schadhafte Betonoberfläche des Einlaufgerinnes

- Der bestehende Servicewagen IVECO (Jahrgang 2000) wurde durch ein neues **IVECO Pritschenfahrzeug** ersetzt. Die aufgebaute Krananlage kann mittels mobiler Fernbedienung angesteuert werden und erleichtert das Arbeiten an unübersichtlichen Stellen und erhöht somit die Arbeitssicherheit.



Neues IVECO Servicefahrzeug

## 4.2 Aussenanlagen

- Bei Kanalfernsehaufnahmen des **HSK Planken-Schaan** wurden bei einer Haltung mehrere Quetschungen und Risse festgestellt. Die Haltung HS32921-HS32922 musste im Juni 2019 auf der ganzen Länge in offener Bauweise neu erstellt werden.
- Das **PW/RB Brühlgraben**, Bendern wurde im Jahr 1974 gebaut und 1996/1997 saniert. Der Niederspannungsteil vom Steuerschrank entstammte zum grossen Teil noch immer aus dieser Sanierung und hatte mit über 20 Jahren die Lebenserwartung erreicht. Im 2011 wurde die SPS-Steuerung und die Messtechnik erneuert. Im 2019 wurden die **Steuerschranke erneuert**. Die neueren SPS- und Messtechnik-Komponenten wurden übernommen.

## 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.

<b>Entleerung Sandfänge:</b>	[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	
<b>Unterhalt Hauptsammelkanäle:</b>		
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	alle Schächte kontrolliert	Sanierung
Druckleitung Ruggell - Oberau (inkl. Freispiegelleitung)		Dichtigkeitsprüfung
Druckleitung Oberau - ARA Bendern (inkl. Freispiegelleitung)		
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	
				2018	2019	2018	2019
ARA	RüB ARA + RüB Gamprin	1180	m3	406'216	<b>564'639</b>	8	<b>22</b>
			h	515	<b>681</b>		
Verbandsanlagen	RKB PW Brühlgraben, Bendern	75	h	412	<b>278</b>	15	<b>19</b>
	Düker, Bendern					7	<b>5</b>
	RKB Brühlgasse, Eschen	158	h	349	<b>404</b>	11	<b>12</b>
	RKB Fluxbüchel, Eschen	33	h	413	<b>410</b>	9	<b>11</b>
	RKB Schwarzsträssle, Eschen	185	h	398	<b>436</b>	11	<b>12</b>
	RKB Nendeln, Nendeln	300	h	149	<b>119</b>	19	<b>15</b>
	RKB Untermahd, Mauren	40	h	24	<b>18</b>	0	<b>1</b>
	RKB Britschen, Mauren	335	h	390	<b>500</b>	13	<b>16</b>
	RKB Birken, Mauren	320	h	384	<b>486</b>	29	<b>36</b>
	PW + RKB Hinterschellenberg	75	h	145	<b>194</b>	21	<b>27</b>
	PW + RKB Widau, Ruggell	250	h	515	<b>1'442</b>	14	<b>11</b>
	PW Oberau, Ruggell					46	<b>43</b>
	RKB Limsenegg, Ruggell	170	h	140	<b>163</b>	14	<b>13</b>
	Speicherkanal Badäl, Gamprin	140	*h	4	<b>6</b>	50	<b>50</b>
	RKB Rietacker, Schaan	575	h	110	<b>153</b>	17	<b>14</b>
Gemeindeanlagen	RKB Langacker, Ruggell	287	*h	< 1	<b>4</b>	8	<b>11</b>
	RKB Kirche, Ruggell	450	*h	76	<b>162</b>	30	<b>31</b>
	EPW Industrie Ruggell		*h	< 0.5	<b>0</b>	4	<b>7</b>
	PW Industrie, Mauren					34	<b>51</b>
	PW Böscha, Mauren					7	<b>12</b>
	PW Industrie, Eschen					52	<b>50</b>
	PW Industrie, Nendeln					51	<b>52</b>
	PW Säga-Mösle, Schellenberg					11	<b>8</b>
	RKB Wiesengasse, Schaan	380	*h	< 1	<b>0</b>	9	<b>8</b>
	RKB St. Peter, Schaan	130	h	30	<b>29</b>	19	<b>13</b>
	RKB Zagalzel, Schaan	238	h	148	<b>292</b>	16	<b>14</b>
	RKB Saxgasse, Schaan	100	h	31	<b>31</b>	17	<b>15</b>
	RKB Tröxle, Schaan	430	*h	< 1	<b>0</b>	4	<b>5</b>
RKB Specki, Schaan	865	h	89	<b>59</b>	31	<b>31</b>	
PW altes Riet, Schaan					47	<b>50</b>	
PW Binnenkanal, Schaan					49	<b>52</b>	
					<b>Total</b>	673	<b>717</b>

\*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.

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. Die Analysenresultate des Kontrolllabors Dr. Matt AG weichen nur innerhalb der Messgenauigkeit vom des ARA-Labors ab.

Im Berichtsjahr betrug die zugeleitete **Abwassermenge** 10.9 Mio m<sup>3</sup>. Die Niederschläge im 2. Halbjahr und der normalisierte Grundwasserspiegel führten gegenüber 2018 zu 22% mehr Abwasser. Bei den **Nährstoff-Frachten** im Zulauf verzeichneten wir wiederum eine leichte Zunahme.

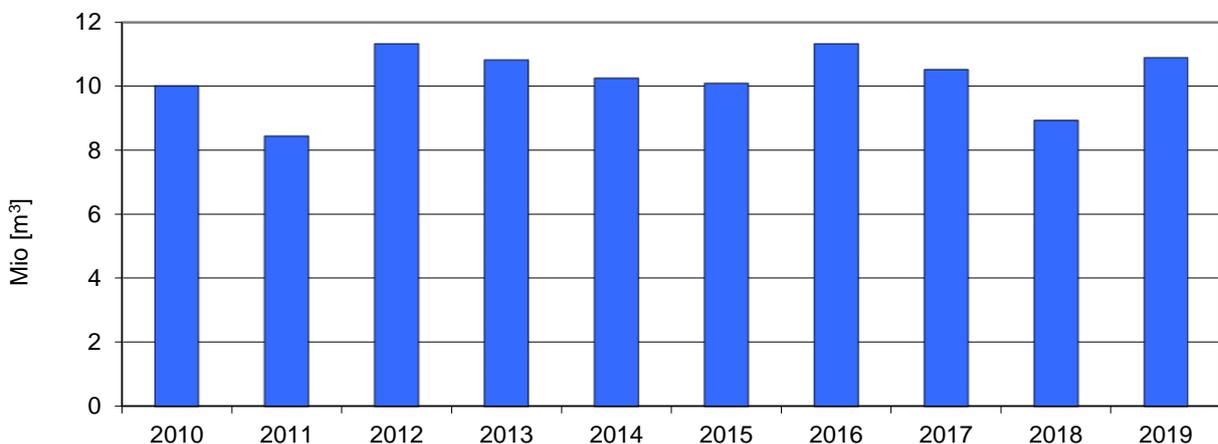
Die ARA wurde auf den **Zeithorizont 2025** ausgelegt. Das heisst, theoretisch müsste die ARA in 6 Jahren ausgebaut werden. Die Belastungsschwelle gemäss den biologischen Einwohnerequivalenten wird im Mittel immer mal wieder erreicht. Die CSB-Frachten überschreiten bereits heute während 50% und die Phosphor-Frachten während 70% aller Zulauftage die **ARA Auslegung**. Beim Stickstoff sind es sogar 85% aller Zulauftage.

Durch Optimierung der Steuerung und Investitionen in Messtechnik werden aber nach wie vor sehr gute Ablaufwerte im gereinigten Abwasser erreicht. Eine Vergrösserung der Wasserstrasse drängt sich trotz Erreichen der Auslegungsgrosse somit in naher Zukunft nach wie vor nicht auf.

Abwässer, welche in die Kanalisationen eingeleitet werden, müssen einen pH-Wert von 6.5 – 9.0 aufweisen. Die **pH-Sonde im Zulauf zur ARA** misst regelmässig Werte, welche ausserhalb dieser Bandbreite liegen. Wenige dieser Ausschläge sind so tief bzw. so hoch, dass automatisch ein Havariefall ausgelöst und der Zulauf ins Havariebecken entlastet wird. Mittels zwei mobiler pH-Sonden, welche die ARA seit Anfangs 2019 im Kanalnetz platziert, werden Verursacher von Fehleinleitungen eruiert. Ein erster Erfolg konnte bereits verzeichnet werden.

Bezüglich der Belastungen zeigt sich das Jahr 2019 wie folgt: mehr Abwasser – höhere Zulauffrachten und Schlammfall – grössere Gasausbeute – geringere Schlammmentsorgung.

Abwassermenge Zulauf ARA



Im Juni 2018 baute die ARA ihre **Rechenanlage inkl. Rechengutentwässerung** auf zwei Feinrechen mit 8 mm Spaltabstand um. Es können seither betriebliche Verbesserungen, welche sich v.a. in der Frischschlamm-siebung und weiteren Schlammbehandlung zeigen, festgestellt werden.

Die **Faulschlammfracht** 2019 ist mit dem Vorjahr vergleichbar und beträgt 1'183 to TS/a. Im Allgemeinen 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 essentielle Phosphat, das nicht künstlich hergestellt werden kann, verloren, andererseits werden auch belastende Schwermetalle in den Zement eingebunden. Die ARA Bendern hat den Abnahmevertrag mit der Holcim verlängert, welcher bis längstens 31. Dezember 2025 dauert.

Weil der organische Trockensubstanzgehalt im ausgefaulten Schlamm von Jahr zu Jahr laufend zunimmt, konnte unter anderem im entwässerten Schlamm nur noch ein TS-Gehalt von 22-26% erreicht werden. Derzeit kann der anfallende Schlamm noch entwässert und getrocknet werden. Stillstandzeiten können u.a. zur Revision genutzt werden.

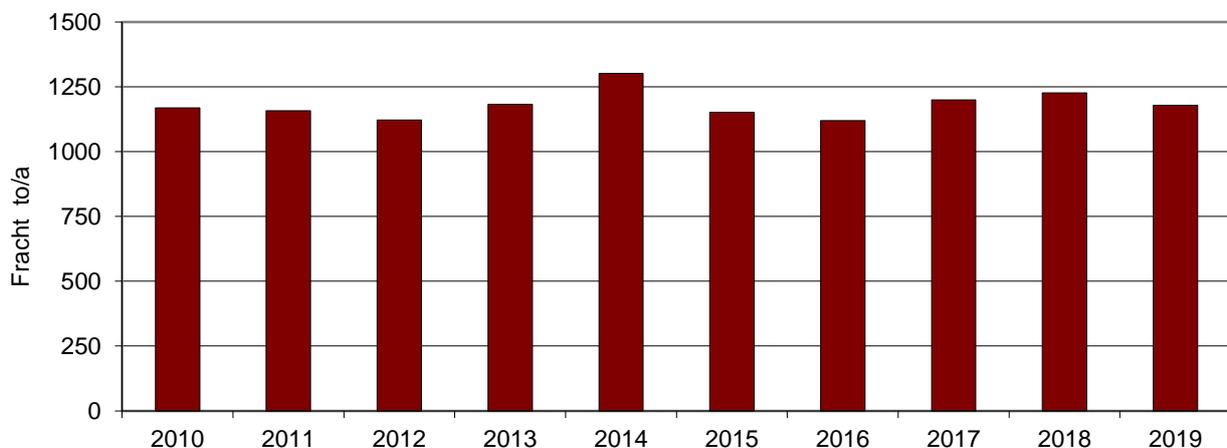
Die Anlagen kommen nun mit 15 Jahren Betriebsdauer in ein Alter, bei dem in mittlerer Zukunft ein Ersatz ansteht.

Der **Gesamt-Energieverbrauch** der ARA für Strom und Wärme beträgt 8.8 Mio kWh/a. Davon beträgt der Anteil an elektrischer Energie 52% und hat sich bei 4.5 Mio kWh/a eingependelt. Für Wärme werden 48% Energie aufgewendet, wovon 83% für die Schlamm-trocknung benötigt wird. Der **Autarkiegrad** der ARA bzgl. Gesamt-Energieverbrauch beträgt derzeit 85%. Mittels PV Anlagen auf den Dächern liesse sich der Stromertrag deutlich erhöhen.

Das weitsichtige Agieren der ARA Bendern zahlt sich aus: Sie optimiert Gerätschaften an entscheidenden Stellen und ist dadurch für die nahe Zukunft einwandfrei gerüstet.

Eine Vergrößerung der Wasserstrasse drängt sich nach wie vor nicht auf. Es gilt aber, in den nächsten Jahren die Schlammbehandlung in die günstige Richtung zu schleusen. Die verschiedenen Investitionen wirken sich positiv auf den Energiehaushalt und die betriebliche Bilanz aus, wie das Beispiel Erneuerung Rechenanlage zeigt.

**Faulschlamm Abgabe und verwertet**



## 6.2 Einleitung

Der vorliegende **44. Technische Jahresbericht** wird gemeinsam vom Abwasserzweckverband der Gemeinden Liechtensteins (Auswertung der Betriebsdaten mittels Programm ARACOM) und dem IBB IngenieurBüro Beck, Balzers (Überprüfung und Interpretation der Resultate) erstellt.

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

### 6.2.1 Kontrolle der Anlage

#### Kontrollen durch Betrieb ARA

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

Das Amt für Umwelt, Abteilung Umweltschutz, fordert in ihren Einleitbedingungen einen **Probenahmezyklus** von 5 Tagen, was im Idealfall auf das ganze Jahr verteilt 72 Proben ergibt. Probenanalysen an Extremwetterlagen können ausgelassen werden, da sie nicht aussagekräftig sind.

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

Wochentag	2018		2019	
	Anzahl Proben	%	Anzahl Proben	%
Montag	10	14%	<b>11</b>	<b>15%</b>
Dienstag	10	14%	<b>9</b>	<b>13%</b>
Mittwoch	10	14%	<b>11</b>	<b>15%</b>
Donnerstag	12	17%	<b>11</b>	<b>15%</b>
Freitag	10	14%	<b>10</b>	<b>14%</b>
Samstag	9	13%	<b>10</b>	<b>14%</b>
Sonntag	10	14%	<b>10</b>	<b>14%</b>
<b>Total</b>	71	100%	<b>72</b>	<b>100%</b>
<b>Probenintervall</b>	5.1	Tage	<b>5.1</b>	<b>Tage</b>

Prozentangaben gerundet

### **Amtliche Kontrollen**

Das Amt für Umwelt veranlasst vier weitergehende **Kontrollanalysen** (GUS, CSB, Ptot, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-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 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 PO<sub>4</sub>-P, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-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. Einzige Ausnahme: Aufgrund einer Geräteverschmutzung sind die GUS Werte im August und September nicht aussagekräftig.

Neben den **72 Kontrolluntersuchungen** erfasst und verwaltet die ARA Bndern sehr viele weitere Betriebsdaten. Auch werden die automatischen Messsonden regelmässig mittels Labor-Momentanproben kontrolliert und kalibriert.

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.

So nahm die ARA u.a. das gesamte Zulaufhebewerk für 19 Tage ausser Betrieb, um die Betonsanierung des Zulaufgerinnes – vom Hebewerk bis vor die Rechen – ausführen zu können.

Für den Betrieb der Kläranlage sind im Jahr 2019 vor allem folgende „Ereignisse“ erwähnenswert:

- Das vergangene Jahr zeichnet sich durch wenige Niederschläge von Januar bis Mai und im Dezember aus. In dieser Zeit ist der Zulauf im Mittel 10% geringer, als in den Sommer- und Herbstmonaten.  
Gegenüber dem Jahr 2018 war das Betriebsjahr 2019 aber regenreicher. Der Rohwasserzufluss war um 22% grösser und beim Grundwasserstand war wieder ein Frühlingshochstand zu verzeichnen (siehe Diagramm Kap. 6.3.3). Das dadurch zum Teil anfallende Fremdwasser trägt teilweise zur Steigerung der Abwassermenge bei.
- Starkniederschläge über mehrere Tage hinweg mit resultierenden Abwassermengen von mehr als 50'000 m<sup>3</sup> Abwasser pro Tag sind etliche Male verzeichnet. Markant sind die Zulaufmengen bei den Ereignissen Januar, Februar, Mai und August. Bei den Ereignissen Januar und Februar kommt hinzu, dass die Abwassertemperatur im Zulauf unter 10°C sinkt und damit die Reinigungsleistung vermindert.
- Aufgrund der erhöhten Wasserführung im Rhein wurde v.a. im Januar, September-Oktober und im Dezember ein Teil des gereinigten Abwassers in den Binnenkanal entlastet. Zudem lagerte das Rheinhochwasser vom 12. Juni 2019 einen Sandbank beim Auslauf ab, welcher zuerst wieder weggebaggert werden musste, damit die Klappe wieder geöffnet werden konnte.
- Die **Zulaufbelastung** zur ARA führt auch im 2019 zu einer Steigerung der Zulauffracht von ca. 5%. Dies wirkt sich vor allem beim Phosphor und Stickstoff aus. Die CSB Belastung erreichte wieder die Fracht des Jahres 2018, lag aber damit leicht unter der Trendlinie.

Der Anteil der Lebensmittelindustrie ist an der Zulaufbelastung entscheidend. Optisch ist dies gut in der mechanischen Reinigung erkennbar. Kleinere Rüstabfälle werden hier regelmässig dem Abwasser entzogen.

- Wenige Überschreitungen der Ablaufkonzentrationen von sämtlichen Stickstoffparametern und des Phosphors sind registriert. Die Ursache beim Phosphor sind wahrscheinlich interne Rückflüssen, welche aber trotz Gegenmassnahmen und maximaler Fällung nicht gänzlich unterbunden werden konnten.

Beim Stickstoff ist die Ursache nicht vollständig rekonstruierbar. Eindeutig ist, dass an wenigen Tagen die Zulaufbelastung mehr als das Dreifache so hoch ist wie im Durchschnitt. Auf diese Stossbelastung vermag die Biologie nicht immer «gesetzeskonform» zu reagieren. Nicht nachvollziehbar sind einige Nitrit-, Ammonium- und Gesamtstickstoff-Überschreitungen, weil sie nicht am selben Tag stattfanden, sondern isoliert einzeln. Auch können tiefe Abwassertemperaturen nicht für die 4 erhöhten Nitritwerte verantwortlich gemacht werden.

- Abwässer, welche in Kanalisationen eingeleitet werden, müssen einen pH von 6.5 – 9.0 aufweisen. Die **pH-Sonde** im Zulauf zur ARA registrierte auch im 2019 regelmässig Werte, welche ausserhalb dieser Bandbreite liegen. Wenige dieser Ausschläge sind so tief bzw. so hoch, dass automatisch ein Havariefall ausgelöst und der Zulauf ins Havariebecken entlastet wird.

Mittels zwei mobiler pH Sonden, welche die ARA seit Anfangs 2019 im Kanalnetz platziert, können Verursacher von Fehleinleitungen eruiert werden. Ein erster Erfolg konnte bereits verzeichnet werden.

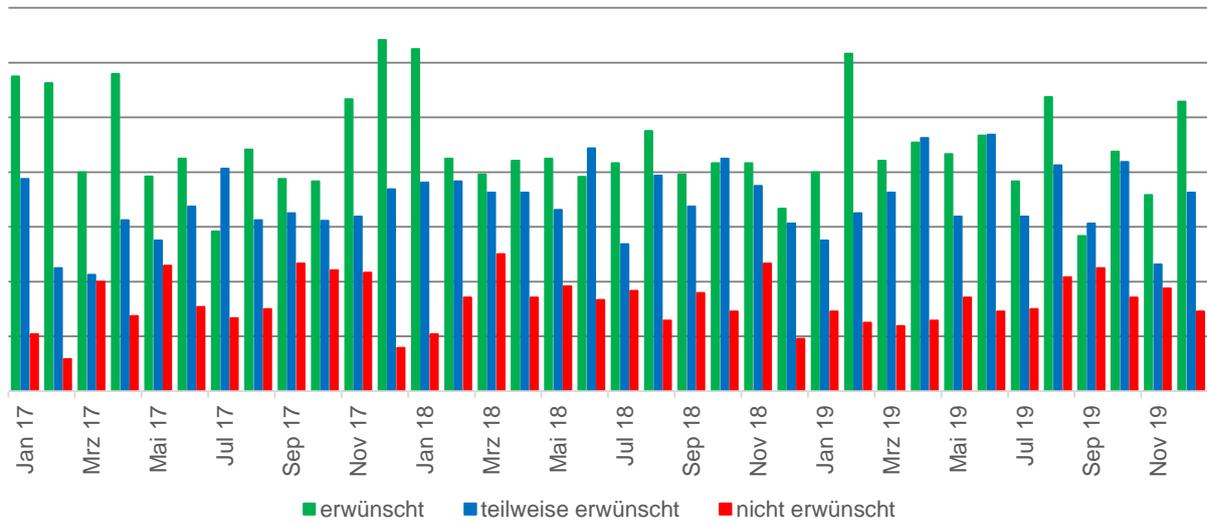
- Die **organischen Anteile** im Frisch- und ausgefaulten Schlamm steigen stetig von Jahr zu Jahr. Im Verhältnis zur Zunahme nimmt der TS Gehalt des entwässerten Schlammes laufend ab und liegt im 2019 bei 24% TS. Vor 5 Jahren wurden im Mittel noch TS Gehalte von 27% erreicht. Dadurch erhöht sich der energetische Aufwand der Schlammbehandlung. Ab Anfangs 2019 sind die Werte für oTS im Frisch- und ausgefaulten Schlamm aber fallend. Ist dies auf die verbesserte Siebung durch den neuen Feinrechen, welcher im Sommer 2018 in Betrieb genommen wurde, zurück zu führen? Die Werte von 2020 werden es zeigen.

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 15 Jahren. Ein Ersatz in mittlerer Zukunft steht aber an. Seit November 2019 wird auf der ARA Bndern ein Versuch zur Schlammdeintegration gefahren. Dabei werden mittels Hochspannung die Zellmembranen durchlöchert, sodass die Zellflüssigkeit austreten kann. Biogasbakterien sind dadurch in der Lage, die schwer abbaubaren Stoffe wie Lignin und Cellulose besser für ihren Stoffwechsel zu nutzen.

- **Schwimmschlamm** trat in der Biologie 1+2 in den Sommer- und Herbstmonaten auf. Hier verfügen die NKBs über keine automatische Schwimmschlammräumung. Schwimmschlamm kann nur mit zusätzlichem Aluminiumfällmittel bekämpft werden. Wir empfehlen zu prüfen, ob die Schwimmschlammräumung technisch automatisiert werden kann.
- Bezüglich der Belastungen kann das Jahr 2019 wie folgt zusammengefasst werden: deutlich mehr Wasser – höhere Zulaufmengen – höherer Schlammfall – höherer Gasfall – geringere Schlammbehandlung – etwas mehr Stromverbrauch.

Seit ein paar Jahren untersucht die ARA Bndern 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	2018	2019	Auslegung
Rohabwasser-Zulauf				
inkl. Entlastungen	m <sup>3</sup> /d	24'455	<b>29'805</b>	
Entlastung (teilgereinigt)				
In den Vorfluter <b>an Entlastungstagen</b>	m <sup>3</sup> /d	4'669	<b>5'429</b>	
In den Vorfluter im <b>Jahresmittel</b>	m <sup>3</sup> /d	1'113	<b>1'547</b>	
	%	4.6	<b>5.2</b>	
Rohabwasser durch ARA - Vorklärung	m <sup>3</sup> /d	23'342	<b>28'259</b>	
	%	95.4	<b>94.8</b>	
Einwohner-Gleichwert hydraulisch	EGW <sub>H</sub> *	51'871	<b>62'797</b>	75'000 Max 69'300 Mittel
Abwasser, vorgeklärt durch Biologie	m <sup>3</sup> /d	22'851	<b>27'818</b>	24'300 TWA 47'300 RWA
Teilentlastung in Vorfluter Binnenkanal				
<b>Zulauf Hebewerk</b>				
Häufigkeit	Anz/a	1	<b>1</b>	
Dauer	h/a	0.02	<b>0.37</b>	
<b>ARA Auslauf</b>				
Häufigkeit	Anz/a	50	<b>77</b>	
Dauer	h/a	172	<b>786</b>	

\* EGW<sub>H</sub>0,45 m<sup>3</sup>/E\*d

Bezüglich der Jahresniederschlagssumme bei der Messstation Vaduz (SMA) ist das Jahr 2019 mit 1'051 mm **Niederschlag** als durchschnittlich zu bezeichnen. Das langjährige Jahresmittel liegt bei ca. 1000 mm/a. Wenige Niederschläge sind von Januar bis Mai und im Dezember gefallen. In dieser Zeit ist der Zulauf im Mittel 10% geringer, als in den Sommer- und Herbstmonaten mit deutlich mehr Niederschlägen.

Beim **Rohabwasserzulauf** handelt es sich aus messtechnischen Gründen um einen errechneten, approximativen Wert (Summe des entlasteten und des biologisch gereinigten Abwassers). Dieser liegt erwartungsgemäss um 22% höher als der Vorjahreswert.

Das teilgereinigte entlastete Regenwasser (Entlastung aus dem Regenbecken) mit einem Anteil von nur 5.2% am Gesamtzulauf ist etwas höher als im Vorjahr. Im Verhältnis zu den gefallenen Niederschlägen und deren Verteilung ist die Menge des entlasteten Regenwassers aber verhältnismässig hoch. Derzeit bearbeitet der AZV ein Projekt, wie die Bewirtschaftung der Regenbecken im gesamten Einzugsgebiet zusammen mit der Reinigungskapazität der ARA weiter optimiert werden kann.

Die hydraulische **Teilentlastung** in den Vorfluter Binnenkanal wird registriert. Im 2019 leitete die ARA an total 786 Stunden bzw. 33 Tagen gereinigtes Abwasser in den Binnenkanal. Im sehr trockenen Jahr 2018 waren es nur 172 Stunden bzw. 7 Tage. Aufgrund des Wasserstandes im Rhein war die Hochwasserklappe im Auslauf teilweise geschlossen. Zudem lagerte das Rheinhochwasser vom 12. Juni 2019 einen Sandbank beim Auslauf ab, welcher zuerst wieder wegbaggert werden musste, damit die Klappe wieder geöffnet werden konnte.

Beim Zulaufhebewerk gibt es ebenfalls eine Entlastungsmöglichkeit für Rohabwasser. Diese wurde im 2019 nur einmal bei einem kräftigen Landregen während 22 Minuten benutzt und entlastete einen Teil des zufließenden Abwassers.

Ausgelöst wurde die Entlastung durch die Sanierung des Zulaufgerinne. Das Hebewerk war dabei ausser Betrieb und der Zulauf wurde mittels mobilen Pumpen gefördert. Ein Softwarefehler einer Pumpe im RÜB Gamprin schaltete die Pumpe automatisch ab- anstatt zu. Dabei wurden ca. 20 m<sup>3</sup> Rohabwasser (verschmutztes Regenwasser) beim Hebewerk ARA in den Binnenkanal entlastet.

Vor allem bei den Aussenanlagen, aber auch auf der ARA stellt man fest, dass angeschwemmtes Papier immer zäher und reissfester wird. Dies führt u.a. zu Verstopfungen bei den Zulaufpumpen und Druckrohren. Die neue Rechenanlage mit zwei Feinrechen von 8 mm Stababstand und einer Rechentwäsche sowie -presse leisten für den weiteren Betrieb der ARA gute Dienste.



Provisorische Pumpenanlage Sanierung Zulauf

### 6.3.2 Stofffrachten

Parameter		Einheit	2018	2019	Auslegung (vorgeklärt*)
CSB:	Rohabwasser	kg/d	13'760	<b>14'188</b>	10'750 Max 8'250 Mittel
	vorgeklärt	kg/d	7'998	<b>7'468</b>	
Einwohner-Gleichwert* biologisch:	Rohabwasser	EGW <sub>Bio</sub> **	114'667	<b>118'233</b>	132'250 Max 104'000 Mittel
	vorgeklärt	EGW <sub>Bio</sub> ***	99'975	<b>93'350</b>	
Gesamtphosphor:	Rohabwasser	kg/d	146	<b>157</b>	147 Max 138 Mittel
	vorgeklärt	kg/d	152	<b>158</b>	
Gesamtstickstoff:	Rohabwasser	kg/d	743	<b>780</b>	632 Max 624 Mittel
	vorgeklärt	kg/d	809	<b>809</b>	
Ammonium:	Rohabwasser	kg/d	391	<b>381</b>	359 Mittel
	vorgeklärt	kg/d	557	<b>525</b>	

\* 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 2019 zu einer leichten Steigerung der Zulaufkraft von ca. 5%. Dies wirkt sich vor allem beim Phosphor und Stickstoff aus, wie nachstehende 10-Jahres Diagramme zeigen.

Vergleicht man die Werte „Rohabwasser“ mit „vorgeklärt“, so erkennt man vor allem beim **Ammonium und Gesamtstickstoff** die Belastung aus den Rückläufen. Denn die Rückläufe werden am Ende der 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.

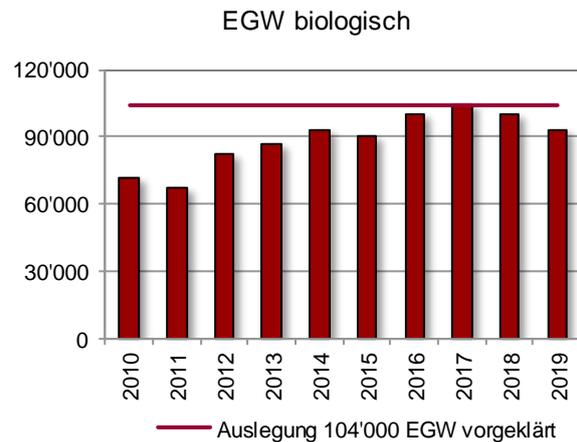
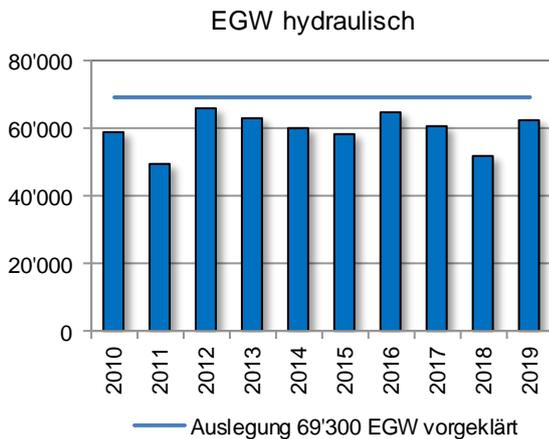
Wenn nach einigen Tage oder Wochen die Schlammentwässerung wieder in Betrieb genommen wird, führen die dosiert zugeleiteten Rückläufe zu erhöhten Ablaufkonzentrationen im Ablauf der Nachklärung. In seltenen Fällen wird der Grenzwert überschritten. Es vergehen dann jeweils einige Tage, bis sich die Bakterienzusammensetzung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

Die ARA wurde auf den Zeithorizont 2025 ausgelegt. Das heisst, theoretisch müsste die ARA in 6 Jahren ausgebaut werden.

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 noch bei 40-50% aller Zulaufstage, beim Phosphor werden etwa 75% überschritten, beim Stickstoff sind es sogar ca. 85% aller Zulaufstage.

Im langjährigen Mittel nehmen die biologischen Einwohnergleichwerte um ca. 3'200 EG jährlich zu. Dem linearen Trend zu Folge müssten ab 2021 die Einwohnergleichwerte bzgl. Auslastung überschritten sein.

Parameter	Überschreitung % aller Labortage	
	2018	2019
CSB	48	<b>39</b>
NH4-N	84	<b>80</b>
Ntot	85	<b>83</b>
Ptot	72	<b>74</b>

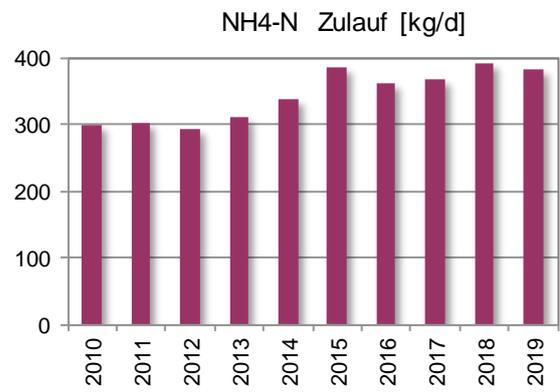
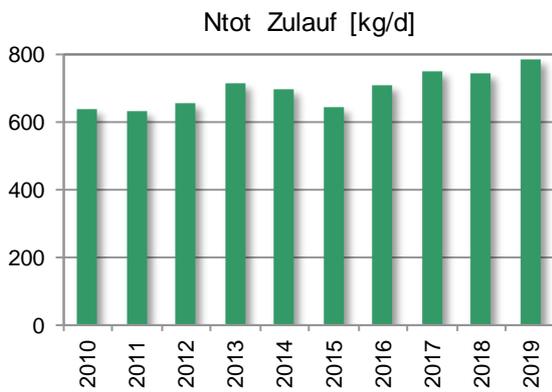
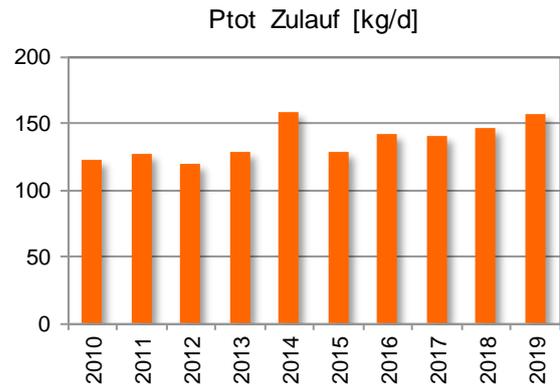
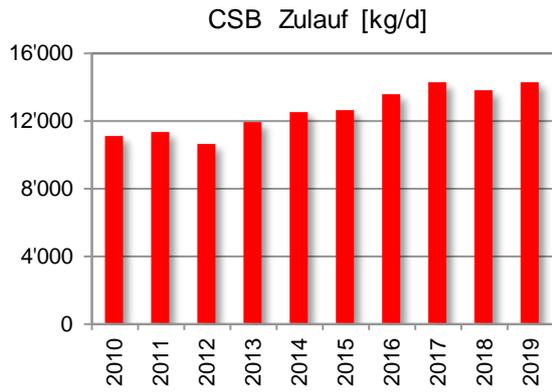


Obwohl im Jahresmittel rechnerisch fast keine Reserven mehr vorhanden sind, werden nach wie vor sehr gute Ablaufkonzentrationen und Reinigungseffekte erreicht. Es zeigt sich, dass das Belebtschlammverfahren mit der heutigen Optimierungspraxis der zusätzlichen Messsonden und Steuerung der Biologie für 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 : 6.0 : 1.2 für das Bakterienwachstum optimal und ausgeglichen. Auch sind keine Veränderungen zu den Vorjahren erkennbar.

Schwimmschlamm trat in der Wasserstrasse vor allem in den Sommer- und Herbstmonaten 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 zu prüfen, ob die Schwimmschlammräumung technisch automatisiert werden kann. Damit liesse sich auch Fällmittel einsparen.



### 6.3.3 Fremdwasser

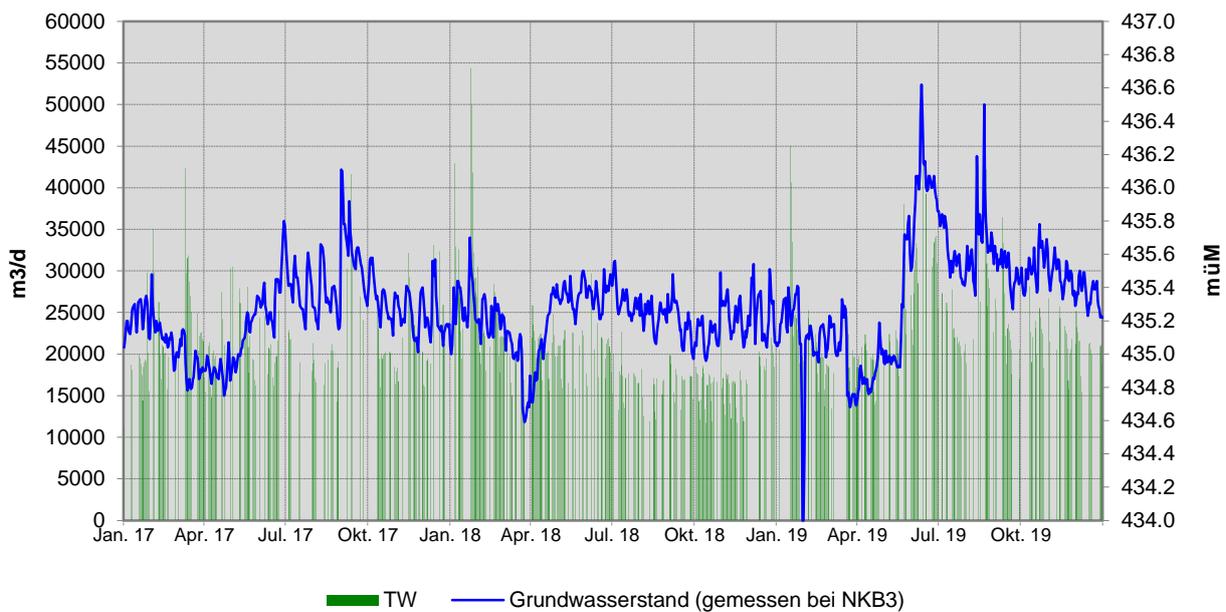
Bachwasser, Grundwasser und Sickerwasser gehören nicht in die Kanalisation und in die Kläranlage. Dieses sogenannte Fremdwasser verursacht unnötige Betriebskosten wie Förderkosten und reduziert die Abbauleistung der Kläranlage.

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. Dieser hohe Grundwasserstand fehlte im Jahr 2017 teilweise und im 2018 gänzlich, wodurch unter anderem die Jahreszuflussmenge zur ARA reduziert ist.

Trotz der Bemühungen der öffentlichen Hand werden aber mittel- und langfristig die privaten Liegenschaftsentwässerungen den grössten Teil der Fremdwassermenge liefern. Die Umsetzung der Massnahmen wird sich hier deutlich aufwendiger gestalten.

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	2018	2019
<b>Abwassermenge Zulauf ARA, inkl. Entlastungen</b>	Mio m <sup>3</sup>	8.93	<b>10.88</b>
<b>Abwassermenge durch Biologie</b>	Mio m <sup>3</sup>	8.34	<b>10.15</b>
<b>Entzogene Stofffrachten</b>			
Frischschlamm Volumen	m <sup>3</sup>	92'217	<b>88'648</b>
Frischschlamm Trockensubstanz	t	2'871	<b>3'014</b>
CSB (Schmutzstoffe)	Zulauf - Ablauf t	4'611	<b>4'819</b>
Phosphor (P)	Zulauf - Ablauf t	48.8	<b>53.1</b>
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	Zulauf - Ablauf t	133.9	<b>132.2</b>
Stickstoff (Ntot)	Zulauf - Ablauf t	189	<b>201</b>
Rechengut	t	189	<b>135</b>
Sand	m <sup>3</sup>	24	<b>32</b>

Der Gesamt-Zulauf zur ARA inkl. Regenwasser vergrösserte sich zum Vorjahr um 22%. Der mittlere Zufluss an Trockentagen liegt im Jahr 2019 mit ca. 23'300 m<sup>3</sup>/d etwas unter der hydraulischen Auslegungsgrösse der ARA für 2025. Die Auslegung des Trockenwetteranfalls beträgt 24'300 m<sup>3</sup>/d. Die tiefe Abwassermenge wird durch 176 Trockentage (Vorjahr: 228 Tage) gestützt.

Die entzogene Stofffracht hängt von der Zulauffracht ab. Die Grösse der Rohabwassermenge spielt dabei eine untergeordnete Rolle. Im 2019 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.

Bei der Sandmenge ist seit längerer Zeit eine Normalisierung zu verzeichnen. Eine Differenz von ±10 m<sup>3</sup> von einem Jahr zum anderen kann aus logistischen Gründen zustande kommen.

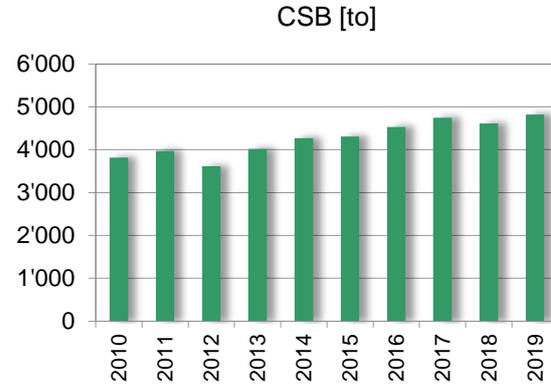
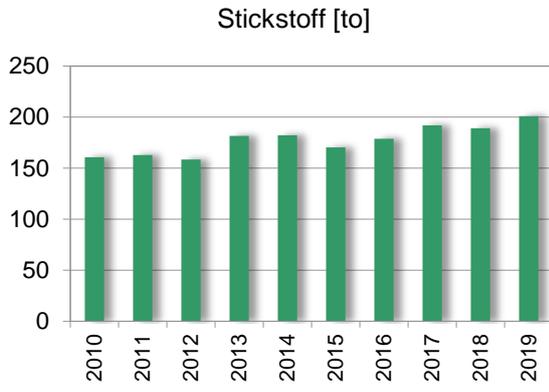
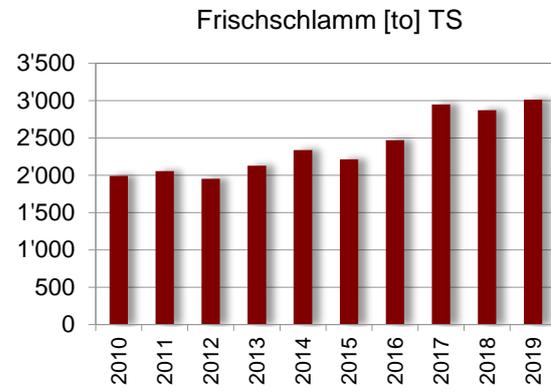
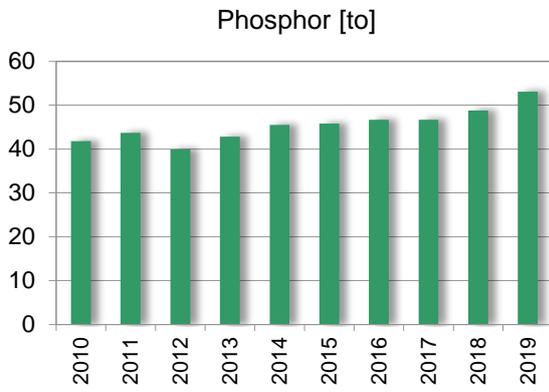
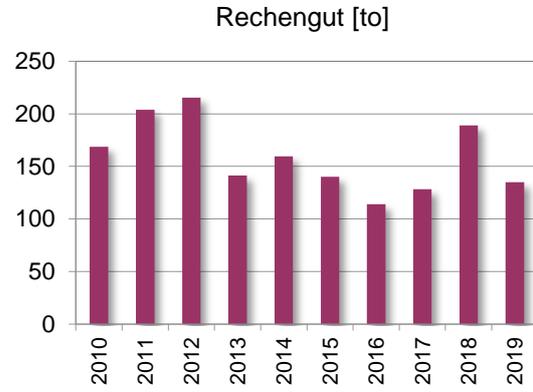
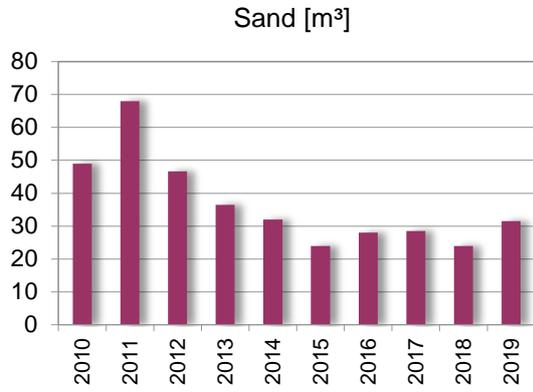
Die Rechengutmenge 2018 lässt sich mit den Vorjahren nicht vergleichen. Der Umbau der Rechenanlage und die Optimierung der Rechengutwaschpresse führte zu scheinbar mehr Rechengut. Denn in der Optimierungsphase ist reichlich schlecht entwässertes Rechengut angefallen.

Obwohl die ARA im 2019 mehr Rechengut aus dem Zulauf entfernt hat, ist die Gesamttonnage relativ tief. Denn die organischen Bestandteile im Rechengut werden ausgewaschen und damit kann das Rechengut besser ausgepresst werden.



Ersatz der Abluftfilter auf dem Granulatsilo

**6.4.1 10-Jahres Diagramm entzogene Stofffrachten**



## 6.5 Beschaffenheit des gereinigten Abwassers und Reinigungsleistung

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

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

### 6.5.1 Konzentrationen

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

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

Parameter	Einheit	2018	2019			Grenzwerte	
			Mittelwert	Mittelwert	Überschreitung Grenzwert [Anzahl] ***	Höchstwert	Grenzwert
NKB 1 - 3		Mittelwert	Mittelwert	Überschreitung Grenzwert [Anzahl] ***	Höchstwert	Grenzwert	Höchstwert
Sichttiefe**	cm	153	<b>159</b>	<b>0</b>	<b>110</b>	≥ 50	
GUS	mg/l	5.9	<b>6.8</b>	<b>0</b>	<b>11.1</b>	≤ 15	50
CSB	mg/l	19.4	<b>18.3</b>	<b>0</b>	<b>24.5</b>	≤ 60	150
Gesamt-P	mg/l	0.23	<b>0.26</b>	<b>5</b>	<b>0.59</b>	≤ 0.5	0.8
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	0.28	<b>0.25</b>	<b>1</b>	<b>2.13</b>	≤ 2.0	
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	0.10	<b>0.10</b>	<b>4</b>	<b>0.39</b>	≤ 0.3	
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	6.7	<b>6.8</b>	-	<b>19.4</b>	mögl. tief	
Gesamt-N	mg/l	8.4	<b>8.1</b>	<b>4</b>	<b>21.4</b>	≤ 15	
NTA *	mg/l	0.001	<b>0.002</b>			--	
EDTA *	mg/l	0.023	<b>0.009</b>			verboten	

\* Analyse des Kontrolllabors Dr. Matt AG von 1 Probe

\*\* Höchstwert entspricht kleinster gemessener Sichttiefe

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

Die Sichttiefe ist im Jahr 2019 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. Ausnahmsweise wurden für die Biologie 1+2 im August und September sehr tiefe Werte bis 75 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.

Die Ursache bei den Phosphorüberschreitungen sind wahrscheinlich interne Rücklösungen, welche aber trotz Gegenmassnahmen und maximaler Fällung nicht gänzlich unterbunden werden konnten. Wir empfehlen technische Möglichkeiten zu prüfen, um die wiederkehrenden **Phosphatspitzen** unterbinden zu können. Beim Stickstoff ist die Ursache nicht vollständig rekonstruierbar. Sie kann u.a. bei grossen Stickstoff-Belastungsschwankungen liegen, welche beim Start einer Schlammmentwässerungsphase ausgelöst werden. Es vergehen dann jeweils einige Tage, bis sich die Bakterienzusammensetzung an die veränderte Belastung gewöhnt haben. Eindeutig ist, dass an wenigen Tagen die Zulaufbelastung mehr als das Dreifache so hoch ist wie im Durchschnitt. Auf diese Stossbelastung vermag die Biologie nicht immer «gesetzeskonform» zu reagieren. Nicht nachvollziehbar sind einige Nitrit-, Ammonium- und Gesamtstickstoff-Überschreitungen, weil sie nicht am selben Tag stattfanden, sondern isoliert einzeln. Auch können tiefe Abwassertemperaturen nicht für die vier erhöhten Nitritwerte verantwortlich gemacht werden.

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 **Rezirkulation** betrug in der Biologie 1 nur 27% und in den Biologien 3+4 rund 57% der Referenzbiologie. Somit wird weniger Wasser erneut belüftet. Die Nitratfracht im Ablauf steigt dadurch nur geringfügig. Die Anforderungen an die **Denitrifikation** konnten dennoch optimal erfüllt werden.

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

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

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

**Mikroverunreinigungen** aus Medikamenten und Chemikalien belasten unsere Gewässer, da sie bei der Abwasserreinigung bestenfalls nur teilweise entfernt werden. Derzeit ist auf der ARA Bendorf keine 4. Reinigungsstufe geplant.

Der Kanton St. Gallen führte im Jahr 2016 eine breit angelegte Messkampagne auf Kläranlagen durch. Gemessen wurden 157 organische Spurenstoffe aus unterschiedlichen Anwendungsgebieten. An dieser Messkampagne durfte auch die ARA Bendorf teilnehmen. 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 2018 und 2019 erfolgte keine erneute Überprüfung. Ab 2020 ist geplant, dass 12 ausgewählte Stoffe anlässlich zweier Messkampagnen untersucht werden.

### 6.5.2 Betriebsdaten (Diagramme)

Im Anhang Kap. 13.1 „Betriebsdaten Diagramme“ können folgende „Zustände“ beobachtet werden: Die täglichen **Zulaufmengen** über die beiden Halbjahre: Deutlich erkennbar sind die relativ abflussarmen Phasen, da zu dieser Zeit nur wenige Entlastungen stattfinden. Im Weiteren ist erkennbar, dass während des ganzen Jahres beide Vorklärbecken in Betrieb standen.

Die **Zulaufmengen** über den Zeitraum eines Jahres anlässlich der ARA Labortage, d.h. in der Regel alle 5 Tage: Hierbei sind vor allem erkennbar:

- die schwankenden Zulaufmengen
- die deutlich grösseren Frachten an Ammonium im Ablauf der Vorklärung gegenüber dem ARA-Zulauf (Rohabwasser) aufgrund der Rückläufe
- die deutliche Überschreitung der Biologieauslegung mit Stickstoff- und teilweise mit Phosphorfrachten

Die leicht reduzierte Reinigungsleistung der Biologie an Tagen mit sehr tiefen Abwassertemperaturen oder an Tagen mit grosser Zulaufbelastung durch die Rückläufe.

Trotz der teilweise grossen Zulaufmengen können die Ablaufkonzentrationen in der Regel gut 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, wievielfach ein Grenzwert überschritten wurde. Zulässig ist das Überschreiten eines Grenzwertes für das Mittel aller Nachklärungen von 7-mal bei 72 Proben pro Jahr.

Vor allem beim Gesamt-N sind an einzelnen Probenahmetagen die **Reinigungseffekte** etwas vermindert bzw. unter den gesetzlichen Anforderungen. Rechnerisch werden die Reinigungseffekte auf den Zulauf mit Rohabwasser bezogen. Wenn die Zulaufmenge 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 55-90% 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 Bendorf diese Laborwerte trotzdem auf.

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

Parameter	Einheit	12. März	10. Juni	8. Sep.	12. Dez.	arith. Mittel
Ungelöste Stoffe ( <b>GUS</b> )	mg/l	3.8	6.0	11.7	6.7	<b>7.0</b>
ARA-Labor	mg/l	7.2	6.0	6.0	9.7	<b>7.2</b>
Chem. Sauerstoffbedarf ( <b>CSB</b> )	mg/l	16.0	16.7	10.8	20.7	<b>16.0</b>
ARA-Labor	mg/l	16.8	17.0	15.2	20.2	<b>17.3</b>
Gesamtphosphor ( <b>Ges.-P</b> )	mg/l	0.18	0.25	0.41	0.29	<b>0.28</b>
ARA-Labor	mg/l	0.16	0.24	0.35	0.29	<b>0.26</b>
Ammoniumstickstoff ( <b>NH<sub>4</sub>-N</b> )	mg/l	0.34	0.20	0.05	0.10	<b>0.17</b>
ARA-Labor	mg/l	0.33	0.19	0.04	0.13	<b>0.17</b>
Nitritstickstoff ( <b>NO<sub>2</sub>-N</b> )	mg/l	0.23	0.41	0.03	0.04	<b>0.18</b>
ARA-Labor	mg/l	0.24	0.43	0.01	0.04	<b>0.18</b>
Nitratstickstoff ( <b>NO<sub>3</sub>-N</b> )	mg/l	4.7	11.4	6.7	1.7	<b>6.1</b>
ARA-Labor	mg/l	4.3	11.0	6.4	2.5	<b>6.0</b>

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.

Obwohl beide Labore dieselbe Analysemethode mit identischem Material anwenden, sind bei diesen tiefen Abflusskonzentrationen, v.a. beim GUS, Messabweichungen in dieser Grössenordnung üblich.

Die hohe Datenqualität des ARA-Labors kann nun schon seit ein paar Jahren gewährleistet werden. Die auf der ARA Bendern ermittelten Analysenresultate 2019 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	2018	2019			Grenzwerte
			Mittelwert	Mittelwert	Grenzwert Überschreitung [Anzahl] *	
<b>Zulauf ARA-Ablauf NKB**</b>						
CSB	%	96.3	<b>96.2</b>	--	<b>89.7</b>	--
Gesamt-P	%	95.9	<b>95.4</b>	<b>0</b>	<b>83.6</b>	≥ 80
Gesamt-N	%	72.1	<b>72.5</b>	<b>6</b>	<b>38.8</b>	≥ 55
NH <sub>4</sub> -N bezogen auf Gesamt-N	%	97.8	<b>98.1</b>	<b>1</b>	<b>84.1</b>	≥ 85

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

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

Die Jahresmittelwerte 2019 werden im Vergleich zum Vorjahr bestätigt oder teilweise leicht verbessert. 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 2019 heisst dies: Gesamt-P 95.6%, Gesamt-N 74.9% und NH<sub>4</sub>-N 98.7%.

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.

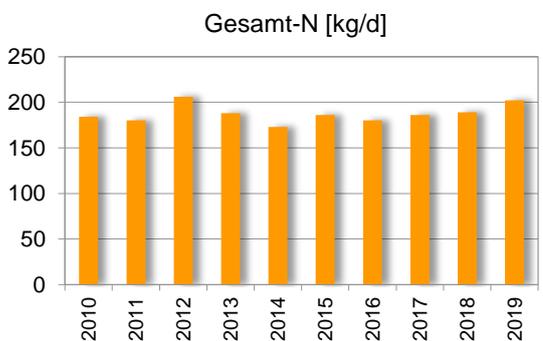
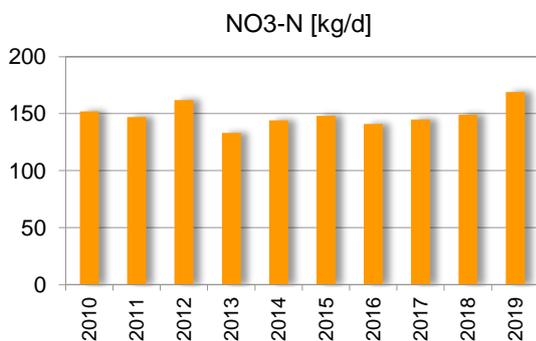
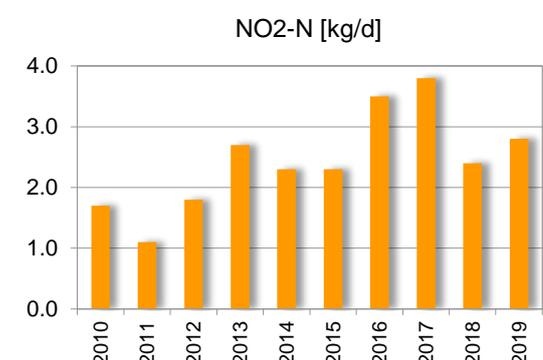
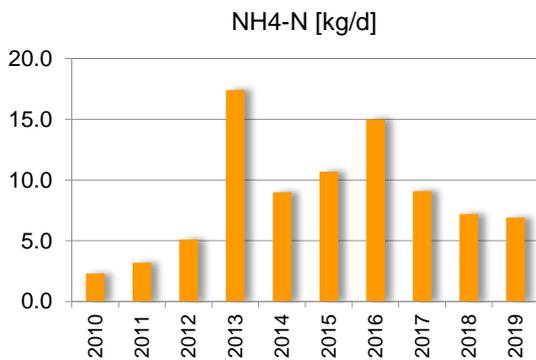
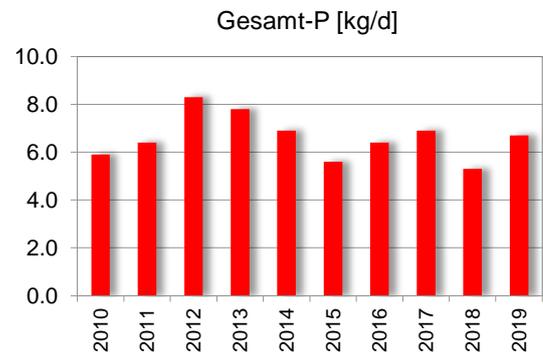
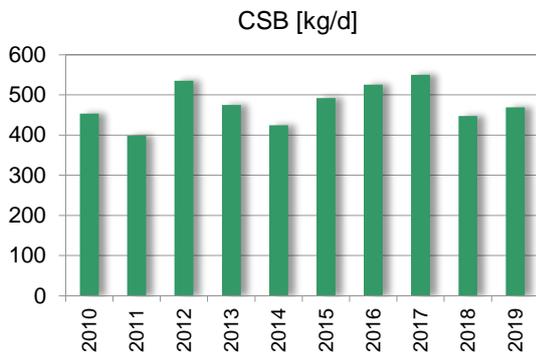
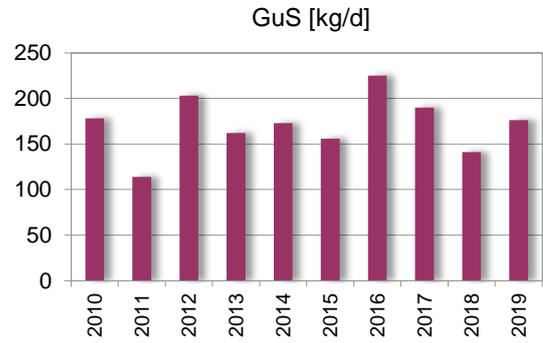
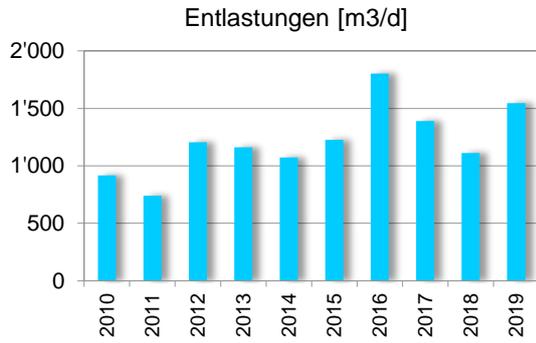
### 6.5.5 Restfrachten (an Labortagen)

Parameter	Einheit	2017	2018	2019	Differenz	
					kg/d	%
<b>Niederschlag</b> Jahresmenge	mm/a	1'060	860	<b>1'051</b>		22.2
<b>Entlastungen</b> Menge Jahresmittel	m3/d	1'391	1'113	<b>1'547</b>		
Menge Total	m3	507'796	406'216	<b>564'639</b>		39.0
Dauer Total	h	572	515	<b>681</b>		32.3
<b>Ungelöste Stoffe (GUS)</b> Auslauf NKB	kg/d	190	141	<b>176</b>	35	24.8
<b>Chem. Sauerstoffbedarf (CSB)</b> Auslauf NKB	kg/d	550	447	<b>469</b>	22	4.9
<b>Gesamtposphor (Ges.-P)</b> Auslauf NKB	kg/d	6.9	5.3	<b>6.7</b>	1.4	26.4
<b>Ammoniumstickstoff (NH<sub>4</sub>-N)</b> Auslauf NKB	kg/d	9.1	7.2	<b>6.9</b>	-0.3	-4.2
<b>Nitritstickstoff (NO<sub>2</sub>-N)</b>	kg/d	3.8	2.4	<b>2.8</b>	0.4	16.7
<b>Nitratstickstoff (NO<sub>3</sub>-N)</b>	kg/d	145	149	<b>169</b>	20	13.4
<b>Gesamtstickstoff (Ges.-N)</b> Auslauf NKB	kg/d	186	189	<b>202</b>	13	6.9

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

Die Regenwasser Entlastung sind grösser als im Vorjahr. Im Verhältnis zu den gefallenem Niederschlägen und deren Verteilung ist die Menge des entlasteten Regenwassers und die Entlastungszeit eher hoch. Derzeit bearbeitet der AZV ein Projekt, wie die Bewirtschaftung der Regenbecken im gesamten Einzugsgebiet zusammen mit der Reinigungskapazität der ARA weiter optimiert werden kann.

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.



### 6.5.6 Online Messung Ablauf Rhein

Die im ARA-Ablauf zum Rhein installierte online Messung, welche die Parameter PO<sub>4</sub>-P, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-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. Einzige Ausnahme: Aufgrund einer Geräteverschmutzung sind die GUS Werte im August und September nicht verwendbar. Die Aussagekraft der GUS Kontrolle wird zunehmend in Frage gestellt. Wir empfehlen, die Sonde bei der nächsten Revision nicht mehr zu ersetzen.

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.

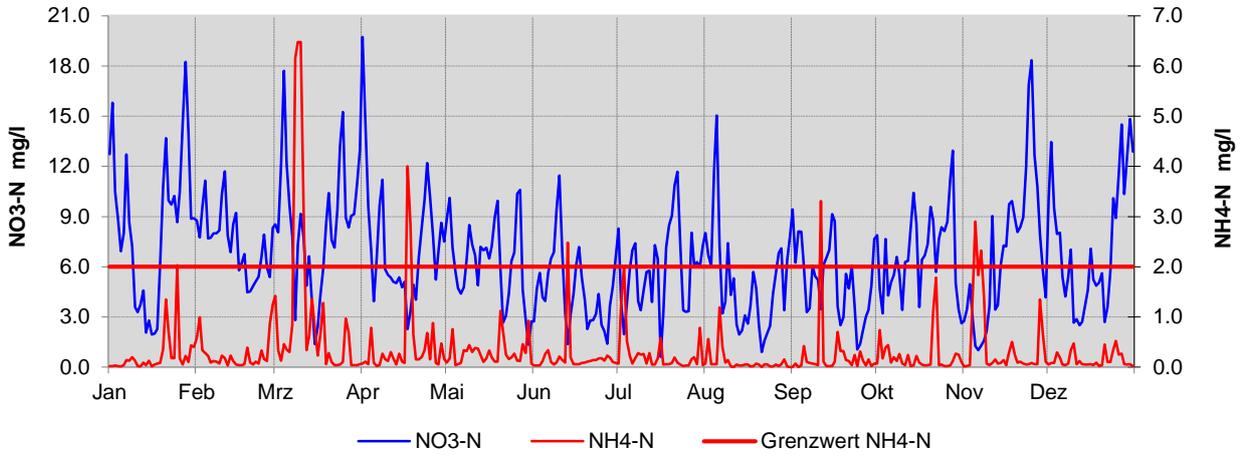
Betrachtet man die nachfolgenden Diagramme, so werden in der Regel gute Ablaufwerte erreicht.

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.

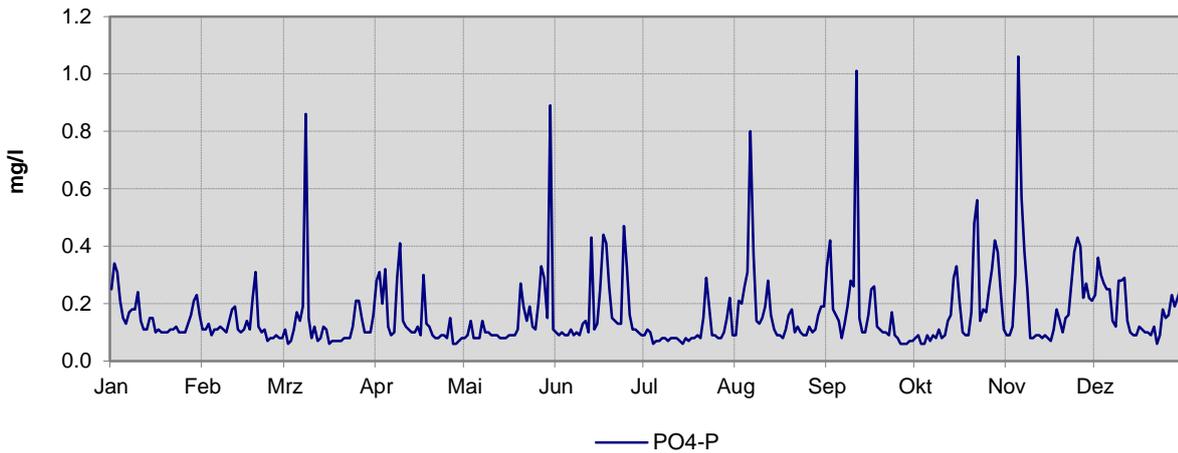
Überprüfungen mit Laborwerten zeigen, dass die einzelnen Parameter in der Regel recht gut übereinstimmen.

<b>Parameter [mg/l]</b>	<b>PO4-P</b>	<b>NH4-N</b>	<b>NO3-N</b>	<b>GUS</b>
25% Quantil	<b>0.09</b>	<b>0.05</b>	<b>3.94</b>	<b>6.00</b>
Mittelwert	<b>0.16</b>	<b>0.33</b>	<b>6.64</b>	<b>7.93</b>
Median	<b>0.11</b>	<b>0.11</b>	<b>6.36</b>	<b>7.40</b>
90% Quantil	<b>0.29</b>	<b>0.28</b>	<b>10.82</b>	<b>10.76</b>

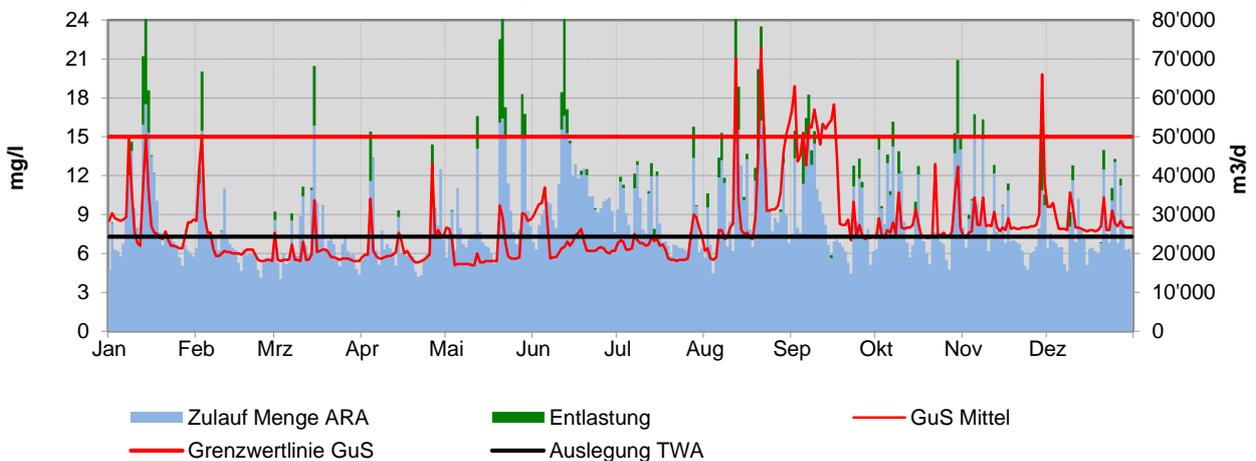
**Einleitung Rhein: Online Tagesmittelwerte NO3-N und NH4-N**



**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	2018	2019
Fällmittelmenge	l/d	924	<b>1077</b>
Spez. Fällmittelmenge pro kg P	Mol ME/mol P-elim	0.89	<b>0.94</b>

Im Jahr 2019 dosierte die ARA im Mittel 16% mehr Fällmittel dem Abwasser zu, als im Vorjahr. Dies obwohl die Phosphor Zulaufkonzentration praktisch konstant geblieben ist. Die Ursache liegt einerseits in der Bekämpfung von Schwimmschlamm und andererseits in der «Unterdrückung» von internen P-Rücklösungen.

## 6.7 Belebtschlammigenschaften

Parameter	Einheit	2018	2019
Schlammkonzentrationen	g/l	3.88	<b>3.90</b>
Schlammindex	ml/g	154	<b>147</b>
CSB - Schlammbelastung	kg/kg TS*d	0.17	<b>0.15</b>

Die Schlammindizes für die Biologie 1-4 werden durchgehend in einer Bandbreite von 150-200 ml/g registriert, wie sie anlässlich der Auslegung Biologie angenommen wurden. Ausnahmsweise wurden für die Biologie 1+2 im August und September sehr tiefe Werte bis 75 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 2019 mit 4.6 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 Zulaufbelastungsschüssen verbessert werden könnte.

## 6.8 Klärschlamm

### 6.8.1 Überschussschlamm

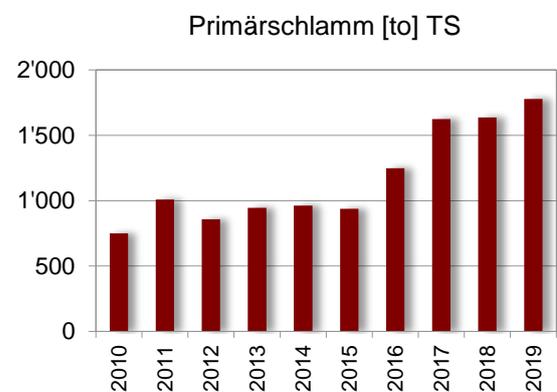
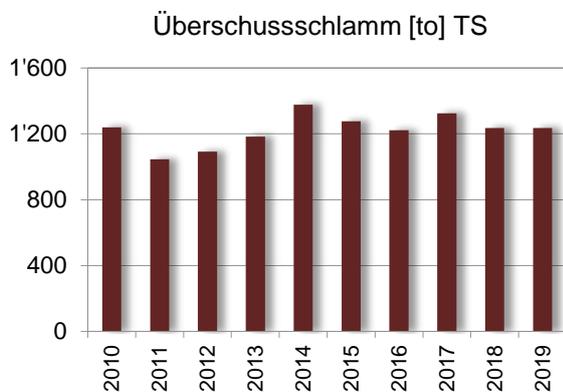
Parameter	Einheit	2018	2019
Überschussschlamm	m <sup>3</sup> /a	192'324	<b>196'713</b>
Trockensubstanzgehalt *	g/l	6.4	<b>6.2</b>
Jahresfracht	t/a	1'236	<b>1'240</b>

\* Mittelwertberechnung aus Aracom

Die Überschussschlammfracht stagniert gegenüber dem Vorjahr und liegt im Mittel der letzten Jahre.

Die Frachtdifferenz zwischen Frischschlamm und Überschussschlamm ist der Primärschlamm, welcher durch Sedimentation in der Vorklärung abgetrennt wird. Im 2019 wurden demnach je 1774 t/a Primärschlamm abgetrennt. Betrachtet man aber die 10-Jahres Graphik, so ist ersichtlich, dass seit 2017 deutlich höhere Frachten registriert werden. Innerhalb von 4 Jahren ist eine Zunahme um 80% zu verzeichnen.

Untersuchungen des Primärschlammes zeigen, dass es sich um einen homogenen, strukturlosen, breiähnlichen Schlamm handelt. Aufgrund der Zusammensetzung des Schlammes ist es nicht möglich, spezifisch auf einen Grosseinleiter zu schliessen, welcher für die Steigerung der Schlammfracht verantwortlich ist.



Sensivität Bestimmung Trockensubstanz: Bei einem theoretischen Fehler von 0.1 g/l, beim Trockensubstanzgehalt von ca. 10 g/l, ändert sich die Jahresfracht um 1%.

## 6.8.2 Frischschlamm

Die Frischschlammfracht hat leicht zugenommen, 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 Dekanters: Die Entwässerungsleistung nimmt laufend ab und stagniert leicht im 2019 bei 24% TS. Vor 5 Jahren wurden im Mittel noch TS Gehalte von 27% erreicht. Dadurch erhöht sich der energetische Aufwand der Schlammbehandlung. Ab Anfangs 2019 sind die Werte für oTS im Frisch- und ausgefaulten Schlamm aber fallend. Ist dies auf die verbesserte Siebung durch den neuen Feinrechen, welcher im Sommer 2018 in Betrieb genommen wurde, zurück zu führen?

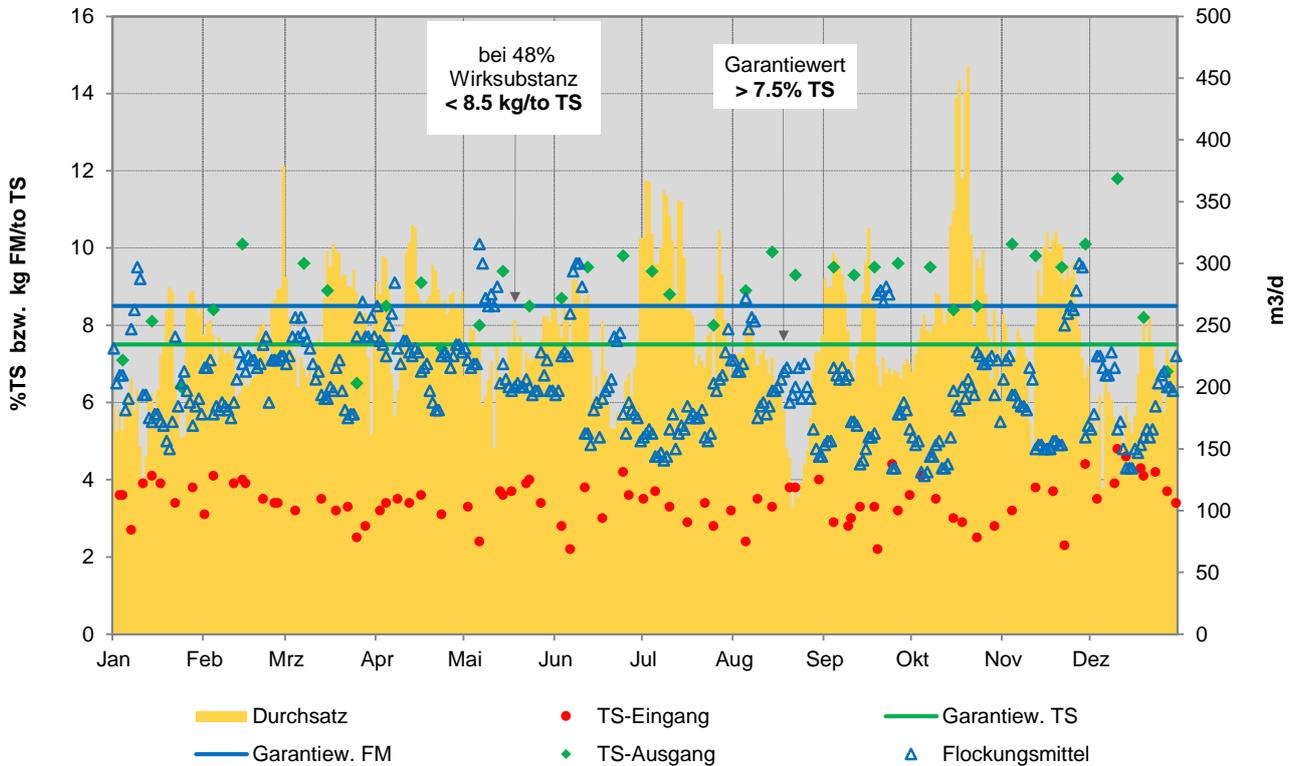
Ein Versuch zur Steigerung des Abbaus der organischen Schlammfracht durch die Beheizung des Faulraums 2 auf 37°C brachte vor ein paar Jahren kaum eine Verbesserung. Seit November 2019 wird auf der ARA Bendern ein Versuch zur Schlammdesintegration gefahren. Dabei werden mittels Hochspannung die Zellmembranen durchlöchert, sodass die Zellflüssigkeit austreten kann. Biogasbakterien sind dadurch in der Lage, die schwer abbaubaren Stoffe wie Lignin und Cellulose besser für ihren Stoffwechsel zu nutzen.

Parameter	Einheit	2018	2019
Frischschlamm vor Eindickung	m <sup>3</sup> /a	92'217	<b>88'648</b>
der Voreindickung zugeführt (a)	m <sup>3</sup> /a	92'067	<b>88'511</b>
Frischschlamm Trockensubstanz	t/a	2'871	<b>3'014</b>
Frischschlamm Trockensubstanzgehalt	%	3.1	<b>3.4</b>
organische Trockensubstanz	t/a	2'200	<b>2'290</b>
Volumen von (a) nach Eindickung (b)	m <sup>3</sup> /a	34'748	<b>34'695</b>
Volumenreduktion durch Eindickung	%	62	<b>61</b>
Trockensubstanzgehalt	%	9.0	<b>9.9</b>
ohne Eindickung zur Faulung (c)	m <sup>3</sup> /a	150	<b>137</b>
total der Faulung zugeführt (b + c)	m <sup>3</sup> /a	34'898	<b>34'832</b>
mittlerer Trockensubstanzgehalt <small>theoretisch, weil TS-Fett unbekannt</small>	%	9.0	<b>9.9</b>
effektive Volumenreduktion	%	56.1	<b>59.9</b>

In der Position Frischschlammmenge „ohne Eindickung direkt zur Faulung“ sind u.a. die Fremdschlämme der Hilti AG Schaan zur CO-Vergärung enthalten, welche im 2019 in Summe 66 m<sup>3</sup> (Vorjahr 44 m<sup>3</sup>) 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 3.4% auf 9.9% 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 99.0% (90%-Wert: 96.3%) erreicht.

Der Brauchwasserverbrauch für Warm- und Kaltwasser beträgt im Jahresmittel 342 m<sup>3</sup>/d. Das sind 1.5% des Trockenwetterzulaufes zur ARA. Die Hälfte dieses Betriebswassers verbraucht die Vorentwässerung zur kontinuierlichen Spülung (Verminderung von Fettablagerungen).

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. 2'229 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 m<sup>2</sup>. 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.

Die ARA Bendern verfügt über 2 Faultürme mit je 2'400 m<sup>3</sup> 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	2018	2019
Frischschlamm-TS	t/a	2'871	<b>3'014</b>
Frischschlamm-oTS (org. TS)	t/a	2'200	<b>2'290</b>
	% der TS	76.7	<b>76.0</b>
Faulschlamm Stapelraum -TS	t/a	1'236	<b>1'183</b>
Verminderung der oTS durch Faulung	t/a	1'635	<b>1'831</b>
	%	74.3	<b>80.0</b>

Die **organische Substanz** im Frischschlamm nimmt seit Jahren laufend zu und erreicht einen neuen Höchststand.

Ein hoher oTS im Frischschlamm führt in der nachfolgenden Schlammbehandlung, v.a. in der Entwässerung, zu geringen Schlammkonzentrationen.

Sensivität Bestimmung Trockensubstanz Frischschlamm und Faulschlamm: Bei einem theoretischen Fehler von 0.1%, beim Trockensubstanzgehalt von ca. 4%, ändert sich die Jahresfracht um 2.5%.

### 6.8.4 Klärschlamm Verwertung

Parameter	Einheit	2018	2019
<b>Volumen</b> Jahresanfall	m <sup>3</sup> /a	28'787	<b>28'634</b>
Total Abgabe	m <sup>3</sup> /a	29'176	<b>28'470</b>

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

Parameter	2018		2019	
	t (TS)	%	t (TS)	%
div. Abnehmer (entwässert)	0	0	<b>0</b>	<b>0</b>
KVA Buchs (getrocknet)	11	1	<b>15</b>	<b>1</b>
Holcim (getrocknet)	1'215	99	<b>1'164</b>	<b>99</b>
<b>Total</b>	<b>1'226</b>	<b>100</b>	<b>1'178</b>	<b>100</b>

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 Phosphatreserven auf der Welt werden auf 80-100 Jahre geschätzt. Die ARA Bendern hat den Abnahmevertrag mit der Holcim verlängert, welcher bis längstens 31. Dezember 2025 dauert. Zusammen mit den Ostschweizer Kantonen ist die ARA Bendern in einer Arbeitsgruppe, die ein Konzept zur mittelfristigen Verwertung des Phosphors aus der Region ausarbeitet. Schweizweit gibt es derzeit noch keine Anlage, welche die Rücklösung des Phosphors in einer grosstechnischen Anlage ausführt.

### **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 m<sup>3</sup>/h. Im Jahresmittel wird ein mittlerer Abscheidegrad beim Zentrat von 98.9% (90%-Wert: 96.2%) erreicht.

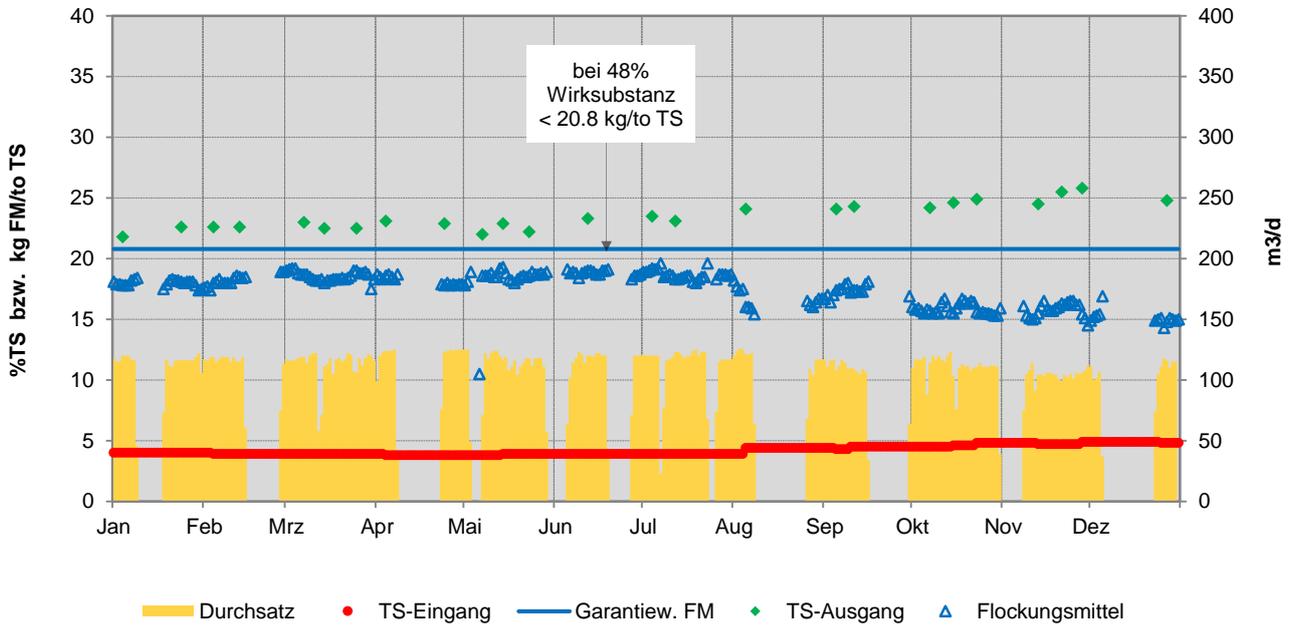
Derzeit kann der anfallende Schlamm noch entwässert und getrocknet werden. Stillstandzeiten können u.a. zur Revision der Anlagen genutzt werden. Geht der Trend der Entwässerungsleistung so weiter, werden in 5 Jahren noch TS Gehalte von ca. 20% erreicht. Wie weiter also mit der Schlamm-entwässerung? Die nächsten 2-3 Jahre sollten genutzt, um die weitergehende Schlammbehandlung für die Zukunft in die richtige Richtung zu lenken.

Der Betrieb der Trocknung läuft seit der veränderten Bestückung des Dünnschichtverdampfers relativ stabil. Damit dies so ist, sind immer wieder Unterhaltsarbeiten am Dünnschichtverdampfer und Bandrockner notwendig. Die Leistung und Effizienz der Trocknung liessen sich markant steigern, wenn der TS Gehalt des entwässerten Schlammes höher wäre. Für den Trocknungsbetrieb werden über 40% des Gesamtenergieverbrauchs der ARA aufgewendet.

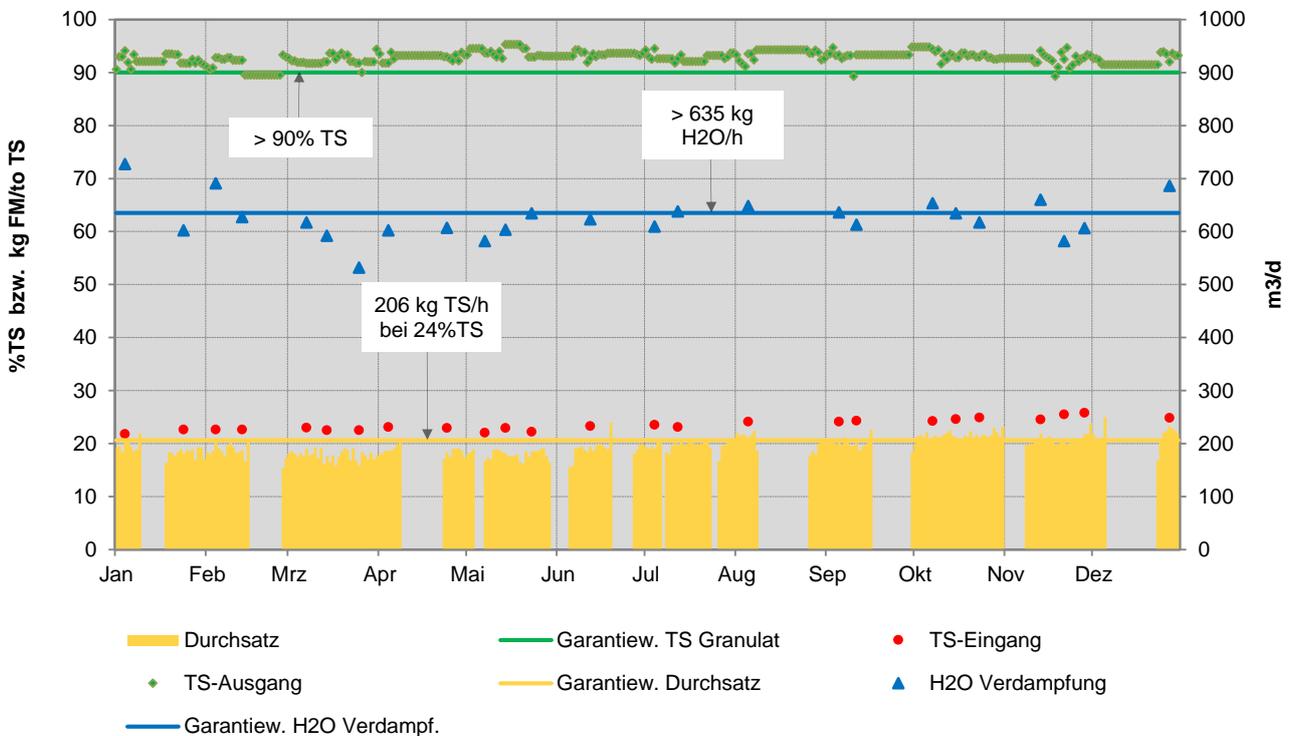
Zu einer deutlichen Stabilisierung des Trocknungsbetriebes hat die Erneuerung der Rechenanlage im Zulaufkanal beigetragen. Die Belastung durch Haare oder Fasern hat abgenommen und beschlagen die Siebe markant weniger.



### Nachentwässerung



### Trocknung



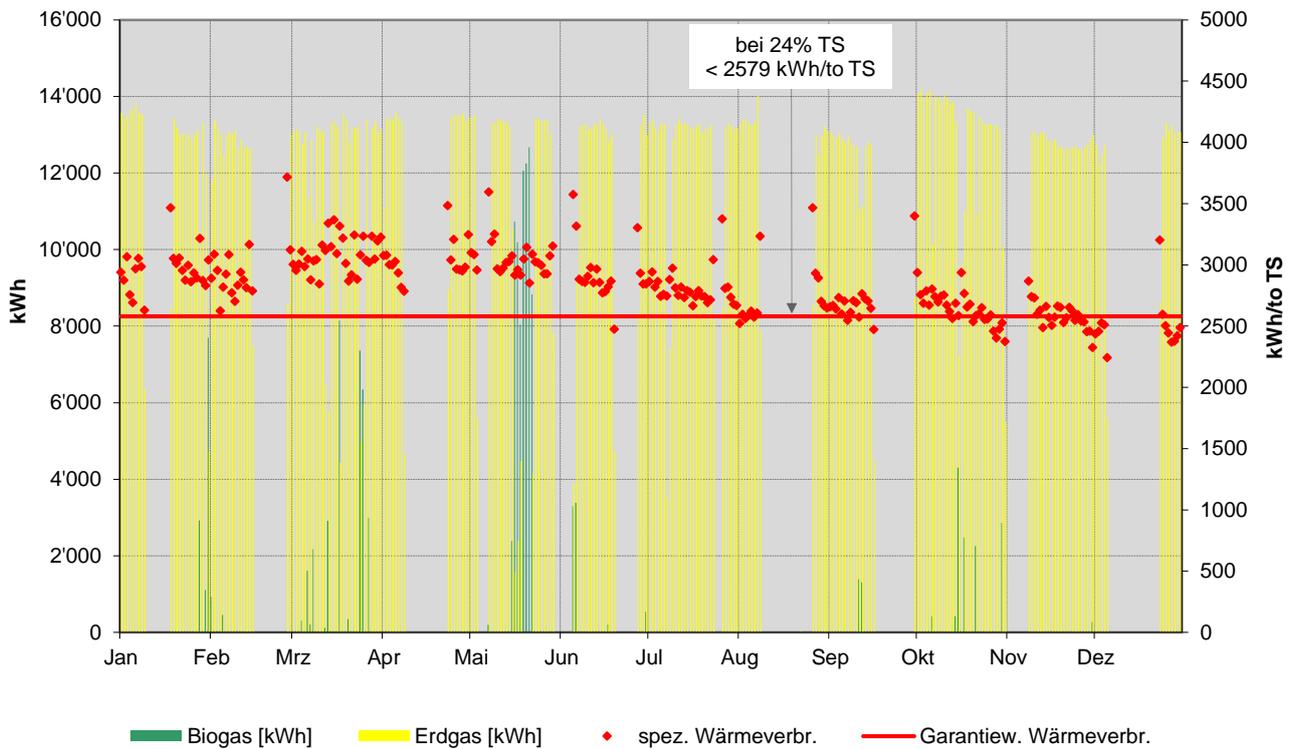


Der zur Schlamm-trocknung benötigte Energiebedarf wird hauptsächlich durch Erdgas gedeckt. Eigenes Klärgas wird nur noch verwertet, wenn die Biogasaufbereitungsanlage das Gas nicht abnehmen kann und die Gasometer voll sind. Durch den Betrieb mit Erdgas kann die Trocknung auch mit einer höheren Leistung 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 Barendorn kann dies problemlos einhalten. Im Jahresmittel werden 92.9% TS erreicht.

Parameter	Einheit	2018	2019
Trockensubstanz (TS)	%	93.2	<b>92.9</b>
organische Trockensubstanz (oTS)	% der TS	56.0	<b>57.9</b>
anorganische Trockensubstanz (aTS)		44.0	<b>42.1</b>
Schwermetalle, Mittel der Grenzwerte	%	34.5	<b>35.1</b>
Polychlorierte Biphenyle	* mg/kg TS	0.02	<b>0.02</b>
AOX (Adsorb. org. Halogenverbindungen)	mg Cl/kg TS	197	<b>180</b>
PAK (Polycyclische aromatische KW)	* mg/kg TS	1.0	<b>1.0</b>

\* Kontrollanalysen des Amtes für Umweltschutz aus 1 Probe

Das Mittel der Schwermetallkonzentrationen in Relation der Grenzwerte liegt mit 35.1% im Bereich des langjährigen Mittels.

Alle Messwerte aus dem Jahr 2019, welche aus zwei Einzelproben bestimmt werden, liegen innerhalb der Grenzwerte. Ein Teil der Schwermetalle wirkt in der Natur als essentielle Spurenelemente. Im Allgemeinen ist der Schlamm bezüglich Schwermetalle als unbedenklich einzustufen. 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.

Parameter	Einheit	bis 1990	bis 2010	2011 - 2018	2019
Blei	g/t TS	200	52	36	36.5
Cadmium	g/t TS	4	1.1	1.0	1.0
Chrom	g/t TS	60-120	58	73.9	92.0
Kobalt	g/t TS	6	8.8	5.7	5.0
Kupfer	g/t TS	230	330	342	394
Molybdän	g/t TS	20	13.6	24.0	18.0
Nickel	g/t TS	25	37.1	47.9	47.0
Quecksilber	g/t TS	3	0.5	0.5	0.4
Zink	g/t TS	1'200	785	784	820

Die Analysenwerte der adsorbierbaren organischen Halogenverbindungen (**AOX**) sind relativ konstant. Hinsichtlich der polyzyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (**PAK**) ist die Einzelprobe mit 1.0 mg/kg TS relativ tief.

### 6.8.7 Gasproduktion

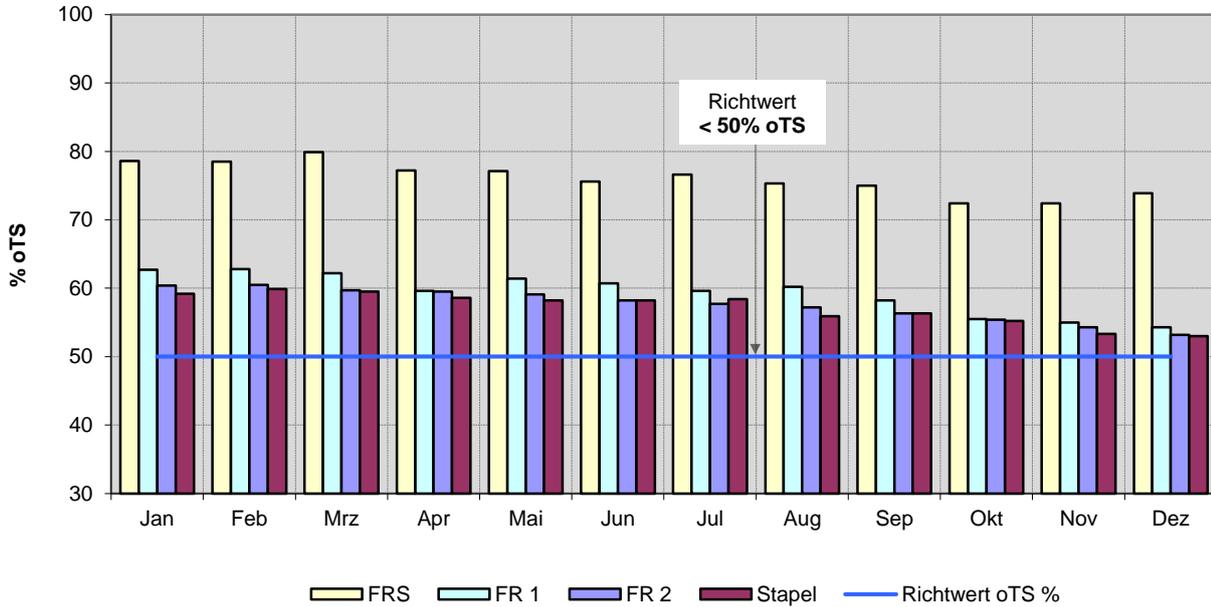
Parameter	Einheit	2018	2019
<b>Absolut</b>	m <sup>3</sup> /a	1'202'420	<b>1'244'823</b>
<b>Spezifisch</b>			
bezogen auf Frischschlamm	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	13.0	<b>14.0</b>
bezogen auf Frischschlamm-TS	m <sup>3</sup> /kg	0.414	<b>0.407</b>
bezogen auf Frischschlamm-oTS	m <sup>3</sup> /kg	0.540	<b>0.537</b>

Die Gasproduktion steigerte sich im Jahr 2019 um 3.5%. Die Frischschlammfracht und der organische TS Gehalt nahm ebenfalls leicht zu.

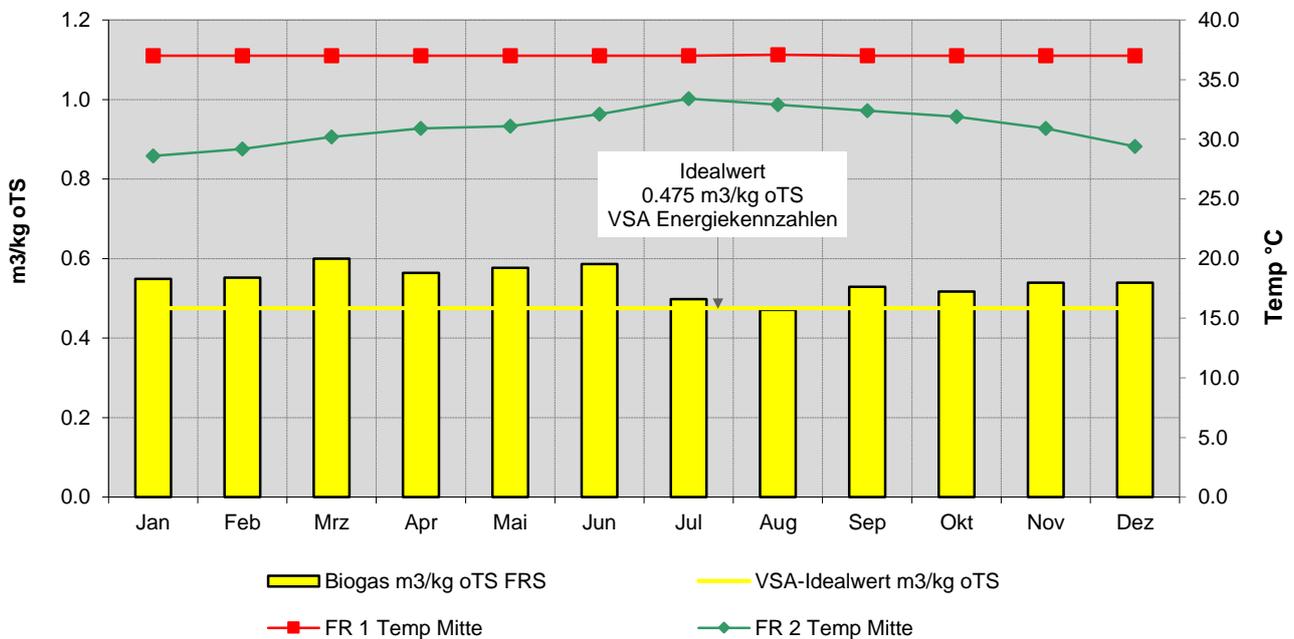
Die spezifischen Gasproduktionswerte liegen leicht erhöht im mittleren Bereich der Literaturangaben.



### Faulung - Organischer Anteil oTS



### Spezifischer Gasanfall



## 6.9 Energiebilanzen

### 6.9.1 Deckung des Energiebedarfs

Parameter	Einheit	2018	2019
Klärgasverbrauch	m <sup>3</sup> /a (kWh/a)	1'202'420 (7'214'520)	<b>1'244'823</b> <b>(7'468'938)</b>
Biogasaufbereitung	m <sup>3</sup> /a	1'123'680	<b>1'183'766</b>
BHKW	m <sup>3</sup> /a	62'944	<b>36'102</b>
Heizung (Trocknung)	m <sup>3</sup> /a	14'755	<b>24'347</b>
Energiepotential (6.0 kWh/m <sup>3</sup> ) (a) (BHKW u. Heizung)	kWh/a *	466'194 5.3	<b>362'694</b> <b>4.1</b>
Erdgasverbrauch	m <sup>3</sup> /a	298'120	<b>298'120</b>
Energiepotential (b)	kWh/a *	3'225'711 36.5	<b>3'170'667</b> <b>36.0</b>
Wärmebezug von BGA (c)	kWh *	681'677 7.7	<b>749'076</b> <b>8.5</b>
Strombezug total für ARA (d) (ohne BGA)	kWh/a *	4'529'461 51.3	<b>4'570'408</b> <b>51.9</b>
Anteil Hochtarif	%	44.8	<b>45.2</b>
Anteil Niedertarif	%	55.2	<b>54.8</b>
Total Energieumsatz (a)+(b)+(c)+(d)	kWh/a *	8'903'043 100.9	<b>8'852'845</b> <b>100.6</b>
Eigenstrom, Rückspeisung ins Netz	kWh/a *	-75'088 -0.9	<b>-53'320</b> <b>-0.6</b>
Total Energieverbrauch ARA	kWh/a *	8'827'955 100.0	<b>8'799'525</b> <b>100.0</b>
Autarkiegrad ARA	%	81.7	<b>84.9</b>

\* 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 85%.

Der Betrieb der BGA läuft soweit stabil. Reserven zur Steigerung der Biogasannahmemenge sind fast keine vorhanden. Die Jahresverfügbarkeit liegt wie die Jahre zuvor bei ca. 93.7%, was einer Stillstandsdauer von 23 Tagen entspricht. Die Eigenstromproduktion mit BHKWs hat mit weniger als 1% ein Minimum erreicht.

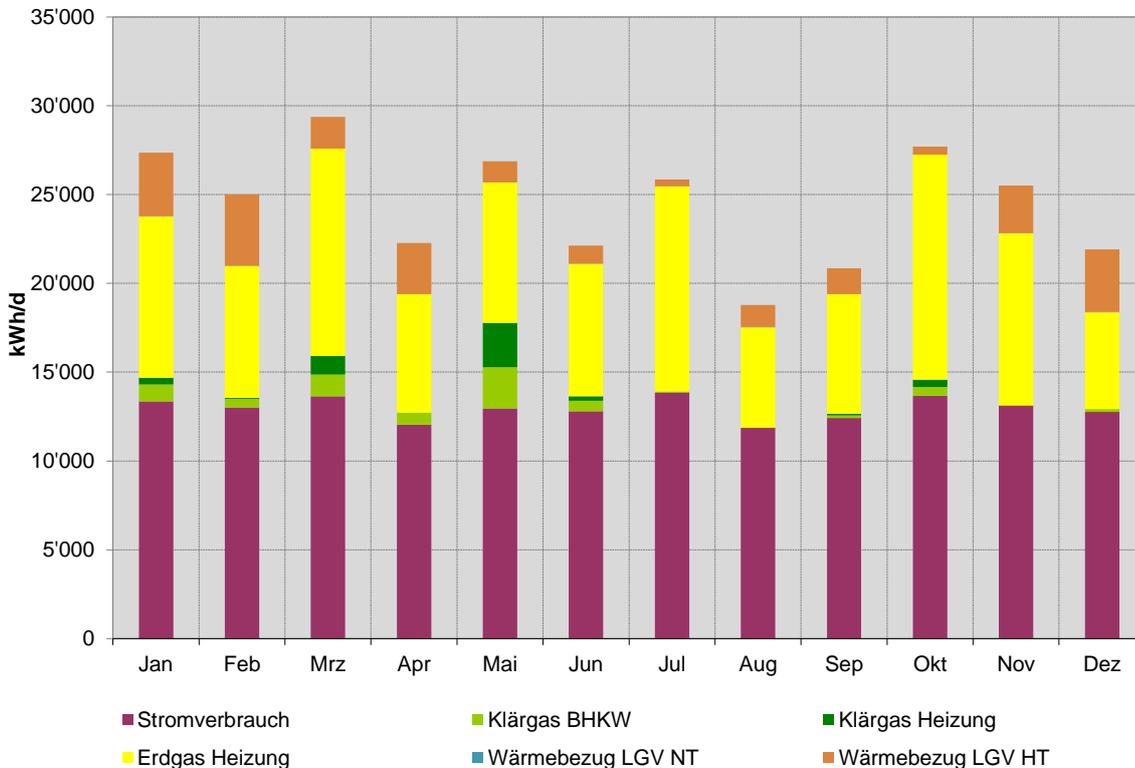
Die ARA Bendern unternimmt immer wieder Optimierungen, um den Stromverbrauch zu senken. Deutlich erkennbar ist dies beim Stromverbrauch Biologie. Obwohl die Zulauffrachten bzgl. CSB und Gesamt-N in den letzten 10 Jahren um 12% zugenommen haben, konnte der Stromverbrauch um ca. 80'000 kWh/a reduziert werden. Dies entspricht etwa dem Stromverbrauch der gesamten ARA in einer Woche.

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

Stromeinsparungen werden auch mit der Software Ritune angestrebt, welche ins Leitsystem integriert wurde. Im 2019 wurden auch Abklärungen zu neuen Tauchbelüftern getroffen, welche die bestehenden OKIs ersetzen und damit Strom einsparen sollen. Ein Testbetrieb im 2020 bringt hier mehr Klarheit.

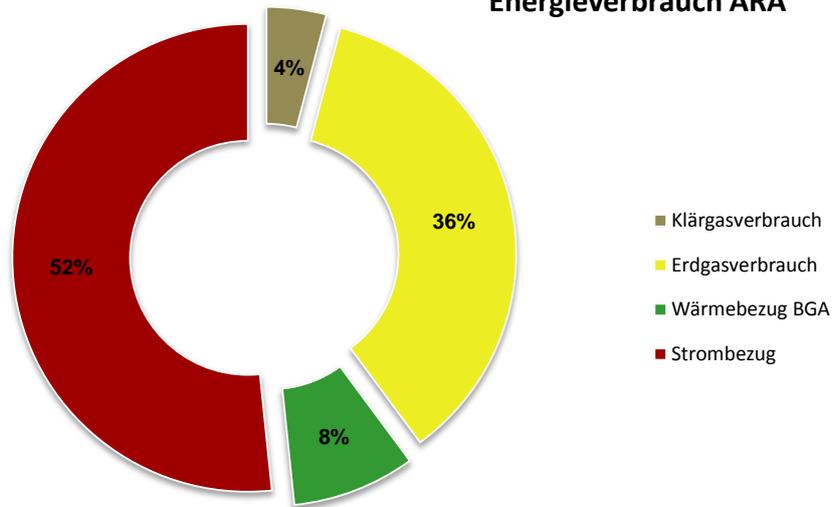
Wird zu viel Biogas produziert und kann nicht durch die BGA oder die ARA selbst abgenommen werden, so muss es abgefackelt werden. Die Biogasfackel stand 2019 nur während 5 Stunden in Betrieb.

### Gesamtenergieverbrauch



Die Niedertemperaturabwärme aus der Trocknung und Biogasaufbereitung reicht nicht aus, um den Faulraum 1 aufzuheizen. Deshalb wird vor allem Hochtemperaturwärme von der Biogasaufbereitung bezogen.

**Energieverbrauch ARA**

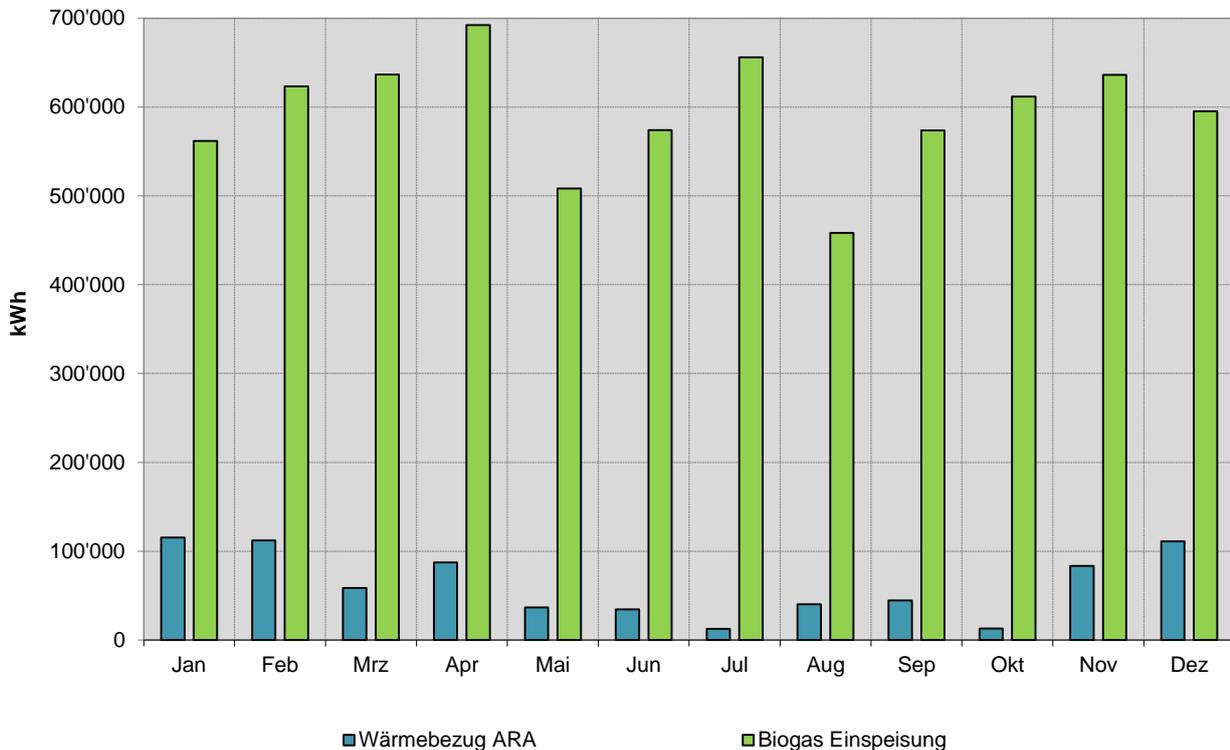


Obiges Diagramm zeigt, dass:

- 40% der Energie zur Trocknung des Klärschlammes bezogen wird
- 52% elektrische Energie sind
- nur noch ein geringer Teil von 8% an Wärme für die Warmwasseraufbereitung und zur Faulraumheizung zusätzlich bezogen wird.

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**



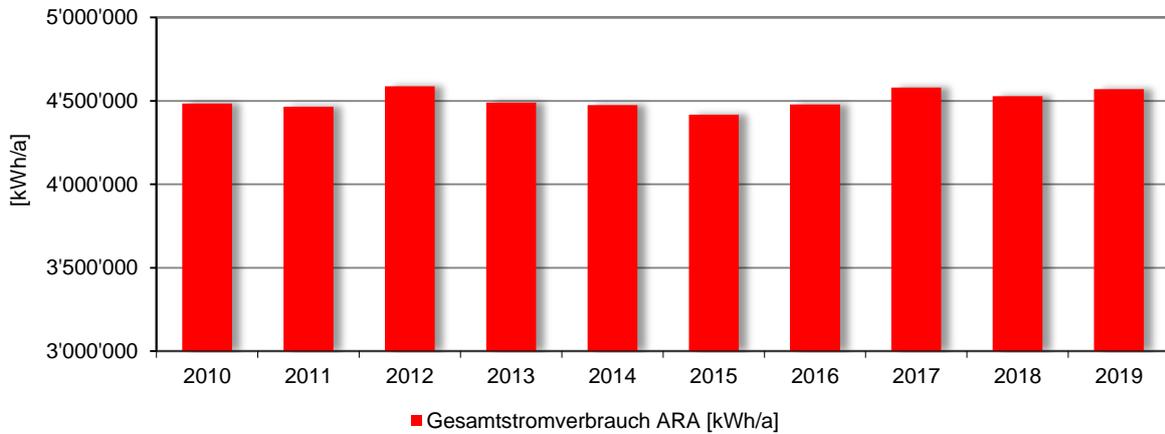
### 6.9.2 Stromverbrauch/-rückspeisung

Parameter	Einheit	2018	2019
Stromverbrauch ARA (ohne BGA) Anteil am Gesamtenergieverbrauch	kWh/a %	4'529'461 51.3	<b>4'570'408</b> <b>51.9</b>
- mech. Reinigung *	kWh/a %	587'695 13.0	<b>630'261</b> <b>13.8</b>
- Biologie *	kWh/a %	2'948'927 65.1	<b>2'948'361</b> <b>64.5</b>
- Schlammbehandlung *	kWh/a %	808'998 17.9	<b>814'564</b> <b>17.8</b>
- Ungemessenes ***	kWh/a %	183'841 4.1	<b>177'222</b> <b>3.9</b>
Eigenstrom, Rückspeisung ins Netz **	kWh/a	75'088	<b>53'320</b>

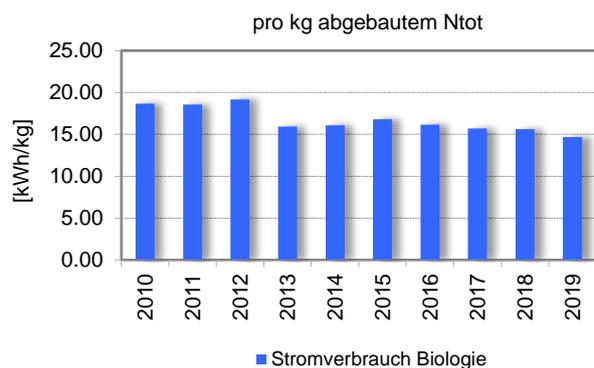
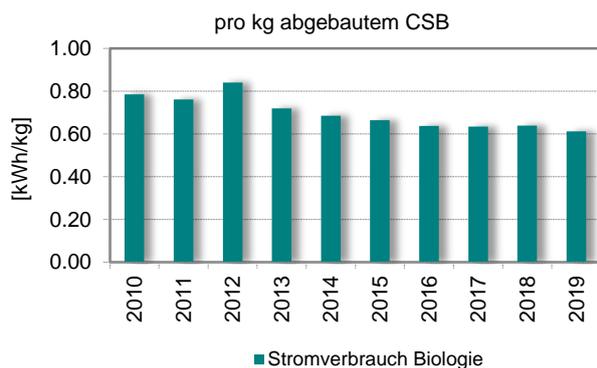
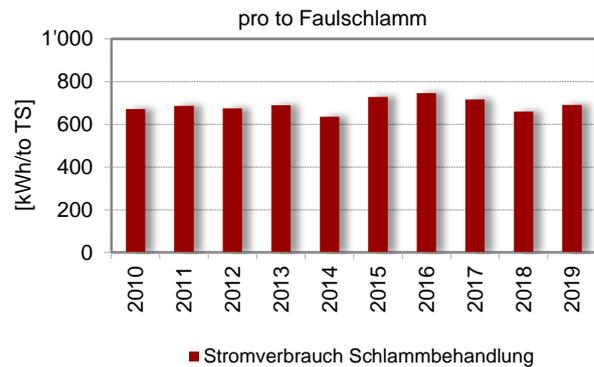
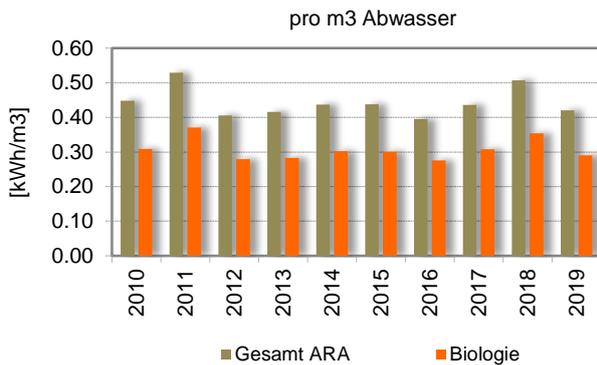
\* Zähler ARA \*\* Zähler LKW \*\*\* 2018 Während PLS-Update fehlerhafte Werte

Der **Gesamtstromverbrauch** der ARA ist um 1% höher als im Vorjahr. Die Zulaufmenge zur ARA ist um 22% grösser als 2018 und die Nährstofffracht hat leicht zugenommen. Entscheidend für den Stromverbrauch sind die Nährstofffrachten. Bleiben diese konstant, ändert sich der Stromverbrauch nur geringfügig. Wenig Niederschläge spielen da kaum eine Rolle. Deshalb hat im 2019 der Stromverbrauch auch nur um 1 % zugenommen, obwohl die mechanische Reinigung 22% mehr Abwasser fördern und vorreinigen musste.

### Gesamtstromverbrauch



### Spezifischer Stromverbrauch



Der Stromverbrauch hat sich nach Ende des Ausbaus der ARA im Jahr 2005 auf ca. 4.5 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 Stromeinsparungen.

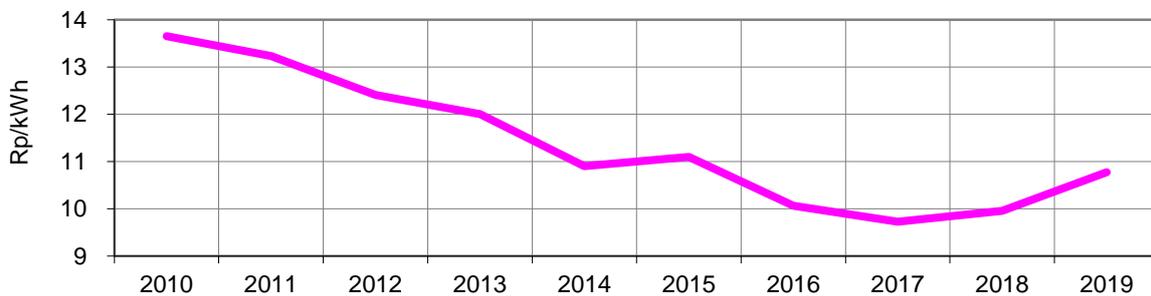
### 6.9.3 Spezifischer Energieverbrauch

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

Parameter - Spezifische Werte	Einheit	2018	2019
Gesamtenergie	kWh/m <sup>3</sup>	0.989	<b>0.809</b>
	kWh/kg CSB	1.91	<b>1.83</b>
	kWh/kg Ntot	46.73	<b>43.78</b>
	kWh/kg FS	7.20	<b>7.47</b>
Strom Gesamt ARA	kWh/m <sup>3</sup>	0.507	<b>0.420</b>
	kWh/kg CSB	0.98	<b>0.95</b>
	kWh/kg Ntot	23.98	<b>22.74</b>
	kWh/kg FS	3.69	<b>3.88</b>
Strom Biologie	kWh/m <sup>3</sup>	0.354	<b>0.290</b>
	kWh/kg CSB	0.640	<b>0.612</b>
	kWh/kg Ntot	15.61	<b>14.67</b>
Strom Schlammbehandlung	kWh/kg FS	0.66	<b>0.69</b>
Leistungsdichte in der Biologie	kW/m <sup>3</sup>	0.026	<b>0.025</b>

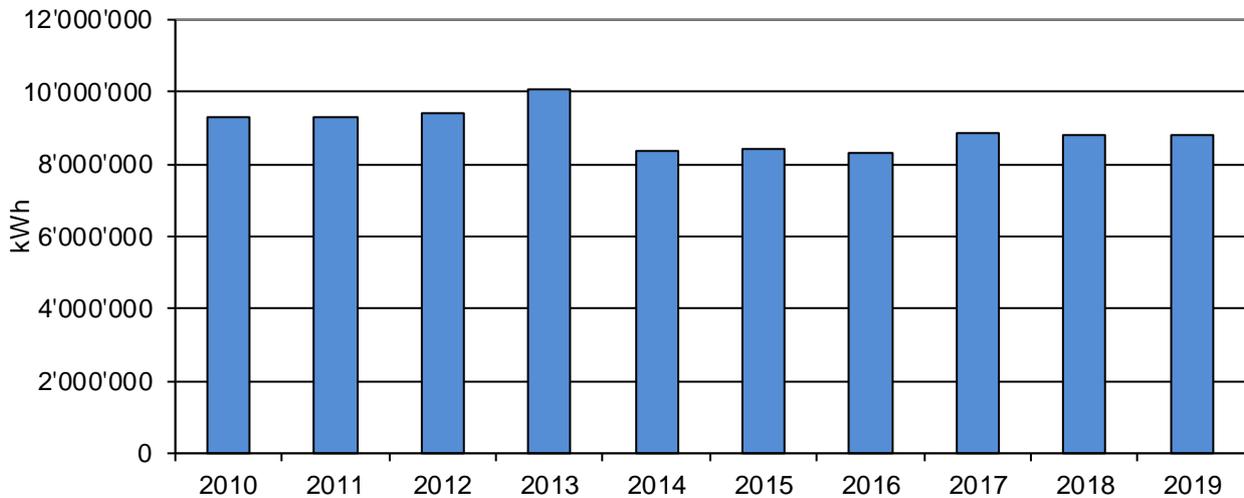
FS = Faulschlamm verarbeitet

### Stromkosten

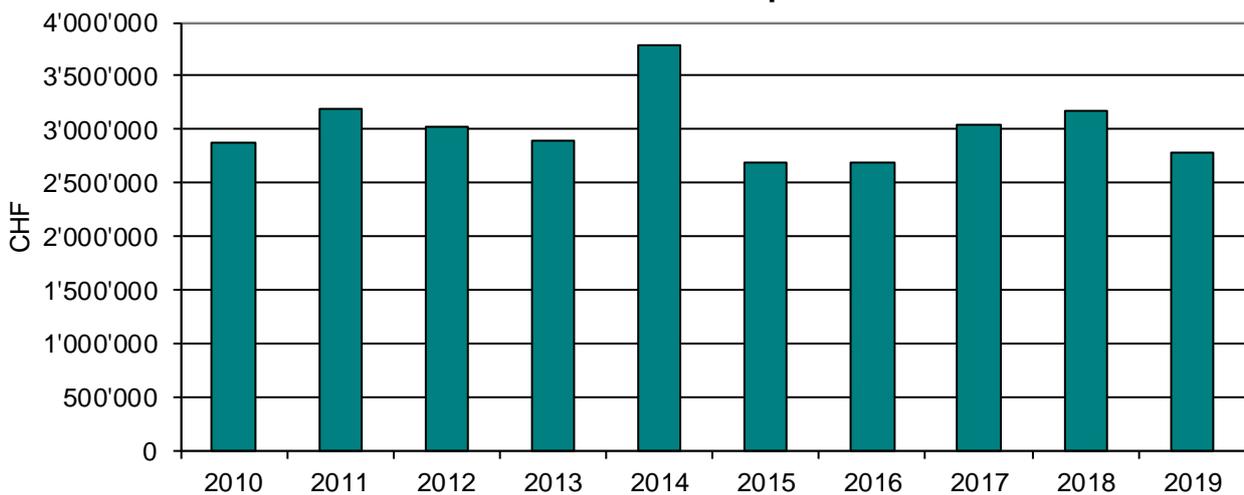


Obwohl die Stromkosten seit Jahren tief sind, ist die ARA bemüht, den Stromverbrauch weiter zu senken. So werden beispielsweise Motoren durch energieeffizientere ausgewechselt oder Verfahrensschritte wie beispielsweise die Senkung des Vordrucks der Gebläsedruckluft zur Nitrifikation umgesetzt. Die Talsohle der fallenden Strompreise ist nun erreicht.

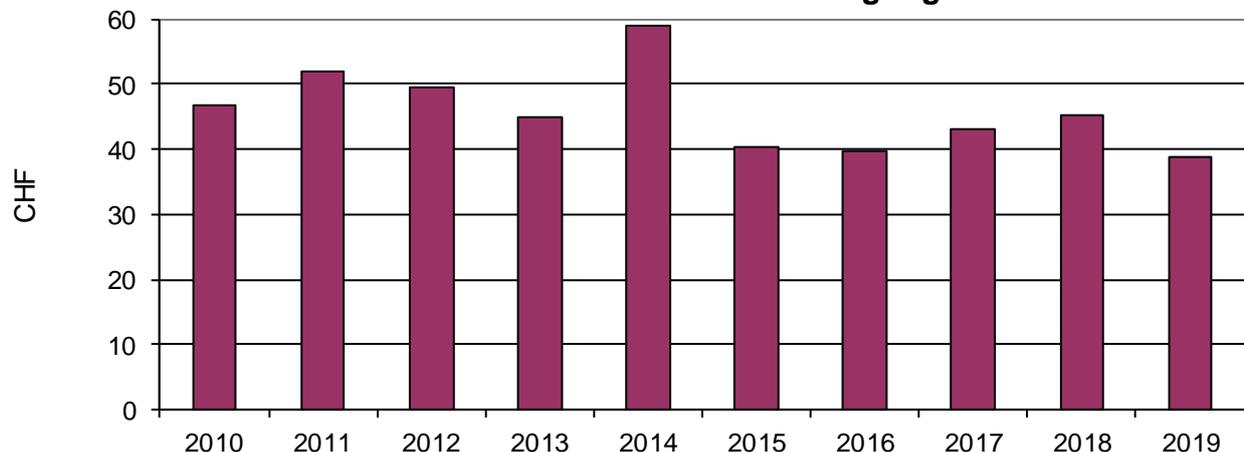
### Gesamtenergieverbrauch



### Betriebskosten pro Jahr



### Kosten pro Jahr und Einwohnergleichwert inkl. Klärschlamm Entsorgung



## 7 Kontrollbericht vom Amt für Umwelt



1/2

### Kontrollbericht Abwasserreinigung 2019

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 44. Betriebsjahr der Kläranlage Bendern wie folgt:

- Der Abwasseranfall betrug 2019 total 10.9 Mio. m<sup>3</sup> und war damit 22 % höher als im Trockenjahr 2018. 95 % der Abwassermenge wurden mechanisch-biologisch-chemisch gereinigt. Dabei wurde die biologische Klärstufe mit 28'000 m<sup>3</sup>/Tag hydraulisch belastet. 5 % der Abwassermenge entlasteten in die Gewässer.
- Die Schmutz- und Nährstoff-Frachten im Zulauf der Kläranlage waren 2019 leicht höher als wie im Vorjahr 2018.
- Die 72 vom Betriebslabor durchgeführten Abwasseranalysen belegen, dass der Klärprozess und die Klärschlammbehandlung übers ganze Jahr 2019 grundsätzlich stetig und stabil verliefen. Die vier amtlichen Kontrolluntersuchungen bestätigen das Ergebnis der Selbstkontrolle der ARA.
- Die in den Alpenrhein eingeleiteten gereinigten Abwässer entsprachen den gesetzlichen Anforderungen. Auffallend sind vereinzelt auftretende höhere Ablaufwerte beim Nitrit. Es sollen diesbezüglich Abklärungen getroffen werden.
- Die Anstrengungen zur Optimierung der Rezirkulation bei der biologischen Reinigungsstufe werden begrüsst.
- Die Detektion der Entlastungsdauern in den Aussenwerken ermöglicht eine detailliertere Aussage zu den entlasteten Stofffrachten im Einzugsgebiet und weist auf Probleme im Kanalisationsnetz hin. Herausragend ist das Regenklärbecken (RKB) Widau in Ruggell, welches im Jahr 2019 während 1'440 Stunden entlastet hat. Mit einer vertieften Auswertung der bisherigen Daten kann eine Optimierung der Bewirtschaftung der Regenbecken erreicht werden.
- 2019 wurden 28'600 m<sup>3</sup> Klärschlamm mit 1'200 Tonnen Trockensubstanz als Granulat zu 99 % an das Zementwerk Untervaz/GR zur thermischen Verwertung und zu 1 % an die KVA Buchs abgegeben.

- Der Gesamtstromverbrauch der Kläranlage Bendern (ohne Biogasaufbereitung) betrug im Berichtsjahr 4'570 MWh und liegt um 0.9 % über dem Vorjahreswert. Der Stromverbrauch der Biologie ist mit 2'950 MWh gleich wie 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, feinblasiger Belüftung und stärkerer Isolation des Faulraumes verbessert werden.
- Die Gemeinde Eschen/Nendeln, die Gemeinde Gamprin/Bendern, Planken und die Gemeinde Mauren haben den Generellen Entwässerungsplan (GEP) bis dato fertiggestellt. In den anderen Gemeinden ist die Ausarbeitung des GEP noch im Gange.
- 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 Klärschlammasche 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.
- In Liechtenstein wurde mit der neuen Gewässerschutzverordnung vom Januar 2017 vorgeschrieben, dass die ARA Bendern ihre Belastung mit Mikroverunreinigungen analog den Schweizer Kläranlagen überwacht. Nach einer ausreichenden Datensammlung (mehrere Jahre) soll dann entschieden werden, ob, wann und in welchem Umfang ebenfalls eine zusätzliche Reinigungsstufe umgesetzt werden soll.

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 Mitarbeiter des AZV unternehmen fortlaufende Anstrengungen um die Prozesse weiter zu verbessern und die Verfahrensabläufe weiter zu optimieren.

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

AMT FÜR UMWELT

  
Elija Kind  
Abteilung Umweltschutz



Vaduz, 13. März 2020 / Aktenplan-Nr.: 8722.03 / Kontrollbericht\_2019.docx

## 8 Finanzen Rückblick

### 8.1 Bilanz 2019 / 2018

Aktiven		2019 CHF	2018 CHF
Kassa		273.00	301.60
Liecht. Landesbank AG		2'637'822.09	4'608'367.47
Liecht. Landesbank AG, Sparkonto		127'304.00	127'329.30
Debitoren (Diverse)		176'342.20	195'985.90
Debitor Verbandsgemeinden		106'514.25	87'169.25
Trans. Aktiven		30'528.05	32'700.65
		<hr/>	<hr/>
<i>Total Umlaufvermögen</i>		<i>3'078'783.59</i>	<i>5'051'854.17</i>
Fahrzeuge		1.00	1.00
Grundstück	223'924.10		
./. Abschreibung	<u>-223'923.10</u>	1.00	1.00
Investitionen Anlagen	127'640'158.69		
./. Subventionen etc.	-49'659'241.20		
./. Abschreibungen	-77'980'916.49	<hr/> 1.00	<hr/> 1.00
<i>Total Anlagevermögen</i>		<i>3.00</i>	<i>3.00</i>
<b>Total Aktiven</b>		<b><u>3'078'786.59</u></b>	<b><u>5'051'857.17</u></b>

<b>Passiven</b>		<b>2019</b>	<b>2018</b>
		CHF	CHF
Kreditoren, Trans. Passiven		509'997.36	536'177.53
Kreditor Verbandsgemeinden		394'273.84	210'644.30
Rückstellungen für Maschinen		1'100'000.00	1'100'000.00
		<hr/>	<hr/>
<i>Total Fremdkapital</i>		<i>2'004'271.20</i>	<i>1'846'821.83</i>
Beiträge der Gemeinden:	(Baukosten)		
Vaduz	9'955'829.00		
Balzers	6'715'852.86		
Planken	870'841.87		
Schaan	22'062'682.61		
Triesen	7'610'407.47		
Triesenberg	4'172'622.21		
Eschen	11'596'847.45		
Gamprin	4'109'124.99		
Mauren	7'730'861.59		
Ruggell	3'309'263.25		
Schellenberg	1'810'381.73		
	<hr/>		
	79'944'715.03		
./. Abschreibungen	78'870'199.64	1'074'515.39	3'205'035.34
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
<i>Total Eigenkapital</i>		<i>1'074'515.39</i>	<i>3'205'035.34</i>
<b>Total Passiven</b>		<b>3'078'786.59</b>	<b>5'051'857.17</b>
		<hr/> <hr/>	<hr/> <hr/>

## 8.2 Erfolgsrechnung 2019 / 2018

AUFWAND		2019	2019	2018
Pos.		Budget	IST	IST
01	Personalaufwand	1'000'000.00	950'558.60	951'831.95
02	Kranken- und Unfallgelder	0.00	-4'959.25	0.00
03	Sitzungsgelder Betriebskommission	9'000.00	9'050.00	8'350.00
04	Übrige Personalkosten	40'000.00	27'761.70	22'973.41
05	Bankzinsen und -spesen	600.00	652.45	672.99
06	UR Einrichtungen/Maschinen Wasserstrasse	220'000.00	262'806.82	572'717.95
07	UR Einrichtungen/Maschinen Schlammstrasse	200'000.00	169'420.31	188'800.67
08	Betriebs-, Unterhalts-, Reinigungsmaterial	45'000.00	42'991.01	36'755.21
09	Mobilien und Werkzeuge	45'000.00	28'415.08	51'669.61
10	Kanalspülung/Kanalreparaturen	185'000.00	107'078.03	87'486.08
11	Aufwand Gasmotoren/Service/Öl	10'000.00	4'774.51	2'409.02
12	UR Gebäude/Becken/Umgebung	85'000.00	111'117.94	81'999.97
13	UR Fahrzeuge/Stapler	115'000.00	94'157.34	38'115.12
14	Rechengut- und Sandbeseitigung	55'000.00	38'826.90	55'959.07
15	Entsorgung Trockenklärschlamm, Holcim AG	45'000.00	39'029.45	39'994.65
16	Öffentlichkeitsarbeit/Foto/Film	80'000.00	42'468.50	3'943.50
17	Untersuchungen/Expertisen	20'000.00	17'436.81	16'983.40
18	Beratung, Ingenieur-Honorar und Arbeiten	60'000.00	38'036.90	72'781.75
19	Baurechtszinsen ARA Bendern	36'000.00	35'304.90	35'304.90
20	Diverser Aufwand, Besuche, Spesen, Bewachung	12'000.00	7'409.70	7'376.45
21	Düker Bendern Einlauf- und Auslaufbauwerk	900.00	333.80	629.94
22	Div. Sandfänge entleeren	10'000.00	6'528.85	6'407.20
23	RKB Pritschen Mauren	4'000.00	2'190.15	1'946.65
24	RKB Untermahd Mauren	1'200.00	95.25	92.25
25	RKB Schwarzsträssle Eschen	2'400.00	418.75	469.45
26	RKB Fluxbüchel Eschen	1'500.00	127.60	251.10
27	RKB Limsenegg Ruggell	3'000.00	927.15	1'256.45
28	Speicherkanal Badäl Gamprin	1'000.00	1'003.30	783.20
29	RKB und Schuppen Brühlgasse Eschen	2'000.00	696.95	4'306.60
30	PW und RKB Widau Ruggell	30'000.00	40'866.10	16'239.10
31	PW Oberau Ruggell	15'000.00	16'371.40	5'176.65
32	PW Hinterschellenberg	7'500.00	1'294.61	5'328.04
33	RKB Rietacker Schaan	7'000.00	14'476.10	59'590.70
34	PW und RKB Brühlgraben Gamprin	120'000.00	97'434.98	205'241.14
35	PW und RKB Birka Mauren	20'000.00	17'310.85	30'977.95
36	RKB Nendeln	6'000.00	3'797.60	61'892.06
37	Andere RKB und PW (Gemeindeanlagen)	25'000.00	32'603.88	15'154.13
38	Sachversicherungen	40'000.00	35'910.80	35'910.80
39	Strom	530'000.00	510'054.05	469'924.70
	<b>Übertrag</b>	<b>3'089'100.00</b>	<b>2'804'779.87</b>	<b>3'197'703.81</b>

<b>AUFWAND</b>		<b>2019</b>	<b>2019</b>	<b>2018</b>
Pos.		Budget	IST	IST
	<b>Hertrag</b>	<b>3'089'100.00</b>	<b>2'804'779.87</b>	<b>3'197'703.81</b>
40	Heizöl/Erdgas/Wärme	270'000.00	254'835.90	237'443.00
41	Wasser/Abwasser	4'000.00	2'582.80	2'572.35
42	Chemikalien	280'000.00	294'457.14	263'742.84
43	Sonstiger Betriebsaufwand	4'000.00	3'577.80	3'055.00
44	Buchführung/Revision/Beratung	18'000.00	18'463.00	20'613.60
45	Jahresberichte/DV	9'000.00	8'870.20	7'995.85
46	Sonstiger Verwaltungsaufwand	18'000.00	17'758.80	17'603.00
47	Kursdifferenz/ausserordl. Erträge	0.00	-452.00	-15'197.65
	<b>Total Aufwand</b>	<b>3'692'100.00</b>	<b>3'404'873.51</b>	<b>3'735'531.80</b>

<b>ERTRAG</b>		<b>2019</b>	<b>2019</b>	<b>2018</b>
Pos.		Budget	IST	IST
01	Erlös ausgeführte Arbeiten	45'000.00	57'849.00	59'490.40
02	Erlös Honorar Verrechnungsstelle AGL	45'000.00	45'000.00	45'000.00
03	Erlös aus Strom- und Klärgasverkauf	380'000.00	462'393.85	420'549.90
04	Erlös aus sonstigen Betriebserträgen	40'000.00	46'115.45	25'688.65
05	Abwassergebühren HSB-Feldkirch	2'000.00	4'106.85	3'448.00
06	Zinsertrag	100.00	0.00	0.00
07	Kostenrückerstattung Versicherungen	0.00	3'682.20	1'999.15
	<b>Total betrieblicher Ertrag</b>	<b>512'100.00</b>	<b>619'147.35</b>	<b>556'176.10</b>
	<b>Betriebsaufwand-Umlage</b>	<b>3'180'000.00</b>	<b>2'785'726.16</b>	<b>3'179'355.70</b>
	<b>Total Betriebsumlagen</b>	<b>3'692'100.00</b>	<b>3'404'873.51</b>	<b>3'735'531.80</b>

(Alle Beträge sind inkl. MWST)

### 8.3 Investitionen 1972 – 2019

Objekte	2001-2016	2017	2018	2019	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	1'913'544.90	1'388'620.65	151'514.83	-3'355.65	3'450'324.73
Erneuerung HSK H'schellenberg/St. Georg-Str.	0.00	202'777.19	9'558.26		212'335.45
HSK Nendeln-Esche/Düker	0.00		33'744.10	148'034.00	181'778.10
Neubau PW/RB Widau Ruggell	0.00		33'903.00	52'791.85	86'694.85
Neubau HSK Ruggell-Bendern	0.00			54'946.65	54'946.65
Vorsteuerkürzungen	1'638'148.70				1'638'148.70
Total Investitionen	66'802'311.40	1'591'397.84	228'720.19	252'416.85	127'640'158.69
./. Landessubventionen	21'554'628.95	0.00	0.00	0.00	-49'659'241.20
./. Abschreibungen					-77'980'916.49
Total Investitionen nach Abzug der Landessubventionen und Abschreibungen					1.00

## **8.4 Anhang zur Jahresrechnung per 31. Dezember 2019**

### **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 die 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) für das am 31. Dezember 2019 abgeschlossene Geschäftsjahr gemäss Art 24 Ihres Organisationsreglements 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 in 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 entsprechen.

Bei unserer Review sind wir nicht auf Sachverhalte gestossen, die zum Schluss führen würden, die Genehmigung der vorliegenden Jahresrechnung nicht zu empfehlen.

Vaduz, 12. März 2020 /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 2019

Gemeinde	Einwohner 31.12.2018	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 2017)	Total EGW	Betriebskosten- anteil		Betriebskosten- anteile 2019 (Verrechnung)	Vergleichs- kosten 2018
	(A)	(B)	(C = A - B)	(D)	(E=C+D)	(F)	(G=E+F)	(H) %	%	(I) CHF	(J) CHF
Vaduz	5'624	27	5'597	1'207	6'804	1'159	7'963	9.95	(10.12)	277'204.52	(321'742.34)
Balzers	4'594	52	4'542	1'607	6'149	842	6'991	8.74	(8.86)	243'367.68	(281'579.93)
Planken	472	0	472	0	472	101	573	0.72	(0.71)	19'947.03	(22'437.77)
Schaan	6'014	25	5'989	19'566	25'555	524	26'079	32.59	(32.47)	907'850.90	(1'032'419.48)
Triesen	5'202	15	5'187	556	5'743	1'360	7'103	8.88	(9.01)	247'266.57	(286'333.36)
Triesenberg	2'636	0	2'636	504	3'140	624	3'764	4.70	(4.68)	131'030.74	(148'806.33)
Eschen	4'416	28	4'388	6'605	10'993	2'046	13'039	16.29	(16.07)	453'908.04	(510'791.64)
Gamprin	1'671	6	1'665	2'872	4'537	402	4'939	6.17	(6.03)	171'934.34	(191'627.43)
Mauren	4'389	1	4'388	178	4'566	608	5'174	6.47	(6.50)	180'115.06	(206'814.22)
Ruggell	2'276	20	2'256	261	2'517	693	3'210	4.01	(4.08)	111'745.14	(129'631.51)
Schellenberg	1'084	24	1'060	18	1'078	110	1'188	1.48	(1.48)	41'356.14	(47'171.69)
<b>T o t a l</b>	<b>38'378</b>	<b>198</b>	<b>38'180</b>	<b>33'374</b>	<b>71'554</b>	<b>8'469</b>	<b>80'023</b>	<b>100.00</b>	<b>(100.00)</b>	<b>2'785'726.16</b>	<b>(3'179'355.70)</b>

Jahr	Aufwand CHF	(% z. Vorjahr)	Budget CHF	Legende
2020			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 2019
2007	2'421'327.15	(-5.9%)	3'182'000.00	Betriebskosten pro m3 Abwasser 2019
2006	2'572'994.47	(-16.4%)	3'191'000.00	

CHF 38.93 (45.13)  
Rp. 25.61 (35.62)

**Betriebsaufwand 2019 CHF 2'785'726.16**

## 9 Finanzen Ausblick

### 9.1 Betriebskostenbudget 2020

Pos.	AUFWAND	2019 IST	2019 Budget	2020 Budget
01	Personalaufwand	950'558.60	1'000'000.00	1'000'000.00
02	Kranken- und Unfallgelder	-4'959.25	0.00	0.00
03	Sitzungsgelder Betriebskommission	9'050.00	9'000.00	9'000.00
04	Übrige Personalkosten	27'761.70	40'000.00	35'000.00
05	Bankzinsen und -spesen	652.45	600.00	700.00
06	UR Einrichtungen/Maschinen Wasserstrasse	262'806.82	220'000.00	250'000.00
07	UR Einrichtungen/Maschinen Schlammstrasse	169'420.31	200'000.00	325'000.00
08	Betriebs-, Unterhalts-, Reinigungsmaterial	42'991.01	45'000.00	45'000.00
09	Mobilien und Werkzeuge	28'415.08	45'000.00	40'000.00
10	Kanalspülung/Kanalreparaturen	107'078.03	185'000.00	105'000.00
11	Aufwand Gasmotoren/Service/Öl	4'774.51	10'000.00	10'000.00
12	UR Gebäude/Becken/Umgebung	111'117.94	85'000.00	85'000.00
13	UR Fahrzeuge/Stapler	94'157.34	115'000.00	40'000.00
14	Rechengut- und Sandbeseitigung	38'826.90	55'000.00	55'000.00
15	Entsorgung Trockenklärschlamm, Holcim AG	39'029.45	45'000.00	45'000.00
16	Öffentlichkeitsarbeit/Foto/Film	42'468.50	80'000.00	80'000.00
17	Untersuchungen/Expertisen	17'436.81	20'000.00	20'000.00
18	Beratung, Ingenieur-Honorar und Arbeiten	38'036.90	60'000.00	65'000.00
19	Baurechtszinsen ARA Bendern	35'304.90	36'000.00	36'000.00
20	Div.Aufwand, Besuche, Spesen, Bewachung	7'409.70	12'000.00	10'000.00
21	Düker Bendern Einlauf- und Auslaufbauwerk	333.80	900.00	900.00
22	Div. Sandfänge entleeren	6'528.85	10'000.00	10'000.00
23	RKB Pritschen Mauren	2'190.15	4'000.00	4'000.00
24	RKB Untermahd Mauren	95.25	1'200.00	900.00
25	RKB Schwarzsträssle Eschen	418.75	2'400.00	2'000.00
26	RKB Fluxbüchel Eschen	127.60	1'500.00	1'500.00
27	RKB Limsenegg Ruggell	927.15	3'000.00	3'000.00
28	Speicherkanal Badäl Gamprin	1'003.30	1'000.00	1'000.00
29	RKB und Schuppen Brühlgasse Eschen	696.95	2'000.00	2'000.00
30	PW und RKB Widau Ruggell	40'866.10	30'000.00	25'000.00
31	PW Oberau Ruggell	16'371.40	15'000.00	15'000.00
32	PW Hinterschellenberg	1'294.61	7'500.00	8'000.00
33	RKB Rietacker Schaan	14'476.10	7'000.00	7'000.00
34	PW und RKB Brühlgraben Gamprin	97'434.98	120'000.00	10'000.00
35	PW und RKB Birka Mauren	17'310.85	20'000.00	180'000.00
36	RKB Nendeln	3'797.60	6'000.00	6'000.00
37	Andere RKB und PW (Gemeindeanlagen)	32'603.88	25'000.00	25'000.00
38	Sachversicherungen	35'910.80	40'000.00	40'000.00
39	Strom	510'054.05	530'000.00	550'000.00
	<b>Übertrag</b>	<b>2'804'779.87</b>	<b>3'089'100.00</b>	<b>3'147'000.00</b>

<b>AUFWAND</b>	<b>2019</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Pos.	IST	Budget	Budget
<b>Hertrag</b>	<b>2'804'779.87</b>	<b>3'089'100.00</b>	<b>3'147'000.00</b>
40 Heizöl/Erdgas/Wärme	254'835.90	270'000.00	270'000.00
41 Wasser/Abwasser	2'582.80	4'000.00	4'000.00
42 Chemikalien	294'457.14	280'000.00	280'000.00
43 Sonstiger Betriebsaufwand	3'577.80	4'000.00	4'000.00
44 Buchführung/Revision/Beratung	18'463.00	18'000.00	20'000.00
45 Jahresberichte/DV	8'870.20	9'000.00	9'000.00
46 Sonstiger Verwaltungsaufwand	17'758.80	18'000.00	18'000.00
47 Kursdifferenz/ausserordentliche Erträge	-452.00	0.00	0.00
<b>Total Aufwand</b>	<b>3'404'873.51</b>	<b>3'692'100.00</b>	<b>3'752'000.00</b>

<b>ERTRAG</b>	<b>2019</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Pos.	IST	Budget	Budget
01 Erlös ausgeführte Arbeiten	57'849.00	45'000.00	45'000.00
02 Erlös Honorar Verrechnungsstelle AGL	45'000.00	45'000.00	45'000.00
03 Erlös aus Strom- und Klärgasverkauf	462'393.85	380'000.00	400'000.00
04 Erlös aus sonstigen Betriebserträgen	46'115.45	40'000.00	30'000.00
05 Abwassergebühren HSB-Feldkirch	4'106.85	2'000.00	2'000.00
06 Zinsertrag	0.00	100.00	0.00
07 Kostenrückerstattung Versicherungen	3'682.20	0.00	0.00
<b>Total betrieblicher Ertrag</b>	<b>619'147.35</b>	<b>512'100.00</b>	<b>522'000.00</b>
<b>Betriebsaufwand-Umlage</b>	<b>2'785'726.16</b>	<b>3'180'000.00</b>	<b>3'230'000.00</b>
<b>Total Betriebsumlagen</b>	<b>3'404'873.51</b>	<b>3'692'100.00</b>	<b>3'752'000.00</b>

(Alle Beträge sind exkl. MWST)

## 9.2 Verteilschlüssel für Betriebskostenbudget 2020

(geschätzt)

Gemeinden	%	Betriebskostenbudget 2020 CHF
Vaduz	10.1%	326'230.00
Balzers	8.8%	284'240.00
Planken	0.7%	22'610.00
Schaan	32.5%	1'049'750.00
Triesen	9.0%	290'700.00
Triesenberg	4.7%	151'810.00
Eschen	16.1%	520'030.00
Gamprin	6.0%	193'800.00
Mauren	6.5%	209'950.00
Ruggell	4.1%	132'430.00
Schellenberg	1.5%	48'450.00
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>	<b>3'230'000.00</b>

Alle Beträge exkl. MWST

**Total Betriebskostenbudget 2020**

**CHF 3'230'000.00**

### 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 2020

Investitionsbudget 2020							
Projekte	neu/ laufend	Bauprojekte Gesamtkostenvoranschlag				Investitionsbudget 2020	
		Projektgenehmigung Jahr	KV gemäss Projektgenehmigung	KV teuerungsbedingt	Einzug Gemeinden bis Ende 2019		
Neubau PW/RB Widau, Ruggell 1)	neu				CHF 235'000.00	CHF 150'000.00	
Neubau HSK Ruggell-Bendern 2)	neu				CHF 125'000.00	CHF 150'000.00	
<b>TOTAL</b>			CHF -	CHF -	CHF 360'000.00	<b>CHF 300'000.00</b>	

Bendern, 1.7.2019

(Alle Beträge sind inkl. MWST)

1) Neue Projektbezeichnung, bisher: Verlegung PW Oberau

2) Neue Projektbezeichnung, bisher: Erneuerung HSK Ruggell-Bendern, Oberau -Mühlequass

## 9.4 Budgetierter Investitionskostenverteiler 2020

### Investitionskosten (Gemeindeanteile)

Gemeinden	%	Investitionskostenbudget 2020 CHF
Vaduz	12.15%	36'450.00
Balzers	10.77%	32'310.00
Planken	0.92%	2'760.00
Schaan	23.53%	70'590.00
Triesen	10.90%	32'700.00
Triesenberg	5.73%	17'190.00
Eschen	14.60%	43'800.00
Gamprin	5.72%	17'160.00
Mauren	8.79%	26'370.00
Ruggell	4.68%	14'040.00
Schellenberg	2.21%	6'630.00
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>300'000.00</b>

Alle Beträge inkl. MWST

**Total Investitionen 2020**

**CHF 300'000.00**

### 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 2020 – 2024 inkl. Gemeindeanteile

### Gesamtinvestitionen (Stand August 2019):

⇒ Neubau PW/RB Widau, Ruggell (2020-2023)

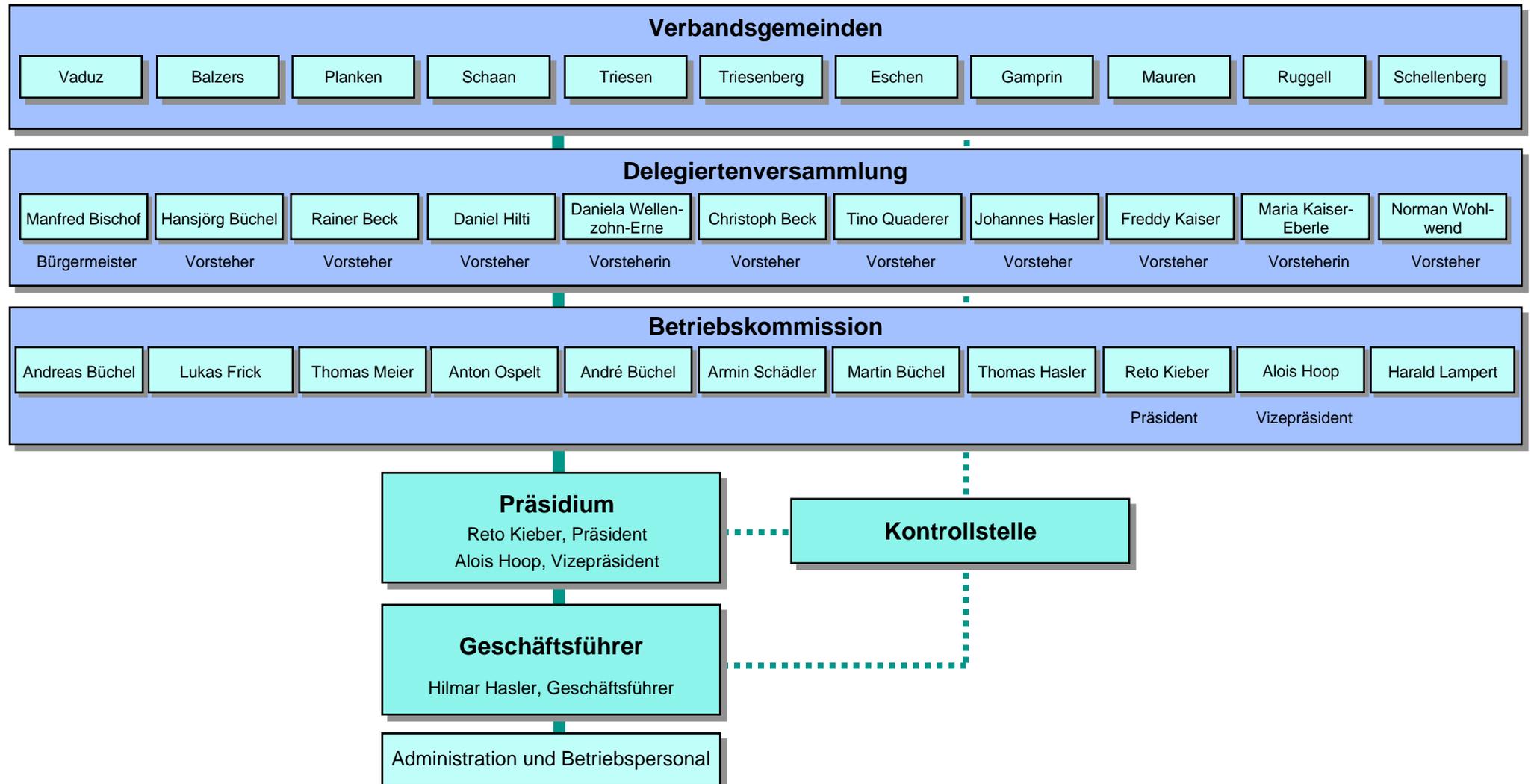
⇒ Neubau HSK Ruggell-Bendern (2020-2023)

Gemeinden	Kostenverteiler %	2020	2021	2022	2023	2024
		CHF	CHF	CHF	CHF	CHF
Vaduz	12.15	36'450.00	303'750.00	607'500.00	607'500.00	243'000.00
Balzers	10.77	32'310.00	269'250.00	538'500.00	538'500.00	215'400.00
Planken	0.92	2'760.00	23'000.00	46'000.00	46'000.00	18'400.00
Schaan	23.53	70'590.00	588'250.00	1'176'500.00	1'176'500.00	470'600.00
Triesen	10.90	32'700.00	272'500.00	545'000.00	545'000.00	218'000.00
Triesenberg	5.73	17'190.00	143'250.00	286'500.00	286'500.00	114'600.00
Eschen	14.60	43'800.00	365'000.00	730'000.00	730'000.00	292'000.00
Gamprin	5.72	17'160.00	143'000.00	286'000.00	286'000.00	114'400.00
Mauren	8.79	26'370.00	219'750.00	439'500.00	439'500.00	175'800.00
Ruggell	4.68	14'040.00	117'000.00	234'000.00	234'000.00	93'600.00
Schellenberg	2.21	6'630.00	55'250.00	110'500.00	110'500.00	44'200.00
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>	<b>300'000.00</b>	<b>2'500'000.00</b>	<b>5'000'000.00</b>	<b>5'000'000.00</b>	<b>2'000'000.00</b>

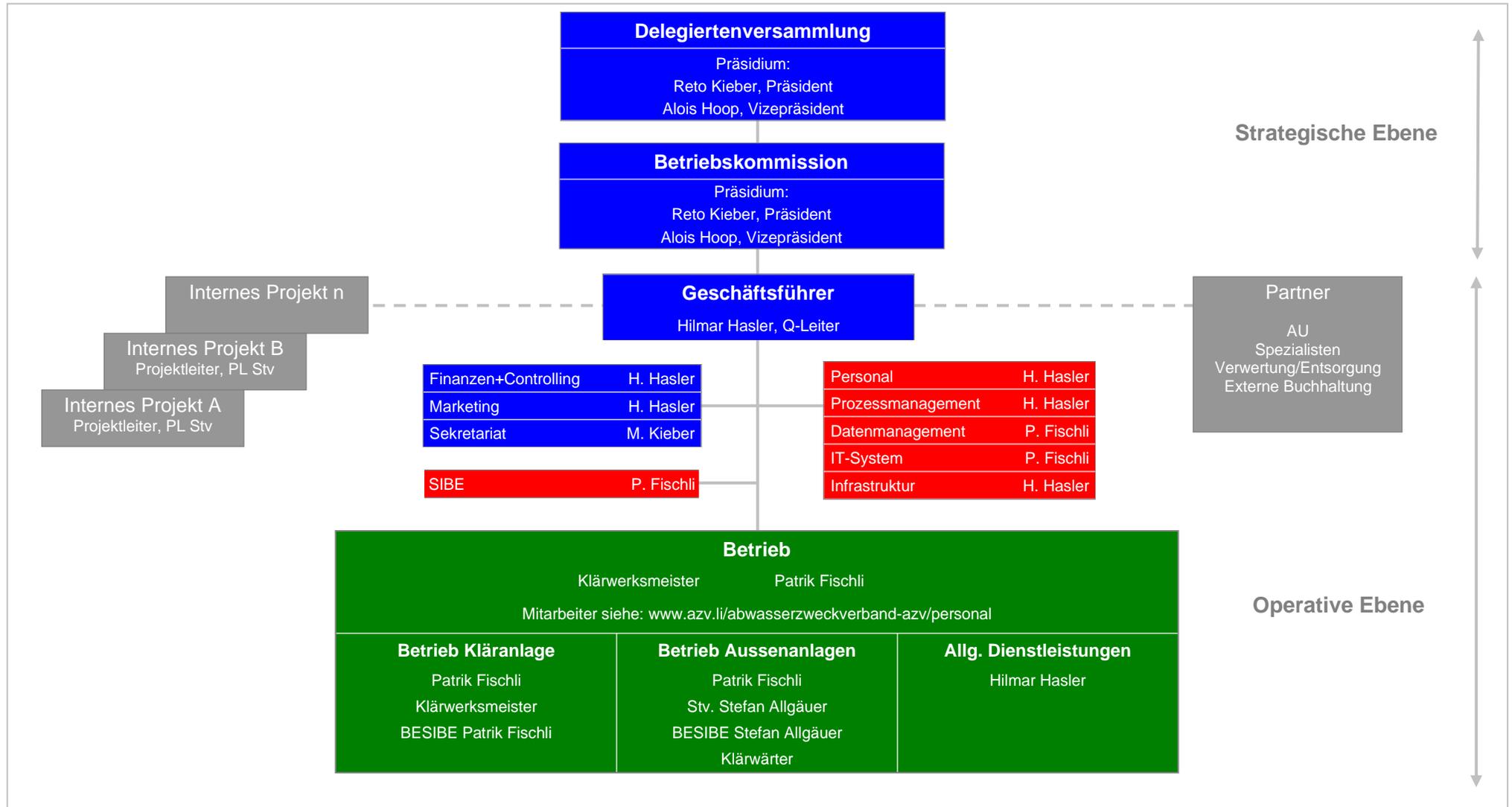
Alle Beträge inkl. MWST

## 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
Mario Frei, Klärwart	Grabs	seit 1. Juni 2011
Monika Kieber, Sekretariat (60%)	Mauren	seit 1. April 2017
Matthias Fischli, Klärwart	Gamprin	seit 1. September 2017
Robin Noser, Lehrling Unterhaltspraktiker	Gamprin	seit 1. August 2019



## 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.

14.-18. Januar 2019 Matthias	VSA-Kurs A3 für Klärwerkfachleute
21. Februar 2019 Hilmar, Patrik, Monika	Datenschutzkurs
14. März 2019 Hilmar	VSA Fachtagung "Elimination von Spurenstoffen"
20. März 2019 Markus, Mario	Electro Suisse Informationstagung für Betriebselektriker
23. Mai 2019 Hilmar	VSA Fachtagung "Siedlungsentwässerung geht neue Wege"
24. Mai 2019 Patrik, Stefan, Markus, Mario, Matthias	Klärwärtertagung
02.-06. September 2019 Matthias	VSA-Kurs A4 für Klärwerkfachleute
13. Juni 2019 Hilmar, Patrik	Klärmeistertagung
28. Oktober 2019 Hilmar, Patrik	Workshop P-Rückgewinnung
29. Oktober 2019 Hilmar	VSA Fachtagung "Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter"
20. November 2019 Hilmar	IGKB Symposium Spurenstoffe

## 10.5 Jubiläen

Keine Jubiläen im 2019

## 11 ISO-Zertifizierung 9001:2015

Nach der erfolgreichen ISO-Zertifizierung am 12. November 2003 erfolgte am 5. Dezember 2019 ein Aufrechterhaltungsaudit nach der neuen Norm ISO 9001:2015 durch die liechtensteinische Gesellschaft für Qualitätssicherungs-Zertifikate AG (LQS).

Eine detaillierte und umfassende Unternehmensbewertung, das im Juni 2019 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:

- Ausführlich und gut dokumentierter transparenter Geschäftsbericht
- Positive und kontinuierliche Weiterentwicklung des Abwasserzweckverbandes
- Wertvolle Grundlagen mit Schemas, Inventarverzeichnissen und Investitionsplanung in der IT
- Hohe Fachkompetenz der auditierten Mitarbeitenden
- Sehr gute Kultur und Zusammenarbeit innerhalb des gesamten Teams



**LQS** **Zertifikat**

Die LQS bescheinigt hiermit, dass nachstehend genanntes Unternehmen über ein Managementsystem verfügt, welches den Anforderungen der nachfolgend aufgeführten normativen Grundlage entspricht.

**ABWASSERZWECKVERBAND**   
DER GEMEINDEN LIECHTENSTEINS

**Abwasserzweckverband  
der Gemeinden Liechtensteins**  
Ober Au 37  
9487 Gamprin  
Liechtenstein

Geltungsbereich  
**Abwasserreinigungsanlage (ARA)**

Tätigkeitsgebiet  
**Abwasserreinigung**

Normative Grundlage  
**ISO 9001:2015** **Qualitätsmanagementsystem**

Scope(s) 39      Gültigkeit 15.09.2018 – 14.09.2021  
Version 15.09.2018      Reg.-Nr. 0086

  
R. Wasmay, Präsident LQS

  
H. Rizzi, Geschäftsführer LQS

  
Die LQS ist Teil der weltweit  
tätigen Zertifizierungsorganisation  
SQS in Göttingen, Schweiz.

  
LIECHTENSTEIN  
QUALITÄTSSERVICE  
AG

Liechtensteinische Gesellschaft für  
Qualitätssicherungs-Zertifikate AG (LQS)  
Altenbach 8, 11-9490 Vaduz

## 12 Öffentlichkeitsarbeit

### 12.1 Besucher

Im Geschäftsjahr 2019 konnten wir auf der ARA Bendern 24 Besuchergruppen mit total 346 Besuchern begrüßen.

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

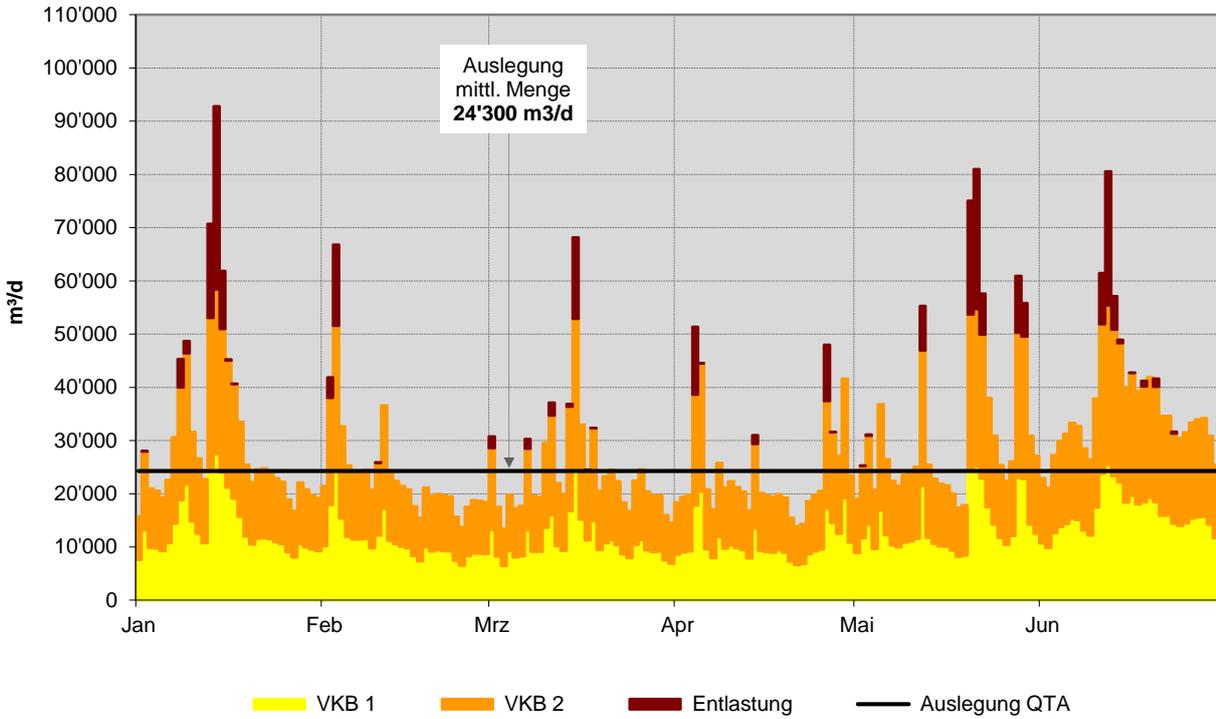
Mit dem Flyer „Vom Abwasser zum R(h)einwasser...“ und der Broschüre „ALLES KLAR“ erhält jeder Besucher wichtige Informationen rund um die Abfall- und Abwasserbewirtschaftung in Liechtenstein.



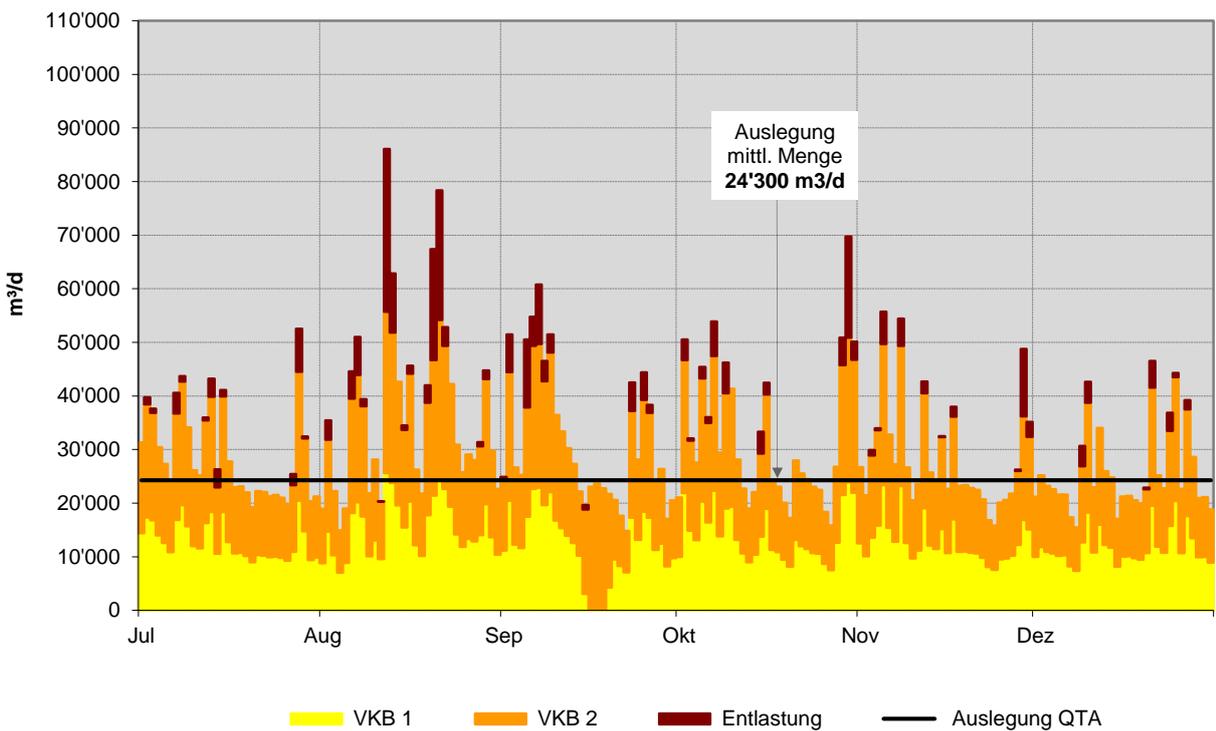


### 13 Anhang 13.1 Diagramme Betriebsdaten

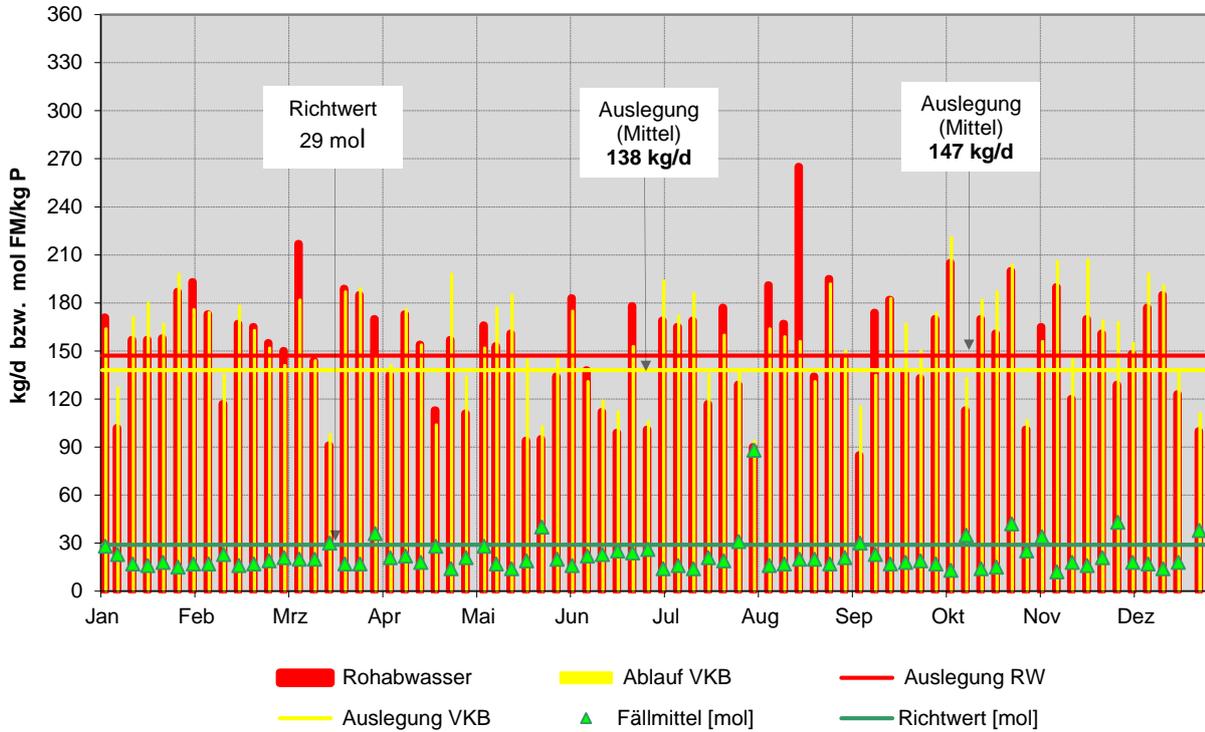
Zulauf Menge  
VKB 1 - VKB 2 - Entlastung (Jan-Juni)



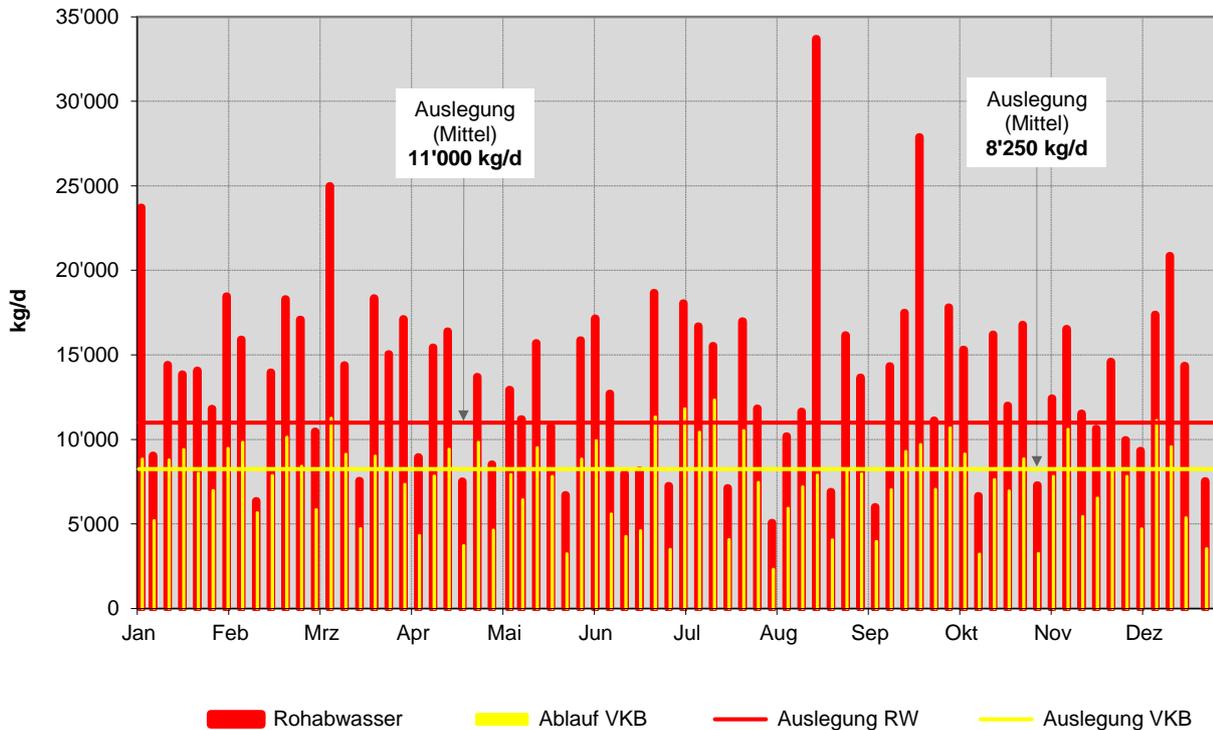
Zulauf Menge  
VKB 1 - VKB 2 - Entlastung (Juli-Dez)



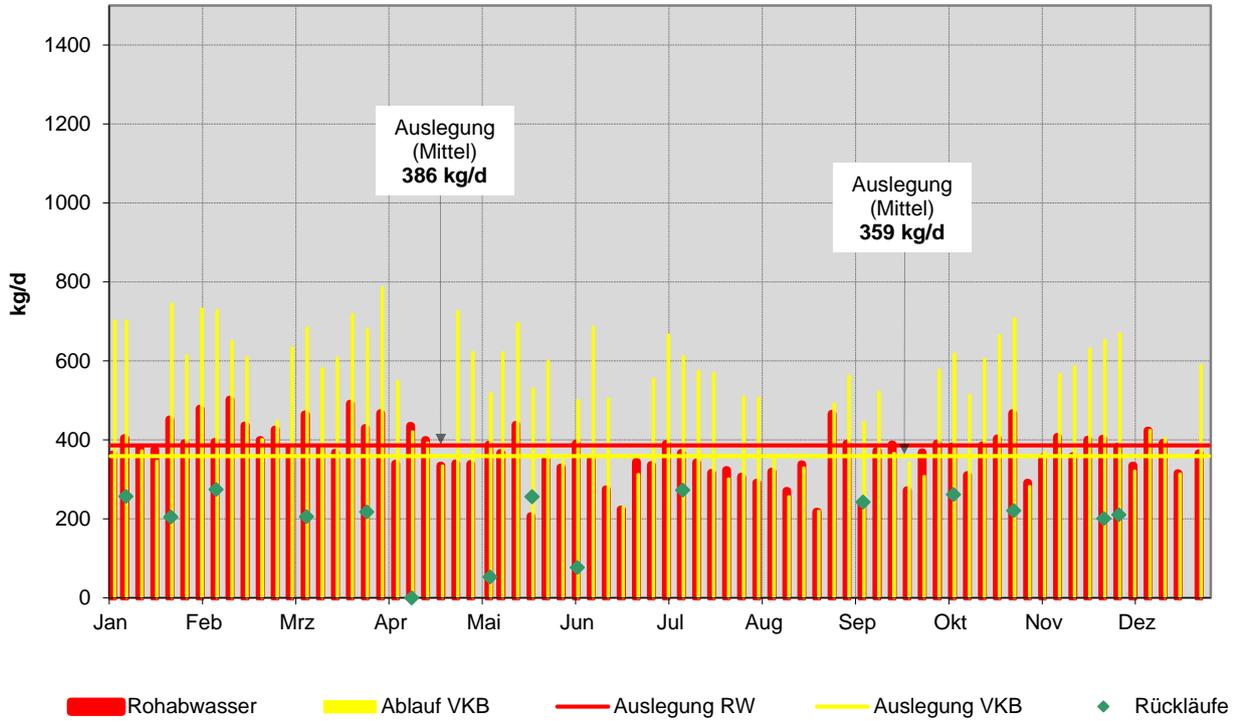
Fracht Zulauf u. P-fällung Gesamt Phosphor (P)  
Rohabwasser (RW) - Vorklärung (VKB)



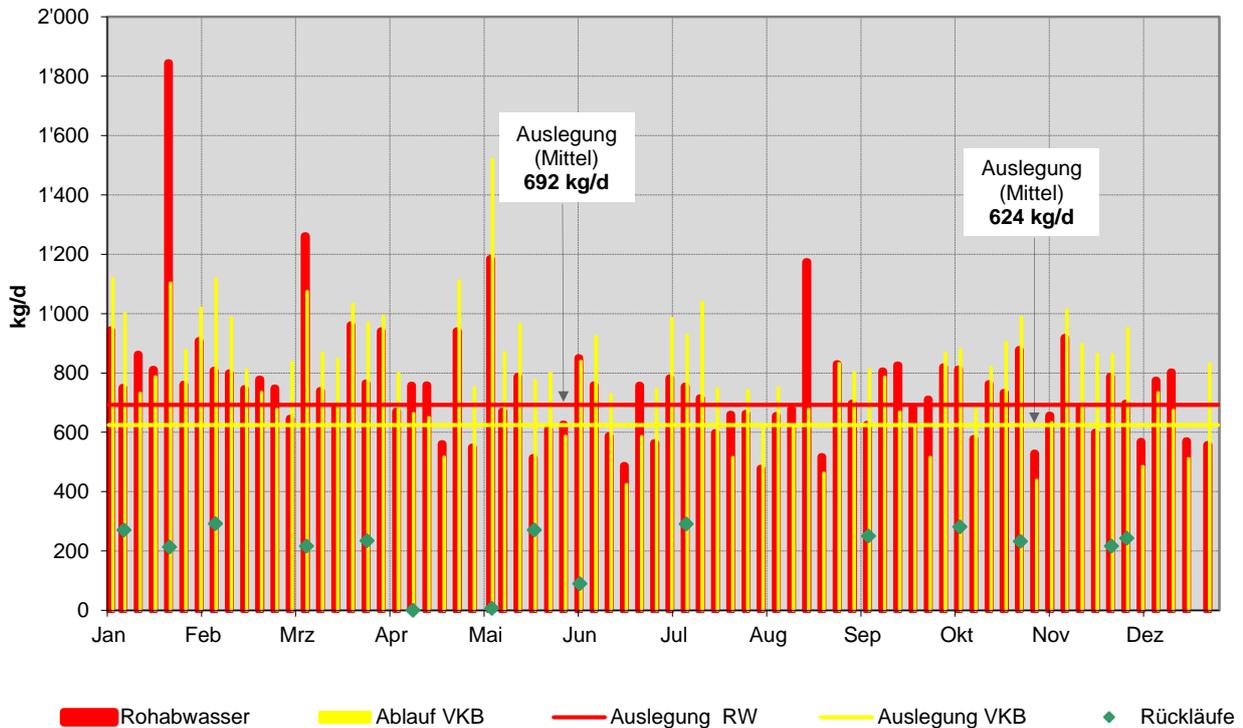
Fracht Zulauf Chem. Sauerstoffbedarf (CSB)  
Rohabwasser (RW) - Vorklärung (VKB)



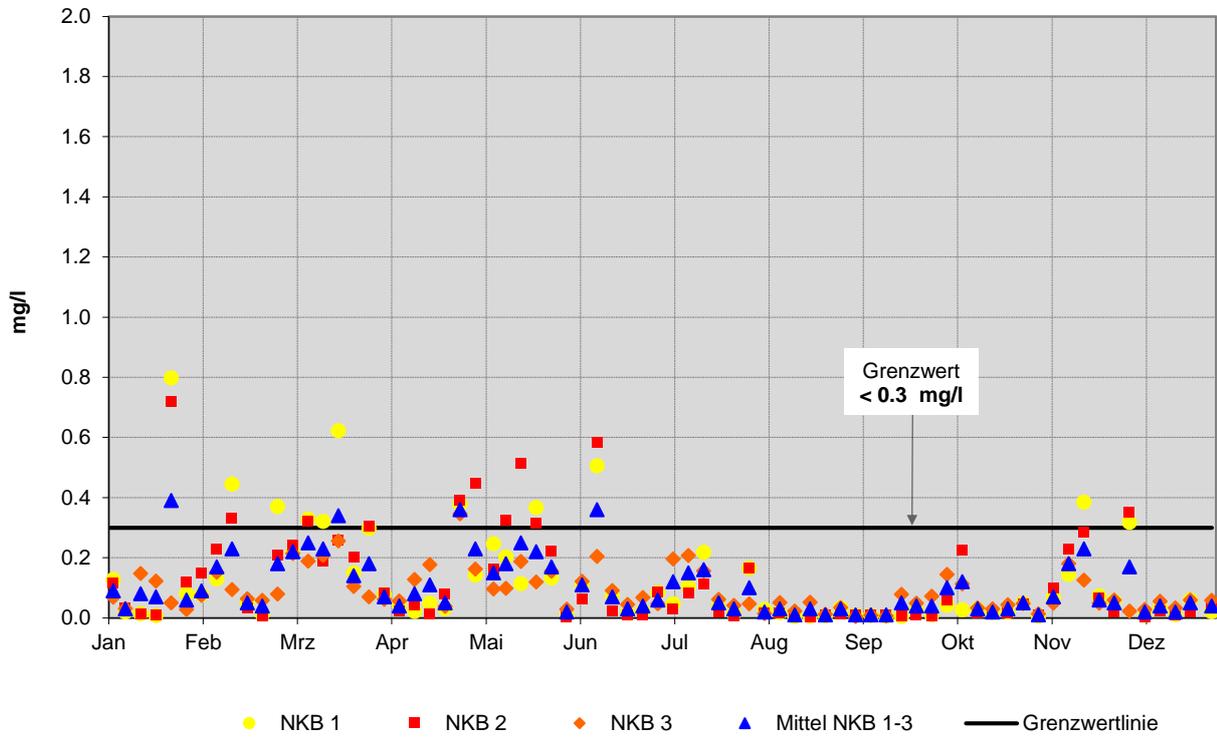
**Fracht Zulauf Ammonium (NH<sub>4</sub>-N)  
Rohabwasser (RW) - Vorklärung (VKB)**



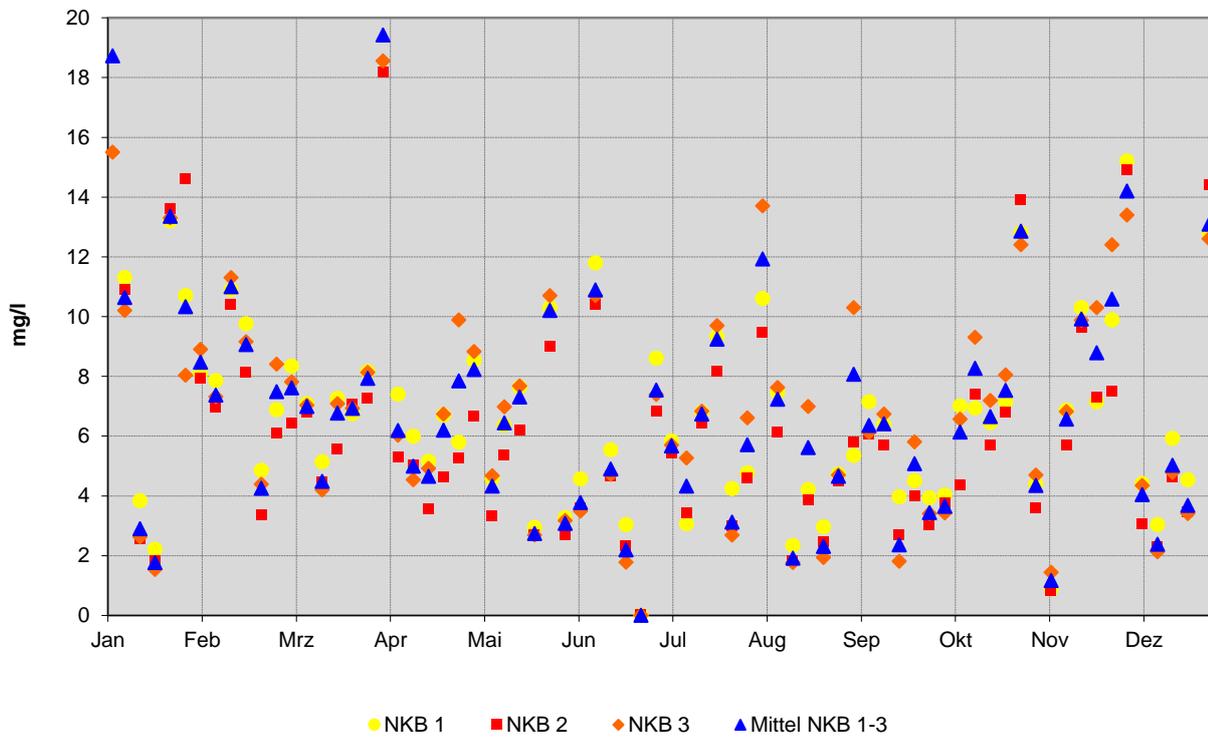
**Fracht Zulauf Gesamt Stickstoff (N)  
Rohabwasser (RW) - Vorklärung (VKB)**



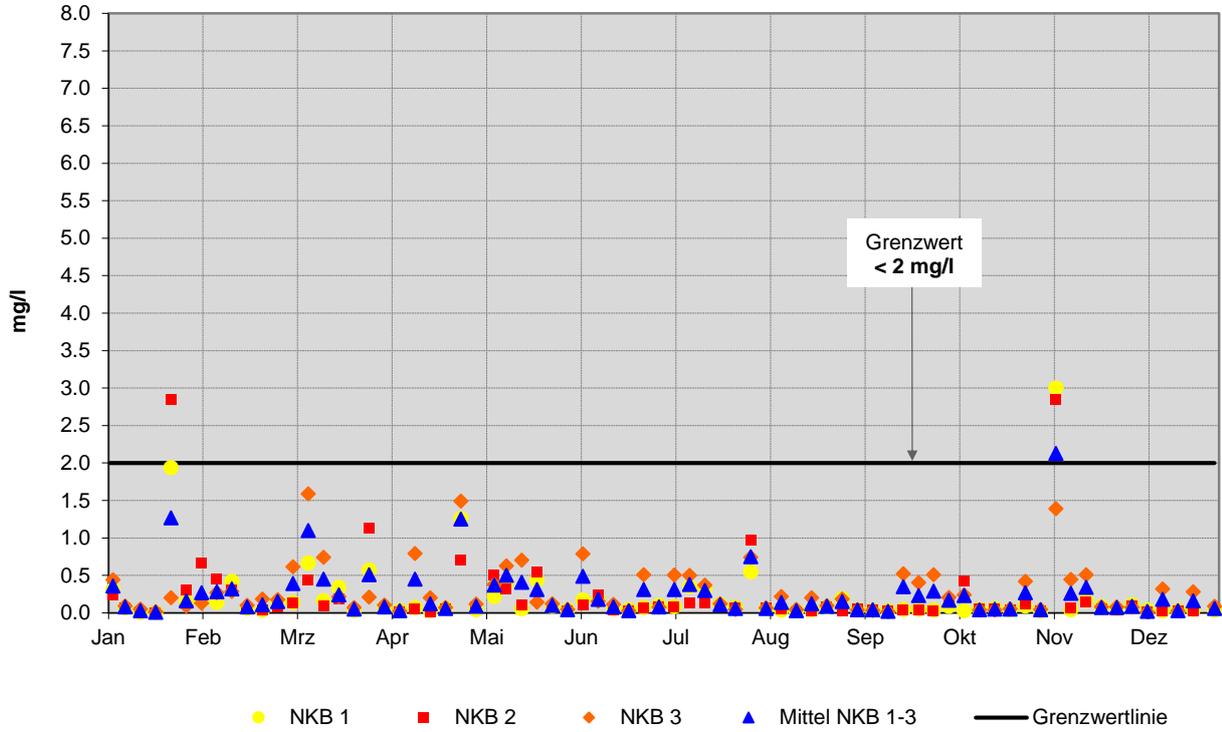
### Konzentration Ablauf Nitrit (NO<sub>2</sub>-N)



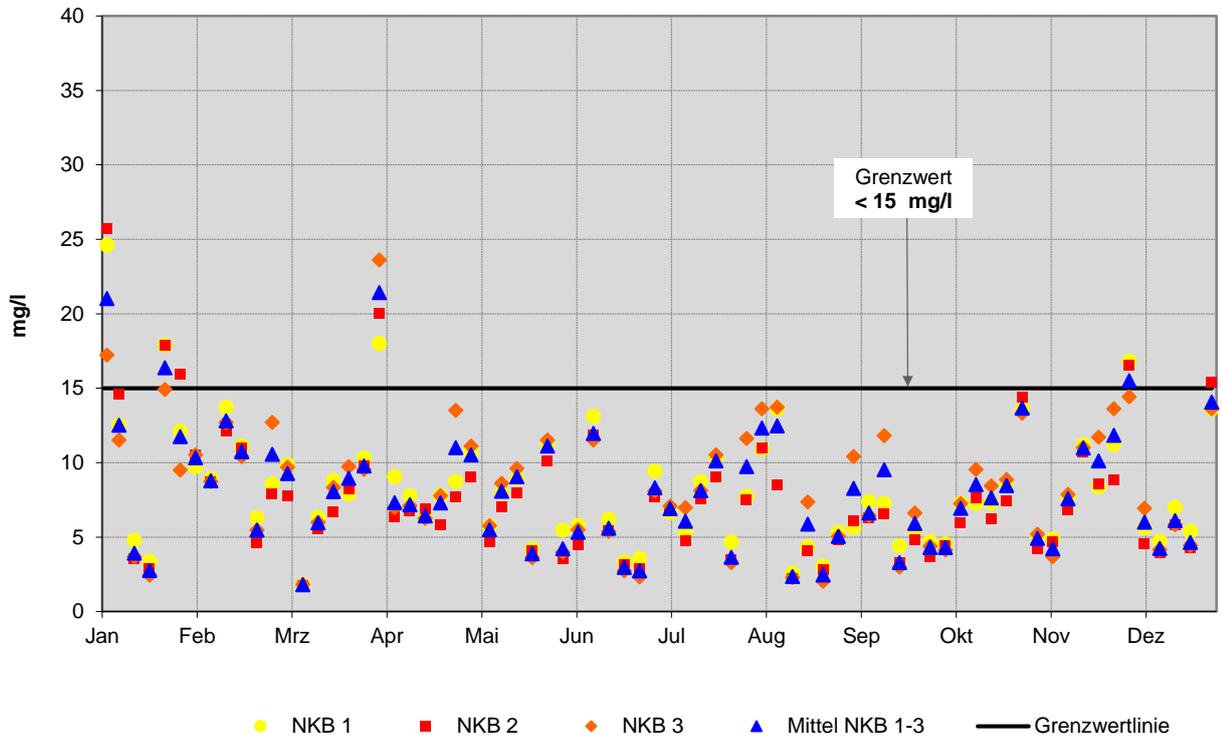
### Konzentration Ablauf Nitrat (NO<sub>3</sub>-N)



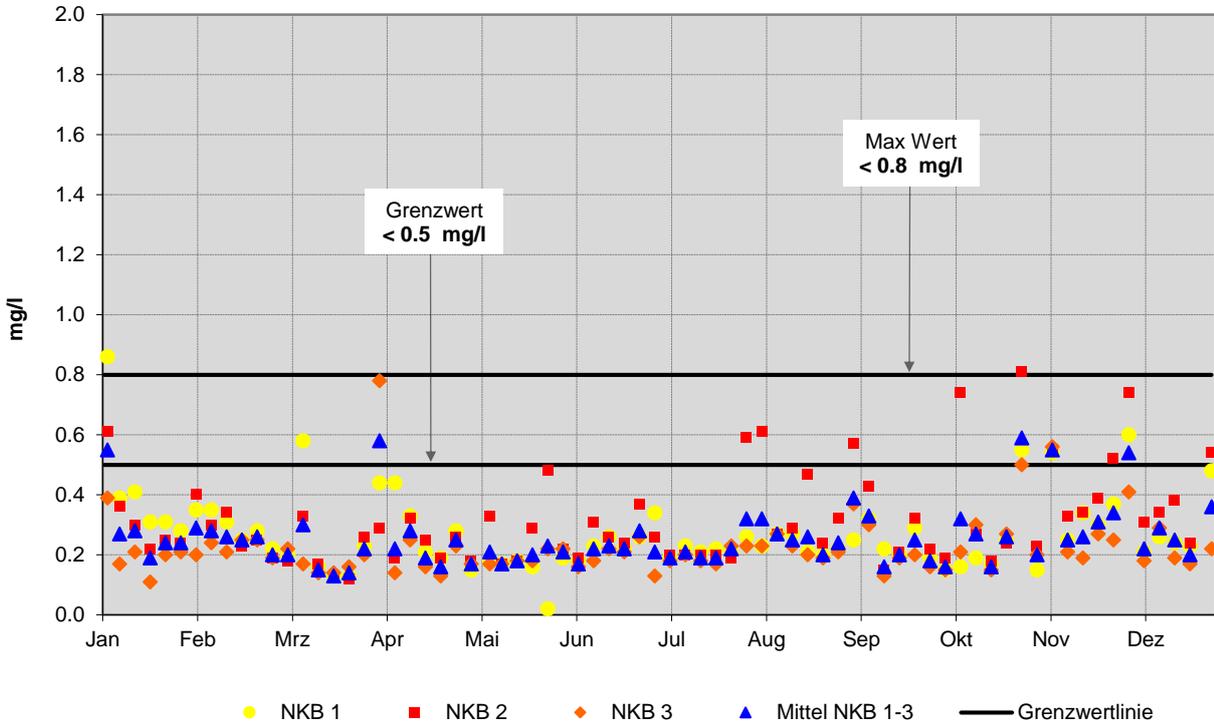
### Konzentration Ablauf Ammonium (NH<sub>4</sub>-N)



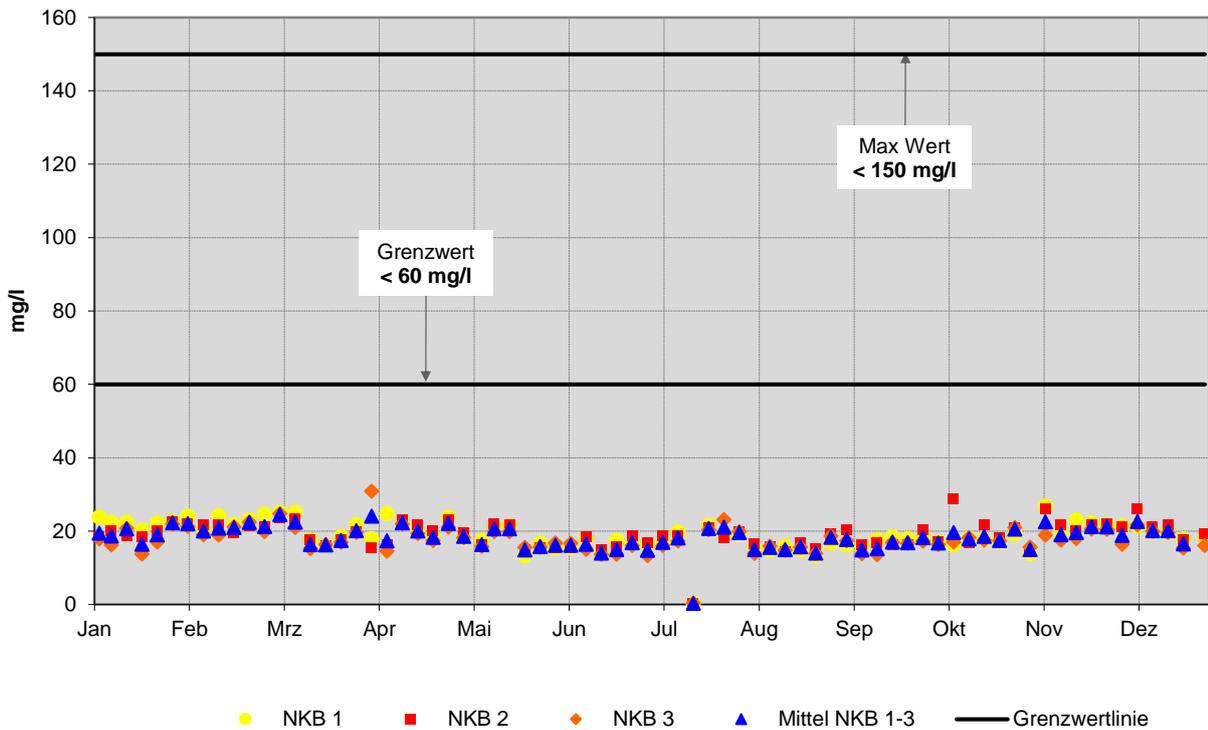
### Konzentration Ablauf Gesamt Stickstoff (N)



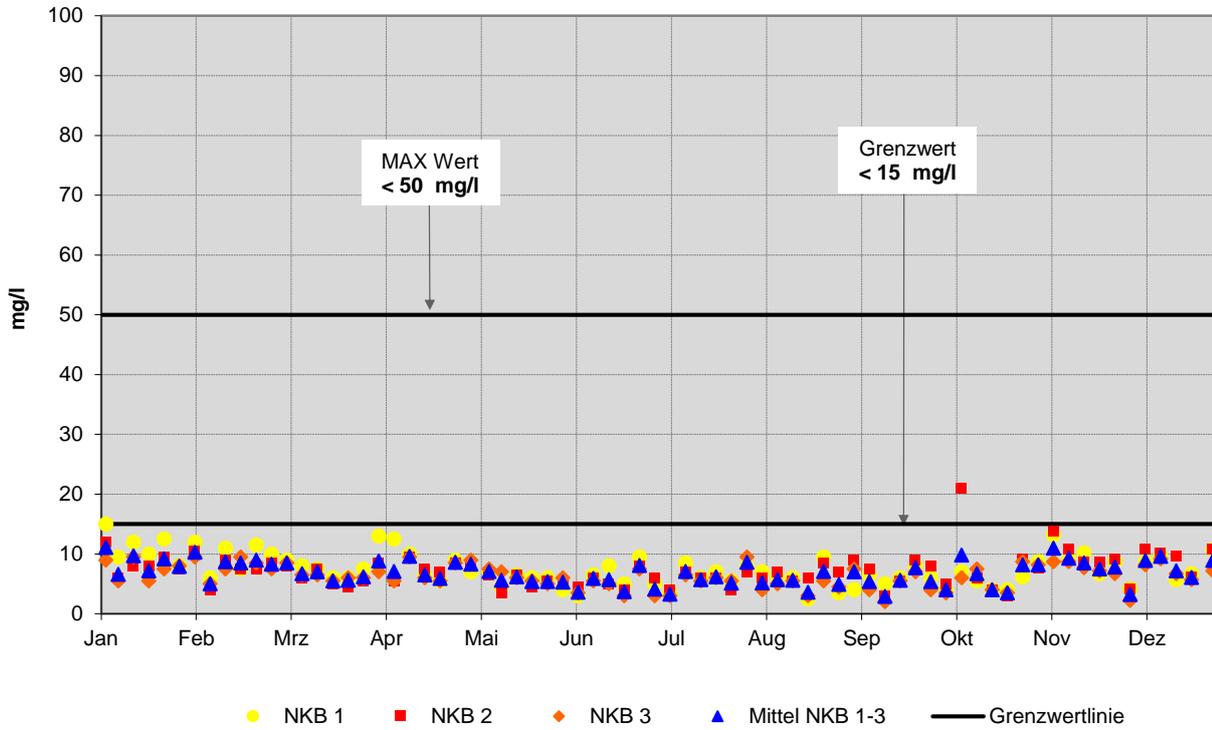
### Konzentration Ablauf Gesamt Phosphor (P)



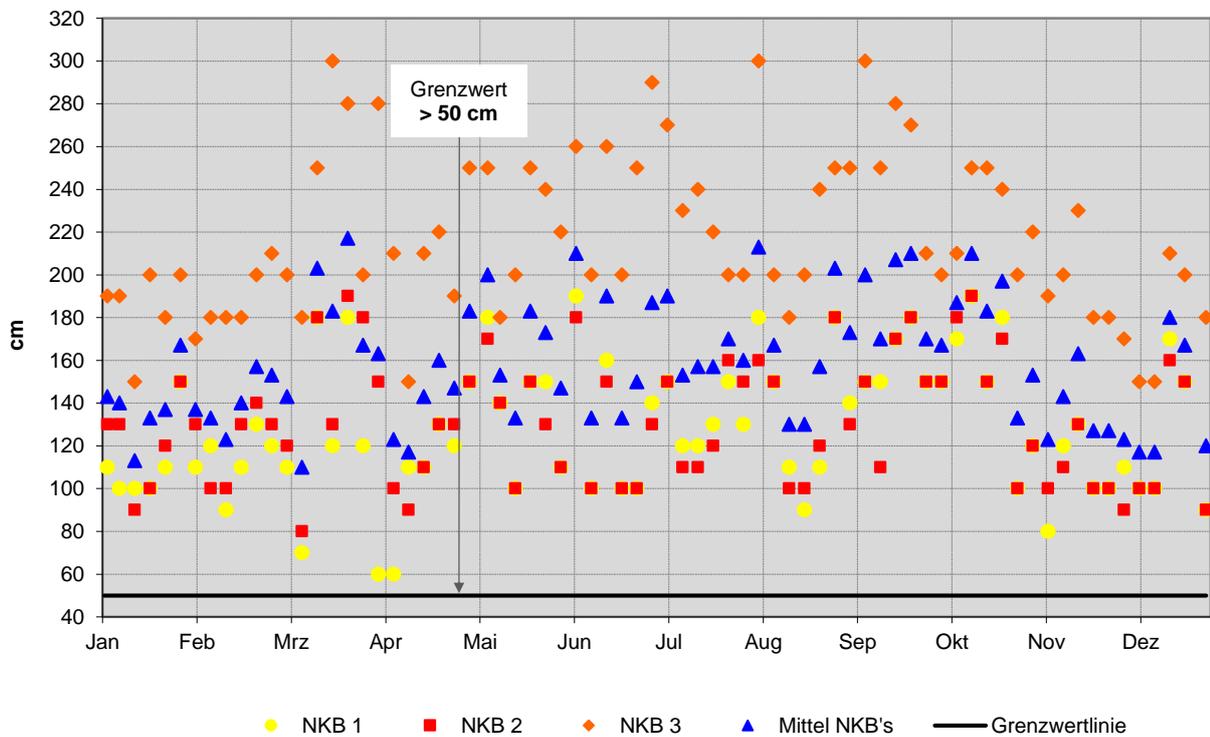
### Konzentration Ablauf Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)



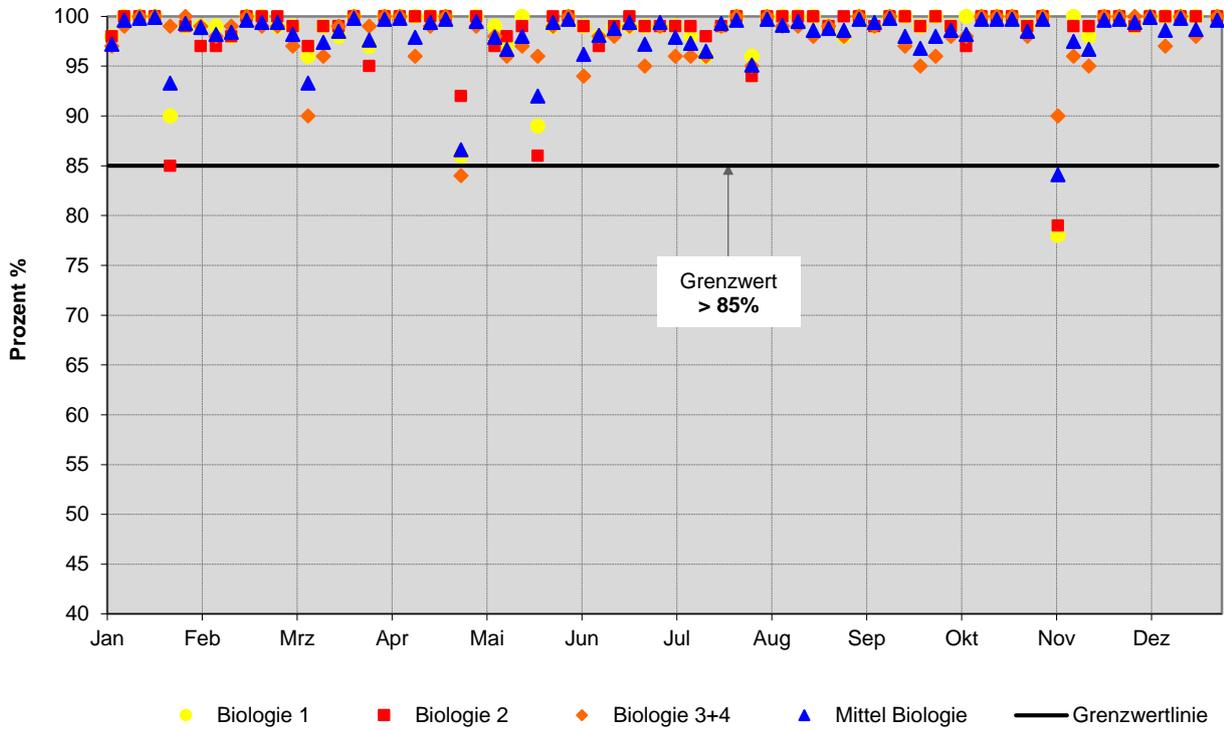
### Konzentration Ablauf Gesamte ungelöste Stoffe (GUS)



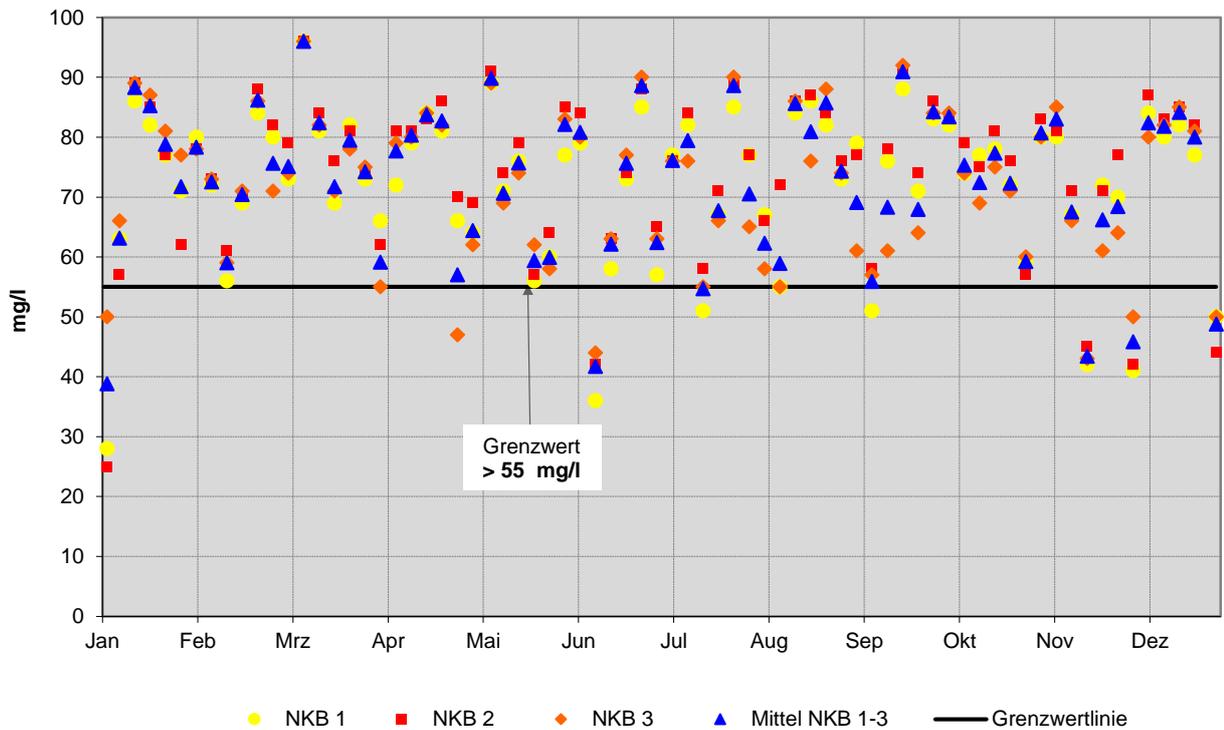
### Sichttiefe nach Secchi



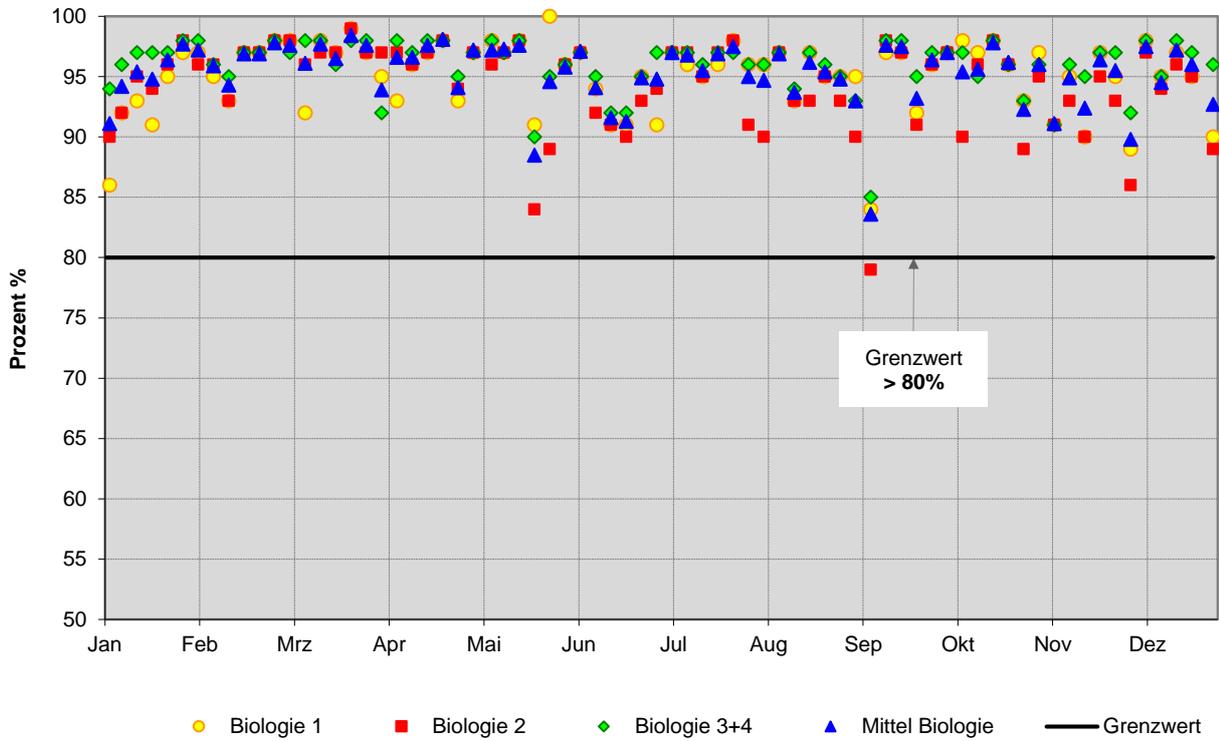
Reinigungseffekt Zulauf - Ablauf  
Ammonium (NH<sub>4</sub>-N)



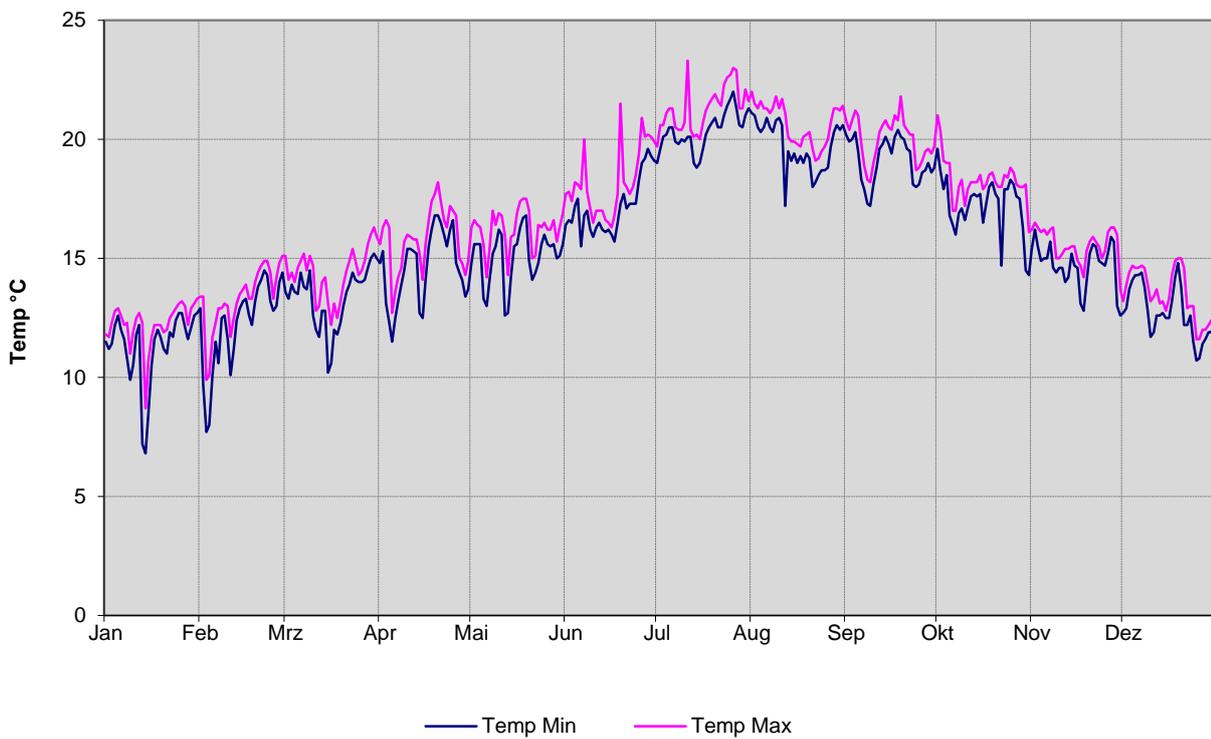
Reinigungseffekt Zulauf - Ablauf  
Gesamt Stickstoff (N)



Reinigungseffekt Zulauf - Ablauf  
Gesamt Phosphor (P)



Ablauf Rhein: 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
		m <sup>3</sup>	%	kg	% des TS							
Januar	6'466	3.6	234'393	78.6	184'233	6'444	2'771	18	2'789	56	6.4	101'173
Februar	6'710	3.7	245'754	78.5	192'835	6'698	2'688	9	2'697	60	6.7	106'528
März	7'948	3.1	245'063	79.9	195'887	7'918	3'002	27	3'029	62	7.1	117'518
April	8'177	3.4	275'292	77.2	212'526	8'177	3'151	0	3'151	61	7.3	119'794
Mai	7'019	3.5	245'665	77.1	189'408	7'005	2'845	12	2'857	59	7.2	109'271
Juni	6'888	3.3	225'008	75.6	170'106	6'889	2'753	0	2'753	59	6.7	99'738
Juli	8'877	3.3	289'137	76.6	221'382	8'870	3'309	11	3'320	63	5.6	110'148
August	6'114	3.5	211'952	75.3	159'529	6'115	2'404	0	2'404	59	6.4	75'185
September	7'515	3.2	239'645	75.0	179'614	7'482	2'767	34	2'801	63	6.1	94'994
Oktober	8'983	3.1	281'467	72.4	203'689	8'966	3'156	13	3'168	64	5.7	105'262
November	7'830	3.5	272'484	72.4	197'347	7'830	2'992	0	2'992	61	6.4	106'346
Dezember	6'121	4.1	248'241	73.9	183'533	6'117	2'857	0	2'857	52	5.9	98'866
<b>Total 2019</b>	<b>88'648</b>	<b>3.4</b>	<b>3'014'101</b>	<b>76.0</b>	<b>2'290'089</b>	<b>88'511</b>	<b>34'695</b>	<b>124</b>	<b>34'818</b>	<b>60</b>	<b>6.5</b>	<b>1'244'823</b>
Total 2018	92'217	3.1	2'871'233	76.7	2'199'623	92'067	34'748	110	34'866	56	6.2	1'202'420
Total 2017	88'468	3.4	2'948'292	76.0	2'239'123	88'377	34'276	91	34'365	61	5.2	1'185'434

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	9.5	3.0	2'560	102	22.2	2.00	106.14	92.3	99.7
Februar	8.8	3.0	1'892	74	22.6	1.82	83.90	91.9	78.6
März	10.0	3.0	3'503	137	22.7		145.55	92.5	134.1
April	10.2	3.0	1'822	70	23.0	2.68	83.91	92.9	80.3
Mai	10.3	3.0	2'870	111	22.4		107.90	93.7	101.4
Juni	12.5		2'065	81	23.3	3.46	64.85	93.3	63.6
Juli	9.6	3.0	3'238	126	23.3	1.30	147.93	93.1	138.5
August	12.7	4.0	1'554	66	24.1		87.87	93.0	82.1
September	9.3	3.0	1'766	78	24.2	2.02	85.59	93.1	81.7
Oktober	15.4	3.5	3'389	156	24.6		153.02	93.2	142.4
November	13.8	3.0	2'375	113	25.3	2.46	139.71	92.5	131.9
Dezember	13.0		1'436	70	24.8		47.77	93.0	44.1
<b>Total 2019</b>	<b>135</b>	<b>31.5</b>	<b>28'470</b>	<b>1183</b>	<b>23.8</b>	<b>15.74</b>	<b>1'254.14</b>	<b>92.9</b>	<b>1'178.3</b>
Total 2018	189	24	29'176	1'236	24.0	11.84	1'306.63	93.2	1'226.4
Total 2017	128	29	28'146	1'225	24.4	8.10	1'279.61	93.3	1'199.2

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

### 13.2.3 Beschaffenheit Klärschlamm Betriebsjahre 2009 – 2019

Parameter	Einheit	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Mittel	Grenzwert
<b>Trockensubstanz</b>	%	93.2	92.7	93.8	93.1	92.5	92.6	92.4	92.1	93.3	93.2	92.9	<b>92.9</b>	---
davon organisch	%	49.8	48.9	50.9	51.0	52.9	54.0	53.5	55.6	56.1	56.0	57.9	<b>53.3</b>	---
davon anorganisch	%	50.2	51.2	49.1	49.0	47.1	46.0	46.5	44.4	43.9	44.0	42.1	<b>46.7</b>	---
<b>Schwermetalle</b>														
Blei	g/t TS	51.3	31.0	53.0	38.8	30.5	27.8	30.8	34.8	35.3	33.3	36.5	<b>36.6</b>	<b>500</b>
Cadmium	g/t TS	1.9	0.8	1.2	0.8	1.3	0.9	1.0	1.1	1.1	0.8	1.0	<b>1.1</b>	<b>5</b>
Chrom	g/t TS	74.0	69.8	81.3	72.8	64.3	60.3	66.5	74.5	66.3	87.0	92.0	<b>73.5</b>	<b>500</b>
Kobalt	g/t TS	6.6	5.5	6.4	5.6	6.4	6.4	5.7	5.6	5.7	4.9	5.0	<b>5.8</b>	<b>60</b>
Kupfer	g/t TS	289	333	319	310	325	350	348	393	340	297	394	<b>336</b>	<b>600</b>
Molybdän	g/t TS	12.3	16.3	19.8	20.5	66.0	18.3	17.5	17.8	16.8	21.3	18.0	<b>22.2</b>	<b>20</b>
Nickel	g/t TS	46.0	41.8	49.5	48.0	46.8	49.5	50.5	49.3	43.8	47.0	47.0	<b>47.2</b>	<b>80</b>
Quecksilber	g/t TS	0.5	0.3	0.5	0.4	0.4	0.4	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4	<b>0.4</b>	<b>5</b>
Zink	g/t TS	723	840	854	803	770	736	809	741	743	785	820	<b>784</b>	<b>2'000</b>
<b>Verhältnis zu Grenzwerten</b>	%	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>36</b>	<b>35</b>	<b>61</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>35</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	

### 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 <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	Liter
Januar	961'731	305'708	71'141	890'590	872'253	3'173	30'933
Februar	668'911	255'482	19'215	649'696	644'727	2'252	27'494
März	752'555	285'730	22'338	730'217	720'837	4'244	32'122
April	723'175	306'491	25'109	698'066	684'114	2'102	31'782
Mai	1'009'561	421'766	80'957	928'604	912'411	3'467	29'764
Juni	1'107'185	598'229	44'813	1'062'372	1'055'137	2'391	28'326
Juli	901'405	393'787	25'672	875'733	870'616	3'814	29'769
August	1'160'479	474'403	114'596	1'045'883	1'029'283	1'895	35'918
September	947'115	264'583	56'645	890'471	879'224	2'131	35'918
Oktober	990'864	285'795	53'176	937'688	923'291	4'043	40'698
November	856'806	244'280	32'267	824'539	801'480	2'818	35'808
Dezember	799'214	217'936	18'710	780'504	760'349	1'630	34'675
<b>Total 2019</b>	<b>10'879'001</b>	<b>4'054'190</b>	<b>564'639</b>	<b>10'314'363</b>	<b>10'153'722</b>	<b>33'960</b>	<b>393'207</b>
Total 2018	8'926'026	3'308'753	406'218	8'519'809	8'340'732	36'325	336'896
Total 2017	10'513'395	3'741'811	507'796	10'005'596	9'805'497	34'247	282'587

\* Summe aus Messung Vorklärung und Entlastungsrinne

### 13.2.5 Gas und Wärme

		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Klärgasproduktion	m <sup>3</sup>	1'089'363	1'087'610	1'051'513	1'185'434	1'202'420	1'244'821				
Biogaseinspeisung Netz LGV	kWh	6'260'287	6'698'000	6'028'007	6'717'194	7'086'714	7'353'267				
Erdgasbezug	kWh	3'008'784	2'951'042	2'773'869	3'083'249	3'225'711	3'170'667				
<b>Wärmebezug:</b>											
Niedertemperatur von BGA	NT kWh	64'739	38'607	10'518	15'190	3'760	2'451				
Hochtemperatur von BGA	HT kWh	614'437	935'299	677'139	651'628	677'917	746'625				
Wärmerückgew. Trocknung **/**	kWh	407'751	422'163	474'704	492'090	479'298	520'349				
Wärmerückgew. Abgas Heizung	kWh	197'918	176'273	158'620	209'020	202'405	203'028				
Wärmeproduktion BHKW *	kWh	71'861	25'050	116'810	161'750	133'200	85'300				
Notheizung	kWh	56'090	51'734	14'165	8'347	8'778	0				
<b>Total Wärmebezug</b>	<b>kWh</b>	<b>1'412'796</b>	<b>1'649'126</b>	<b>1'451'956</b>	<b>1'538'025</b>	<b>1'505'358</b>	<b>1'557'753</b>				
<b>Wärmeverbrauch:</b>											
Boiler 1 Faulanlage	kWh	129'163	115'677	122'288	107'013	96'363	102'554				
Boiler 2 Schlammwässerung	kWh	181'360	188'990	166'465	177'906	173'192	177'585				
Schlammheizung Faulraum 1 **	kWh	863'745	832'519	762'388	789'539	804'161	813'465				
Gebäudeheizung und Verlust	kWh	238'528	511'940	400'815	463'567	431'642	464'149				
<b>Total Wärmeverbrauch</b>	<b>kWh</b>	<b>1'412'796</b>	<b>1'649'126</b>	<b>1'451'956</b>	<b>1'538'025</b>	<b>1'505'358</b>	<b>1'557'753</b>				

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 2010 – 2019 in Zahlen

KLÄRANLAGE BENDERN			2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Der Anlage zugeleitetes Abwasser :	m <sup>3</sup>		10'002'985	8'434'031	11'319'291	10'810'770	10'240'605	10'083'672	11'315'464	10'513'395	8'926'026	10'879'001
- davon aus Vaduz, Triesen, Triesenberg, Balzers	m <sup>3</sup>		4'026'413	3'445'125	4'320'902	4'187'721	3'918'339	3'879'478	4'184'264	3'741'811	3'308'753	4'054'190
Fällmittelverbrauch: Aluminiumsulfat *1)	l		384.92	318.28	391.1	314.38	342.80	305'596	302'982	282'587	336'896	393'207
Fällmittelkosten	CHF		141'574	136'339	133'749	110'755	134'456	104'458	88'949	82'053	89'318	109'152
Spez. Kosten Phosphatelimination	Rp./m <sup>3</sup>		1.415	1.617	1.182	1.024	1.313	1.036	0.786	0.780	1.001	1.003
Betriebsstunden *2)	BHKW 1	h	1'490	2'213	1'576	1'782	46	25	344	478	304	154
	BHKW 2	h	2'069	1'271	1'740	1'461	202	106	217	228	260	241
	BHKW 3	h	1'778	2'445	3'049	2'337	56	-	-	-	-	-
Stromproduktion	BHKW 1-3	kWh	797'196	876'224	956'152	884'336	45'176	16'936	80'240	96'504	75'088	53'320
Erlös aus Stromverkauf	CHF		117'126.00	128'713.10	139'891.75	118'714.10	2'043.85	2'376.10	11'634.80	13'993.15	10'887.80	7'731.42
	Rp/kWh		14.692	14.69	14.63	13.42	4.52	14.03	14.50	14.50	14.50	14.50
Strombezug LKW	HT	kWh	1'929'120	1'923'030	1'965'315	1'927'950	1'997'710	1'966'545	2'013'313	2'042'881	2'028'206	2'063'591
	NT	kWh	2'555'670	2'541'630	2'622'600	2'562'990	2'641'725	2'600'130	2'612'007	2'692'442	2'654'331	2'667'752
Total Strombezug LKW		kWh	4'484'790	4'464'660	4'587'915	4'490'940	4'639'435	4'566'675	4'625'320	4'735'323	4'682'537	4'731'343
Stromverbrauch BGA *2)		kWh					164'053	149'445	147'136	154'603	153'076	160'935
Stromverbrauch ARA ohne BGA		kWh	4'484'790	4'464'660	4'587'915	4'490'940	4'475'382	4'417'230	4'478'184	4'580'720	4'529'461	4'570'408
Stromkosten inkl. Höchstlast (Ankauf)	CHF		612'377.12	591'012.90	569'267.38	539'135.97	505'962.43	506'938.79	465'682.00	460'747.83	466'237.29	509'751.21
Durchschnittlicher kWh-Preis, inkl. Höchstlasttarif (Bezug v. LKW)	Rp./kWh		13.65	13.24	12.41	12.00	10.91	11.10	10.07	9.73	9.96	10.77
Spez. Stromverbrauch pro m <sup>3</sup> Abwasser (inkl. BGA)	kWh/m <sup>3</sup>		0.448	0.529	0.405	0.415	0.453	0.453	0.409	0.450	0.525	0.435
Spez. Stromkosten pro m <sup>3</sup> Abwasser	Rp./m <sup>3</sup>		6.12	7.01	5.03	4.99	4.94	5.03	4.12	4.38	5.22	4.69
Betriebskosten pro Einwohnerzahl	CHF/EG/a		46.90	51.98	49.42	45.01	59.13	40.36	39.87	43.10	45.13	38.93

\*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 (CO<sub>2</sub>) 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 ( $\text{CH}_4$ ). Der Energiewert beträgt ca. 10.6 kWh/m<sup>3</sup> 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 Schlammfaulung) 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 ( $\text{CH}_4$ ), 35% Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) und aus 2% andere Gase ( $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) besteht.

Das Klärgas hat einen Energiewert von ca. 6.0 kWh/m<sup>3</sup> und hat damit 1/3 weniger Energie als Erdgas, welches praktisch zu 100% aus Methan ( $\text{CH}_4$ ) besteht.

### **Klärschlamm-Verwertung**

Der Klärschlamm wird durch Ausfaulung 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.

### **NH<sub>4</sub>-N**

Ammonium

### **NH<sub>3</sub>-N**

Ammoniak (stark geruchsintensiv)

### **NO<sub>2</sub>-N**

Nitrit (stark fischgiftig)

### **NO<sub>3</sub>-N**

Nitrat

### **N<sub>tot</sub>**

Gesamtstickstoff: Summe aller Stickstoffverbindungen

### **Nitrifikation**

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

### **P<sub>tot</sub>**

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**

NH<sub>4</sub>-N: Ammonium, NH<sub>3</sub>-N: Ammoniak (stark geruchsintensiv), NO<sub>2</sub>-N: Nitrit (stark fischgiftig), NO<sub>3</sub>-N: Nitrat, N<sub>tot</sub>: Gesamtstickstoff (Summe aller Stickstoffverbindungen), N organisch: Organisch gebundener Stickstoff, N<sub>2</sub>: 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 Schlammheizung wieder zur Verfügung, womit beträchtlich Brennstoffe eingespart werden können.



**ABWASSERZWECKVERBAND**  
DER GEMEINDEN LIECHTENSTEINS

