

# GESCHÄFTSBERICHT 2018





# Geschäftsbericht 2018

## 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      | Erneuerung HSK-Hinterschellenberg, Bereich St. Georg-Strasse .....         | 7         |
| 3.2      | Neubau HSK-2 Triesen, Arg-Hoval .....                                      | 9         |
| 3.3      | HSK Nendeln-Esche, Düker.....  | 12        |
| <b>4</b> | <b>Aussenanlagen</b> .....   | <b>14</b> |
| 4.1      | Betriebsrapport Regenklärbecken.....                                       | 15        |
| <b>5</b> | <b>Betriebsbericht und Betriebsdaten</b> .....                             | <b>16</b> |
| 5.1      | Zusammenfassung .....  | 16        |
| 5.2      | Einleitung.....  | 18        |
| 5.2.1    | Kontrolle der Anlage .....   | 18        |
| 5.2.2    | Betrieb ARA.....   | 19        |
| 5.3      | Belastungen im Zulauf .....  | 22        |
| 5.3.1    | Abwassermengen .....   | 22        |
| 5.3.2    | Stofffrachten .....  | 24        |
| 5.3.3    | Fremdwasser .....  | 27        |
| 5.4      | Behandelte Abwassermenge und entzogene Stofffrachten.....                  | 28        |
| 5.4.1    | 10-Jahres Diagramm entzogene Stofffrachten.....                            | 30        |
| 5.5      | Beschaffenheit des gereinigten Abwassers und Reinigungsleistung.....       | 31        |
| 5.5.1    | Konzentrationen.....   | 31        |
| 5.5.2    | Betriebsdaten (Diagramme).....   | 33        |
| 5.5.3    | Kontrollproben des Amtes für Umwelt im Vergleich mit Analysen der ARA..... | 34        |
| 5.5.4    | Abbauleistung.....   | 35        |
| 5.5.5    | Restfrachten (an Labortagen) .....   | 36        |
| 5.5.6    | Online Messung Ablauf Rhein.....   | 38        |
| 5.6      | Phosphat Simultanfällung .....   | 40        |
| 5.7      | Belebtschlammigenschaften .....  | 40        |
| 5.8      | Klärschlamm .....  | 41        |
| 5.8.1    | Überschussschlamm .....  | 41        |
| 5.8.2    | Frischschlamm.....   | 42        |
| 5.8.3    | Abbau und Eindickung .....   | 44        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 5.8.4     | Klärschlamm Verwertung .....   | 44        |
| 5.8.5     | Weitergehende Schlammbehandlung .....  | 45        |
| 5.8.6     | Klärschlamm - Granulat .....   | 48        |
| 5.8.7     | Gasproduktion .....  | 50        |
| 5.9       | Energiebilanzen .....  | 52        |
| 5.9.1     | Deckung des Energiebedarfs .....   | 52        |
| 5.9.2     | Stromverbrauch/-rückspeisung .....   | 55        |
| 5.9.3     | Spezifischer Energieverbrauch .....  | 57        |
| <b>6</b>  | <b>Kontrollbericht vom Amt für Umwelt .....</b>                                | <b>59</b> |
| <b>7</b>  | <b>Finanzen Rückblick .....</b>  | <b>61</b> |
| 7.1       | Bilanz 2018 / 2017 .....   | 61        |
| 7.2       | Erfolgsrechnung 2018 / 2017 .....  | 63        |
| 7.3       | Investitionen 1972 – 2018 .....  | 65        |
| 7.4       | Anhang zur Jahresrechnung per 31. Dezember 2018 .....                          | 66        |
| 7.5       | Revisionsbericht .....   | 67        |
| 7.6       | Zusammenstellung der Einwohnergleichwerte und Betriebskostenanteile 2018 ..... | 68        |
| <b>8</b>  | <b>Finanzen Ausblick .....</b>   | <b>69</b> |
| 8.1       | Betriebskostenbudget 2019 .....  | 69        |
| 8.2       | Verteilschlüssel für Betriebskostenbudget 2019 .....                           | 71        |
| 8.3       | Investitionsbudget 2019 .....  | 72        |
| 8.4       | Budgetierter Investitionskostenverteiler 2019 .....                            | 73        |
| 8.5       | Übersicht Investitionskostenverteiler 2019 – 2023 inkl. Gemeindeanteile .....  | 74        |
| <b>9</b>  | <b>Personelles .....</b>   | <b>75</b> |
| 9.1       | Organigramm AZV .....  | 75        |
| 9.2       | Organigramm Betrieb .....  | 76        |
| 9.3       | Personal .....   | 77        |
| 9.4       | Mitarbeiter Aus- und Weiterbildung .....                                       | 78        |
| 9.5       | Jubiläen .....   | 78        |
| <b>10</b> | <b>ISO-Zertifizierung 9001:2015 .....</b>                                      | <b>79</b> |
| <b>11</b> | <b>Öffentlichkeitsarbeit .....</b>   | <b>80</b> |
| 11.1      | Besucher .....   | 80        |
| 11.2      | Pressespiegel .....  | 81        |
| <b>12</b> | <b>Anhang .....</b>  | <b>82</b> |
| 12.1      | Diagramme Betriebsdaten .....  | 82        |
| 12.2      | Tabellen .....   | 91        |
| 12.2.1    | Frischschlamm, Schlammindickung und Gasproduktion .....                        | 91        |
| 12.2.2    | Rückstandsentsorgung / Klärschlamm Abgabe / Verwertung .....                   | 92        |

|   |           |
|---|-----------|
| 12.2.3 Beschaffenheit Klärschlamm Betriebsjahre 2008 – 2018 ..... | 93        |
| 12.2.4 Wassermengen / Fällmittel / Filtratwasser.....             | 94        |
| 12.2.5 Gas und Wärme.....   | 95        |
| 12.2.6 10 Betriebsjahre 2009 – 2018 in Zahlen .....               | 96        |
| <b>13 Begriffserklärungen.....</b>                                | <b>97</b> |



## 1 Vorwort

Im Juni 2018 wurde der bestehende doppelspurige Rechen mit 17 mm Spaltbreite durch zwei Harkenumlaufrechen (Titelbild) mit 8 mm Spaltbreite ersetzt. Neu installiert wurde auch eine Förderschnecke mit integriertem Notabwurf für den Abtransport des Rechengutes, sowie eine Intensivrechengut-Waschpresse.

Die Harkenumlaufrechen dienen der Abscheidung von Schwimm-, Sink- und Schwebstoffen aus dem Zulauf der Kläranlage, durch einen in ein Gerinne eingebauten Rechenrost. Das angestaute Rechengut wird mit den Reinigungsharken in die Förderschnecke gehoben. Das Rechengut der Strainpress und des Feinrechens wird anschliessend mittels der Förderschnecke in den Einlaufbereich der Intensivrechengut-Waschpresse abgeworfen. In der Waschzone erzeugt ein Pumpenlauf- rad starke Turbulenzen, wodurch die löslichen Bestandteile des Rechengutes (Organik) herausgelöst werden. Nach dem Waschen wird das fäkalienfreie Rechengut in die Presszone gefördert, dort wird es gepresst, entwässert und schliesslich stark verdichtet über ein Austragsrohr in eine Mulde gefördert. Der Muldeninhalt wird wöchentlich in der KVA entsorgt. Das Waschwasser fliesst während des Pressvorgangs durch ein Lochsieb zurück in den Kläranlagenzulauf.

In den letzten Jahren hat sich der Anteil von Stoff-Fasern im Abwasser stark erhöht. Die Fasern neigen zu Klumpen- und Knäuelbildungen oder zu Verzopfungen und verstopfen dadurch Pumpen und Leitungen auf den Kläranlagen. Fasern führen auch zu Verdichtungen in den Faultürmen und Verstopfungen von Sieben.

Durch den Einbau des Feinrechens gelangen nun weniger Fasern in die Wasser- und Schlammstrasse. Im Choppersieb, beim Eingang zur Trocknungsanlage, bleiben wesentlich weniger Fasern hängen und die Standzeit des Siebes konnte dadurch markant erhöht werden.

Durch die kleinere Spaltbreite des neuen Rechens wird zwar mehr Rechengut aus dem Zulauf entnommen, aber die zu entsorgende Rechengutmenge hat sich auf Grund des besser entwässerten Produktes kaum erhöht.

Das Rechengut wird gewaschen und das Waschwasser in den Zulauf zurückgeführt. Mit der Rückführung der Organik kann eine erhöhte Gasausbeute erwartet werden.

Die Intensivrechengutwäsche sowie die gekapselte Ausführung der neuen Rechenanlage haben dazu geführt, dass sich die Luftqualität im Rechengebäude stark verbessert hat.

Bendern, im April 2019

Hilmar Hasler, Geschäftsführer

## **2 Organisatorisches**

### **2.1 Delegiertenversammlung**

Mitglieder:

Ewald Ospelt, Bürgermeister Vaduz  
Hansjörg Büchel, Vorsteher Balzers  
Rainer Beck, Vorsteher Planken  
Daniel Hilti, Vorsteher Schaan  
Günter Mahl, Vorsteher Triesen  
Christoph Beck, Vorsteher Triesenberg  
Günther Kranz, Vorsteher Eschen  
Donath Oehri, Vorsteher Gamprin  
Freddy Kaiser, Vorsteher Mauren  
Maria Kaiser-Eberle, Vorsteherin Ruggell  
Jürgen Goop, Gemeinderat Schellenberg

Am 23. April und 10. September 2018 wurden die Delegiertenversammlungen auf der ARA in Bendern abgehalten.

Die wichtigsten Geschäfte der Delegiertenversammlungen waren:

- Genehmigung des Geschäftsberichts 2017
- Genehmigung der Jahresrechnung 2017
- Kenntnisnahme des Revisionsberichts und Entlastung der Verantwortlichen 2017
- Genehmigung der Betriebskostenaufteilung 2017
- Abwassergebührenvergleich im Verbandsgebiet
- Projektgenehmigung HSK Nendeln-Esche, Düker
- Buch zum 50-Jahr Jubiläum des AZV
- Genehmigung Betriebskostenbudget 2019
- Genehmigung Investitionskostenbudget 2019

## **2.2 Betriebskommission**

Mitglieder:

Reto Kieber, Mauren, Präsident  
Jonny Sele, Triesenberg, Vizepräsident  
Andreas Büchel, Vaduz  
Dominik Frommelt, Balzers  
Michael Beck, Planken  
Arnold Frick, Schaan  
André Büchel, Triesen  
Martin Büchel, Eschen  
Otto Kind, Gamprin  
Alois Hoop, Ruggell  
Norman Wohlwend, Vorsteher, Schellenberg

Im Jahre 2018 wurden 5 Betriebskommissionssitzungen abgehalten.

Die wichtigsten Geschäfte der Betriebskommission waren:

- Schaden Düker beim Neubau HSK-2 Triesen, Arg-Hoval
- Arbeitsvergabe Ingenieurleistungen Verlegung PW Oberau
- Information Fremdwassermessungen 2017
- 50-Jahr Jubiläum AZV
- Genehmigung der Jahresrechnung 2017
- Genehmigung Geschäftsbericht 2017
- Abwassergebührenvergleich im Verbandsgebiet
- Sanierung Düker beim HSK-2 Triesen, Arg-Hoval
- Antenne beim PW Oberau, Gesuch der Gemeinde Ruggell
- Buch zum 50-Jahr Jubiläum des AZV
- Genehmigung Investitionskostenbudget 2019
- Genehmigung Betriebskostenbudget 2019
- Machbarkeitsstudie Aufhebung PW Oberau/Neu Konzeptionierung PW Widau
- Arbeitsvergabe Vorprojekte PW/RB Widau und HSK Ruggell-Bendern, Widau-Mühlegass

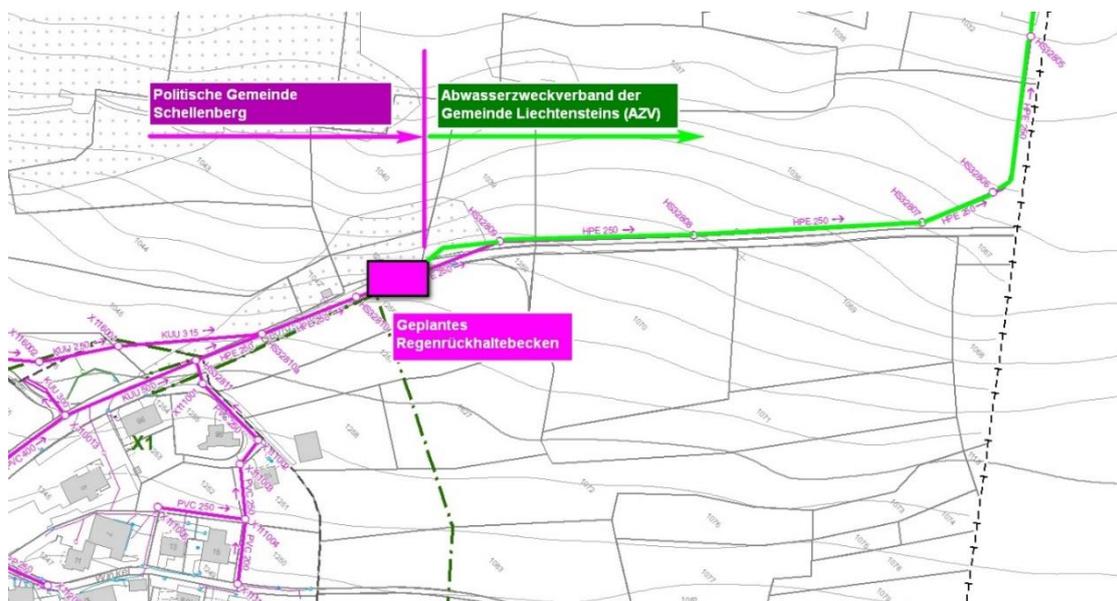
### 3 Bautätigkeitsbericht

#### 3.1 Erneuerung HSK-Hinterschellenberg, Bereich St. Georg-Strasse

Die Delegierten des AZV stimmten an der DV vom 12. September 2016 dem Projekt und dem Kredit von CHF 195'000.00 für die Erneuerung des HSK-Hinterschellenberg, Bereich St. Georg-Strasse einstimmig zu.

Die Gemeinde Schellenberg erstellte den Neubau eines Regenrückhaltebeckens in der Nähe des schweizerischen Zollhauses. Aufgrund dieses Vorhabens regelten die Gemeinde Schellenberg und der AZV die Eigentumsverhältnisse wie folgt neu:

- Eigentum Gemeinde Schellenberg:  
Die Zuleitungen zum geplanten Regenrückhaltebecken und das Regenrückhaltebecken selber
- Eigentum Abwasserzweckverband der Gemeinden Liechtensteins:  
Die Ableitung ab dem geplanten Regenrückhaltebecken



Wie bereits erwähnt, erstellte die Gemeinde Schellenberg das Regenrückhaltebecken «St. Georg-Strasse». Aufgrund der Generellen Entwässerungsplanung war auch eine Vergrösserung der zuführenden Leitung erforderlich.

Dadurch war der Abwasserzweckverband nicht mehr gezwungen, die dringend notwendige Sanierung dieser Zuleitung vorzunehmen. Die Gemeinde Schellenberg beantragte deshalb beim AZV eine Kostenbeteiligung in der Höhe der eingesparten Sanierungsmassnahmen von CHF 45'000.00.

Die Ableitung unterhalb des Regenrückhaltebeckens war bis zum Schacht HS328007 stark deformiert und hydraulisch ungenügend. Eine Innensanierung war bei diesem Schadenbild nicht möglich. Die Ableitung sollte deshalb erneuert und vergrössert werden.

Der Kostenvoranschlag betrug CHF 150'000.00.

Die neue Leitung wurde am selben Ort wie die alte Leitung erstellt. Dadurch konnte die alte Leitung entfernt und umweltgerecht entsorgt werden. Das bestehende Trassee konnte wiederverwendet werden.

Die bestehende Leitung wurde direkt über dem anstehenden Fels erstellt, welcher etwa auf einer Tiefe von 1.0 – 1.2 m lag.

Die neue Leitung wurde somit ebenfalls über dem Fels erstellt. Der Fels musste stellenweise abgenommen werden, um ein optimales Gefälle zu erhalten.

Gemäss Projekt «Regenrückhaltebecken St. Georg-Strasse» war es vorgesehen, maximal 200 l/s abzuleiten.

Dazu war eine Leitung notwendig mit Innendurchmesser 300 mm und einem Gefälle von mindestens 3.8%.

Aufgrund der aufgetretenen Verformungen und Schäden bei der bestehenden Kunststoffrohrleitung (PE-HD 250), sowie der leichten Hangrutschung, wurde das System Gussrohr mit Faserzementbeschichtung innen und aussen gewählt.

Während des Baus der Leitung musste das Abwasser von Hinterschellenberg umgeleitet werden.

Der Bau der neuen Kanalisationsleitung wurde mit den Rodungsarbeiten im Mai 2017 gestartet und im Juni 2017 fertiggestellt. Der Anschluss an das neue Regenrückhaltebecken erfolgte im Oktober 2017 und die Inbetriebnahme der neuen Ablaufleitung war nach der Fertigstellung des Regenrückhaltebeckens im April 2018.



HSK Hinterschellenberg

|   |            |                  |
|---|------------|------------------|
| Genehmigter Verpflichtungskredit für das Projekt HSK Hintersch'berg   | CHF        | 195'000.00       |
| Gesamtkosten gemäss Schlussabrechnung für die Erneuerung des<br>HSK Hinterschellenberg, Bereich St. Georg-Strasse | CHF        | -229'268.00      |
| <b>Mehrkosten</b>   | <b>CHF</b> | <b>34'268.00</b> |
|   |            | 17.6%            |

(alle Kosten inkl. MWST)

Auf Grund der Mehrleistungen des Baumeisters (Felsabtrag, Humuslieferung, etc.) gegenüber dem Kostenvoranschlag, ergaben sich Mehrkosten.

### **3.2 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 Gemeindegrenze 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 Sohlgefälle nur noch 2.1 ‰ wodurch eine Kalibervergrößerung von DN 500 auf DN 600 gewählt werden musste.



Düker im Arg

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 wurden am 1. Dezember 2015 gestartet und dauerten bis Anfangs 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 erfolgen Anfang 2019.

|  |            |                       |
|--|------------|-----------------------|
| Genehmigter Verpflichtungskredit für das Projekt HSK-2 Triesen | CHF        | 7'500'000.00          |
| Bisher aufgelaufene Kosten (bis 31.12.2018)                    | <b>CHF</b> | <b>- 3'724'939.13</b> |
| Restkredit   | CHF        | 3'775'060.87          |

(Alle Beträge sind inkl. MWST)

### 3.3 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, quert in Form einer Rohrbrücke die Esche und mündet schliesslich in den Hauptsammelkanal Mauren – Bendern. Die Rohrbrücke über die Esche stellt ein hydraulisches Hindernis dar.

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

Die Rohrbrücke soll abgebrochen und durch ein Dükerbauwerk ersetzt werden.

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



Bestehende Rohrbrücke über die Esche

Der bestehende Schacht (HS32601) und der zulaufende HSK von Nendeln liegen auf einem Stahlbetonträger. Der Stahlbetonträger besteht aus einem U-Profil und ist gelagert auf Betonpfählen mit Pfahlkopf. Innerhalb des U-Profils des Stahlbetonträgers existiert eine PVC-Leitung NW 300 mm, welche der Esche Sauberwasser zuführt.

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.

Es ist vorgesehen, alle bestehenden, tragenden Elemente zu erhalten. Das neue Einlaufbauwerk wird an diese Elemente geknüpft.

Die erwähnte Sauberwasserleitung PVC 300 mm muss vom Einlaufbauwerk bis zur Esche neu erstellt werden. Es ist eine Leitung PP 250 mm vorgesehen.

Das Einlaufbauwerk wird 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 infolge der Unterwasserbauweise entgegenzuwirken, ist es vorgesehen, vier Holzpfähle mit dem Bagger einzubringen und den Düker darauf abzustützen.

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. Ziel des AZV ist es, möglichst früh im Jahr 2019 mit den Arbeiten zu beginnen.

|   |            |                   |
|---|------------|-------------------|
| Genehmigter Verpflichtungskredit für das Projekt HSK Nendeln-Esche, Düker | CHF        | 190'000.00        |
| Bisher aufgelaufene Kosten (bis 31.12.2018)                               | <b>CHF</b> | <b>-36'342.35</b> |
| Restkredit  | CHF        | 153'657.65        |

(Alle Beträge sind inkl. MWST)

## 4 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                              | 2   |
| Sandfang HSK Mauren - Bendern (AMATI)                        | 2   |
| 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)               | 2   |
| Sandfang HSK Balzers - Triesen                               | 3   |
| <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                 | Schächte kontrolliert                     |
| Druckleitung Ruggell - Oberau (inkl. Freispiegelleitung)     | Dichtigkeitsprüfung<br>und Reinigung / TV |
| Druckleitung Oberau - ARA Bendern (inkl. Freispiegelleitung) |   |
| HSK Limsenegg - PW / RB Widau                                |   |
| HSK 2 Vaduz  |   |
| HSK 2 Triesen  | Neubau                                    |
| HSK Balzers - Säga   |   |
| HSK Säga - Triesen Arg                                       |   |
| HSK Malbun - Steg  |   |
| HSK Steg - Rizlina   |   |



## 4.1 Betriebsrapport Regenklärbecken

| Aussenanlagen          |                               | Volumen<br>m3 | Entlastungen |               |                 | Gereinigt |            |
|------------------------|-------------------------------|---------------|--------------|---------------|-----------------|-----------|------------|
|                        |                               |               |              | 2017          | 2018            | 2017      | 2018       |
| ARA                    | RüB ARA + RüB Gamprin         | 1180          | m3           | 507'796       | <b>406'216</b>  | 12        | <b>8</b>   |
|                        |                               |               | h            | 572           | <b>515</b>      |           |            |
| Verbandsanlagen        | RKB PW Brühlgraben, Bendern   | 75            | h            | 1'022         | <b>412</b>      | 22        | <b>15</b>  |
|                        | Düker, Bendern                |               |              |               |                 | 7         | <b>7</b>   |
|                        | RKB Brühlgasse, Eschen        | 158           | h            | 529           | <b>349</b>      | 12        | <b>11</b>  |
|                        | RKB Fluxbüchel, Eschen        | 33            | h            | 544           | <b>413</b>      | 9         | <b>9</b>   |
|                        | RKB Schwarzsträssle, Eschen   | 185           | h            | 639           | <b>398</b>      | 12        | <b>11</b>  |
|                        | RKB Nendeln, Nendeln          | 300           | h            | 72            | <b>149</b>      | 14        | <b>19</b>  |
|                        | RKB Untermahd, Mauren         | 40            | h            | 14            | <b>24</b>       | 0         | <b>0</b>   |
|                        | RKB Britschen, Mauren         | 335           | h            | 528           | <b>390</b>      | 18        | <b>13</b>  |
|                        | RKB Birken, Mauren            | 320           | h            | 499           | <b>384</b>      | 32        | <b>29</b>  |
|                        | PW + RKB Hinterschellenberg** | 75            | h            | 131           | <b>145</b>      | 32        | <b>21</b>  |
|                        | PW + RKB Widau, Ruggell       | 250           | h            | 799           | <b>515</b>      | 13        | <b>14</b>  |
|                        | PW Oberau, Ruggell            |               |              |               |                 | 42        | <b>46</b>  |
|                        | RKB Limsenegg, Ruggell        | 170           | h            | 106           | <b>140</b>      | 14        | <b>14</b>  |
|                        | Speicherkanal Badäl, Gamprin  | 140           | *h           | 22            | <b>4</b>        | 45        | <b>50</b>  |
|                        | RKB Rietacker, Schaan         | 575           | h            | 166           | <b>110</b>      | 15        | <b>17</b>  |
| Gemeindeanlagen        | RKB Langacker, Ruggell        | 287           | *h           | 7             | <b>&lt; 1</b>   | 6         | <b>8</b>   |
|                        | RKB Kirche, Ruggell           | 450           | *h           | 116           | <b>76</b>       | 28        | <b>30</b>  |
|                        | EPW Industrie Ruggell         |               | *h           | 4             | <b>&lt; 0.5</b> | 4         | <b>4</b>   |
|                        | PW Industrie, Mauren          |               |              |               |                 | 29        | <b>34</b>  |
|                        | PW Böscha, Mauren             |               |              |               |                 | 6         | <b>7</b>   |
|                        | PW Industrie, Eschen          |               |              |               |                 | 51        | <b>52</b>  |
|                        | PW Industrie, Nendeln         |               |              |               |                 | 48        | <b>51</b>  |
|                        | PW Säga-Mösle, Schellenberg   |               |              |               |                 | 6         | <b>11</b>  |
|                        | RKB Wiesengasse, Schaan       | 380           | *h           | < 0.5         | <b>&lt; 1</b>   | 7         | <b>9</b>   |
|                        | RKB St. Peter, Schaan         | 130           | h            | 85            | <b>30</b>       | 17        | <b>19</b>  |
|                        | RKB Zagalzel, Schaan          | 238           | h            | 200           | <b>148</b>      | 15        | <b>16</b>  |
|                        | RKB Saxgasse, Schaan          | 100           | h            | 50            | <b>31</b>       | 16        | <b>17</b>  |
| RKB Tröxle, Schaan     | 430                           | *h            | < 0.5        | <b>&lt; 1</b> | 6               | <b>4</b>  |            |
| RKB Specki, Schaan     | 865                           | h             | 130          | <b>89</b>     | 28              | <b>31</b> |            |
| PW altes Riet, Schaan  |                               |               |              |               | 51              | <b>47</b> |            |
| PW Binnenkanal, Schaan |                               |               |              |               | 48              | <b>49</b> |            |
|                        |                               |               |              |               | <b>Total</b>    | 665       | <b>673</b> |

\*h Entlastungspumpen, Total Betriebsstunden

\*\* Erfasst ab Juli 2017

## 5 Betriebsbericht und Betriebsdaten

### 5.1 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.

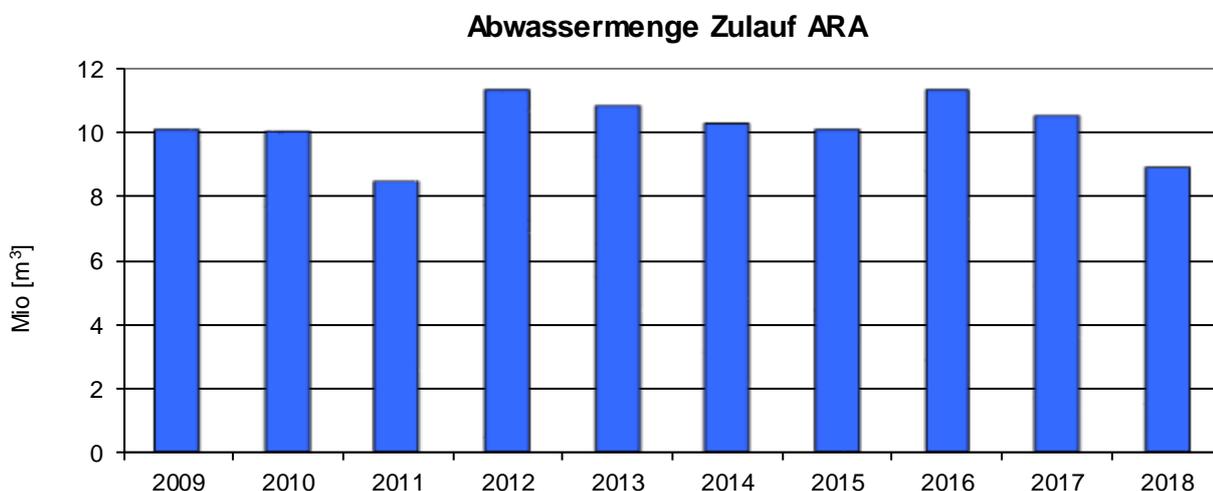
Die an identischen Proben bestimmten Analysenresultate des Kontrolllabors Dr. Matt AG und des ARA-Labors weichen nur innerhalb der Messgenauigkeit voneinander ab. Neben den 71 **Kontrolluntersuchungen** werden viele weitere Daten erfasst. Die Datenqualität ist hervorragend.

Im Berichtsjahr betrug die zugeleitete **Abwassermenge** 8.9 Mio m<sup>3</sup>. Die ausgeprägte Niederschlagsarmut und der tiefe Grundwasserspiegel führten gegenüber dem Vorjahr zu 15% weniger 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 7 Jahren ausgebaut werden. Die CSB-Frachten überschreiten bereits heute während 50% und die Phosphor-Frachten während 70% aller Zulaufmenge die **ARA Auslegung**. Beim Stickstoff sind es sogar 85% aller Zulaufmenge. Durch Optimierung der Steuerung und Investitionen in Messtechnik werden aber nach wie vor sehr gute Ablaufwerte im gereinigten Abwasser erreicht. Ein Ausbau der ARA drängt sich in naher Zukunft nicht auf.

Abwässer, welche in die Kanalisationen eingeleitet werden, müssen einen pH 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. Ende 2018 beschaffte sich das Amt für Umwelt zwei mobile online pH Sonden, um die Verursacher der Fehleinleitung zu eruieren.



Bezüglich der Belastungen fasst sich das Jahr 2018 wie folgt zusammen: viel weniger Wasser – höhere Zulauffrachten – weniger Schlammfall – höherer Gasanfall – weniger Stromverbrauch.

Im Juni 2018 baute die ARA ihre **Rechanlage inkl. Rechengutentwässerung** um. Sie ersetzte die zwei Grobrechen mit 17 mm Spaltabstand durch zwei Feinrechen mit 8 mm Spaltabstand. Bis Ende Jahr konnten dadurch betriebliche Verbesserungen, welche sich v.a. in der Frischschlamm-siebung und weiteren Schlammbehandlung zeigten, festgestellt werden.

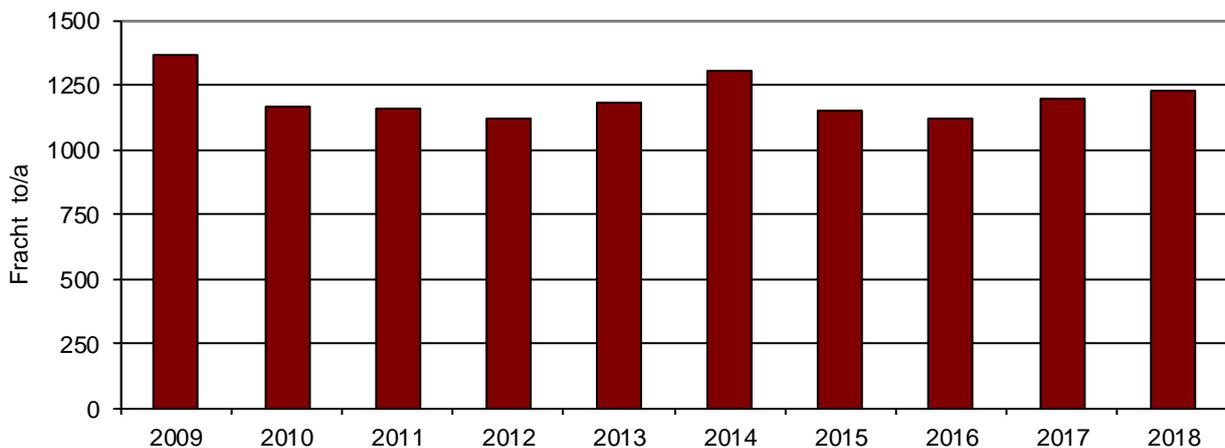
Die **Faulschlammfracht** 2018 ist mit dem Vorjahr vergleichbar und beträgt 1'236 to TS/a. Die Schlammfracht in der Vorklärung hat seit drei Jahren um 75% zugenommen. Der getrocknete Klärschlamm wird zu 99% in den Zementwerken der Holcim AG verbrannt und in den Zement eingebunden. 1% Granulat wird in der KVA Buchs verwertet. Der Abnahmevertrag mit der Holcim läuft am 31. Dezember 2019 aus. Eine Verlängerung ist in Aussicht gestellt.

Weil der **organische Trockensubstanzgehalt** im ausgefaulten Schlamm von Jahr zu Jahr laufend zunimmt, konnte unter anderem nur noch ein TS-Gehalt von 22-25% im entwässerten Schlamm erreicht werden. Derzeit kann der anfallende Schlamm noch entwässert und getrocknet werden. Stillstandszeiten können u.a. zur Revision genutzt werden. Geht der Trend der Entwässerungsleistung so weiter, werden in 5 Jahren noch TS Gehalte von ca. 20% erreicht.

Mit der Verbrennung von Klärschlamm gehen einerseits **Nährstoffe** wie das essentielle Phosphat, das nicht künstlich hergestellt werden kann, verloren, aber andererseits werden auch belastende Schwermetalle in den Zement eingebunden. Im Allgemeinen ist der Schlamm bezüglich **Schwermetalle** als unbedenklich einzustufen. Das Mittel der Schwermetallkonzentrationen liegt mit 34.5% der Grenzwerte im Bereich des langjährigen Mittels. Einzig das Schwermetall Molybdän liegt über dem Grenzwert. Molybdän ist ein Legierungselement der Metallbranche zur Steigerung von Festigkeit, Korrosions- und Hitzebeständigkeit.

Durch die stete Optimierung und den gezielten Umbau von Gerätschaften an den richtigen Stellen ist die ARA Bendorf für die nahe Zukunft bestens gerüstet. Es gilt, in den nächsten 2-3 Jahren die Schlammbehandlung in die richtige Richtung zu schleusen, was sich nicht zuletzt auch positiv auf den Energiehaushalt auswirkt. Die verschiedenen Investitionen werden, wie das Beispiel Erneuerung Rechanlage im 2018 zeigt, sich dann positiv in der betrieblichen Bilanz auswirken!

**Faulschlamm Abgabe und verwertet**



## 5.2 Einleitung

Der vorliegende **43. 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 12.2 oder den ARACOM Tabellen entnommen werden.

### 5.2.1 Kontrolle der Anlage

#### Kontrollen durch Betrieb ARA

Die Kontrolluntersuchungen durch das Labor der ARA Bendern werden regelmässig durchgeführt. Es liegen insgesamt 71 Tagesuntersuchungen vor. Diese sind auf die verschiedenen Wochentage verteilt.

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

Die «fehlenden» 2 Laborproben sind nicht auf Extremwetterlagen zurück zu führen, sondern:

- Mitte März erfolgte das PLS Update. In der Folge funktionierten die Probenehmer nicht mehr automatisch.
- Über Weihnachten wurde ein 6 Tagesrhythmus ausgeführt, um die Mitarbeiter an den Feiertagen zu entlasten.

Gemäss der BAFU Vollzugshilfe „Betrieb und Kontrolle Abwasserreinigungsanlagen“ von 2014 werden bei 71 Probenahmen 7 Abweichungen vom Grenzwert toleriert.

| Wochentag              | 2017          |      | 2018          |             |
|------------------------|---------------|------|---------------|-------------|
|                        | Anzahl Proben | %    | Anzahl Proben | %           |
| Montag                 | 10            | 14%  | <b>10</b>     | <b>14%</b>  |
| Dienstag               | 11            | 15%  | <b>10</b>     | <b>14%</b>  |
| Mittwoch               | 11            | 15%  | <b>10</b>     | <b>14%</b>  |
| Donnerstag             | 10            | 14%  | <b>12</b>     | <b>17%</b>  |
| Freitag                | 10            | 14%  | <b>10</b>     | <b>14%</b>  |
| Samstag                | 11            | 15%  | <b>9</b>      | <b>13%</b>  |
| Sonntag                | 10            | 14%  | <b>10</b>     | <b>14%</b>  |
| <b>Total</b>           | 73            | 100% | <b>71</b>     | <b>100%</b> |
| <b>Probenintervall</b> | 5.0           | Tage | <b>5.1</b>    | <b>Tage</b> |

Prozentangaben gerundet

### **Amtliche Kontrollen**

Das Amt für Umwelt veranlasst 4 weitergehende **Kontrollanalysen** (GUS, CSB, P<sub>tot</sub>, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, N<sub>tot</sub>). Die einzelnen Proben stammen von Rohwasser, von vorgeklärtem und gereinigtem Abwasser.

Je 1 Abwasseranalyse bzgl. NTA und EDTA wird im Auslauf der 3 Nachklärbecken entnommen. Der Klärschlamm wird anhand von 3 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. 5.5.6 ausgewertet. Die Analyser waren mehrheitlich das ganze Jahr verfügbar und lieferten plausible Resultate. Einzige Ausnahme: Aufgrund einer Geräteverschmutzung sind die GUS Werte im Oktober und November nicht aussagekräftig.

Neben den **71 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.

### **5.2.2 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.

So nahm die ARA u.a. den Faulraum 1 für 17 Tage zur Revision der Schlammrührwerke ausser Betrieb. Grossflächige harte Ablagerungen waren nicht feststellbar.

Für den Betrieb der Kläranlage sind im Jahr 2018 vor allem folgende „Ereignisse“ erwähnenswert:

- Das vergangene Jahr zeichnet sich durch eine ausgeprägte **Niederschlagsarmut** aus. Mit Ausnahme des Januars und Dezembers fehlen ein Grossteil der üblichen Niederschläge. Dies hat Auswirkungen auf den Grundwasserstand (siehe Diagramm Kap. 5.3.3), welcher in den Jahren 2017 und 2018 verhältnismässig tief und ohne ausgeprägtes Frühlingshoch ist. Das dadurch zum Teil fehlende Fremdwasser und die Niederschlagsverteilung tragen zu einer Abnahme der Abwassermenge von 15% gegenüber dem Vorjahr bei, weshalb auch deutlich weniger vorgereinigtes Abwasser entlastet werden musste.
- Starkniederschläge über mehrere Tage hinweg mit resultierenden Abwassermengen von mehr als 50'000 m<sup>3</sup> Abwasser pro Tag sind nur Ende Januar verzeichnet.
- 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.
- Die **Zulaufbelastung** zur ARA führt auch im 2018 zu einer Steigerung der Zulauffracht von ca. 5%. Dies wirkt sich vor allem beim Phosphor und Stickstoff aus. Die CSB Belastung erreichte in etwa die Frachten des Vorjahres.

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.

- Zu Testzwecken führte die ARA im Frühjahr 2017 die **Software Ritune** von Rittmeyer zur Kläranlagenoptimierung ein, welches auch im 2018 weiter betrieben wurde. Ritune ist dem Prozessleitsystem der ARA überlagert, wertet die Messdaten spezifisch aus und berechnet Prognosewerte. Optimiert wurden v.a. die Zugabe von Zentrat der Schlammmentwässerung, die Sauerstoff- und Druckluftgebläseregelung und die interne Rezirkulation. Bis heute sind die Einsparung an Energie und die Prozessoptimierungen relativ bescheiden. Der Betrieb ist jedoch deutlich stabiler und ausgeglichener geworden.
- Wenige Überschreitungen der **Ablaufkonzentrationen** von Nitrit und Gesamtstickstoff sind registriert. Die Ursache beim Nitrit liegt nicht wie in den Vorjahren primär bei sehr tiefen Abwassertemperaturen von 7°C, ausgelöst durch Schneeschmelze und Niederschläge. Sondern jeweils bei grossen Stickstoff-Belastungsschwankungen, welche beim Start einer Schlammmentwässerungsphase ausgelöst werden.

Die Rückläufe aus der Schlammmentwässerung an Stickstoff können bis zu 50% der Zulaufbelastung betragen. Bei Start einer Entwässerungsphase vergehen jeweils einige Tage, bis sich die Bakterienzusammensetzung an die veränderte Belastung gewöhnt hat. Ein langsames Hochfahren der Belastung ist praktisch nicht möglich, weil der Zentratpuffer nur für ca. 1.5 Tage reicht. Allenfalls ist zu prüfen, ob das Zentrat auf die Biologie 3+4 bzw. 1+2 anders verteilt werden kann oder ob «altes» Zentrat aus der letzten Entwässerungsphase zur leichten Vorbelastung benutzt werden kann.

- 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 2018 regelmässig Werte, welche ausserhalb dieser Bandbreite liegen. Die Spitzen sind am PLS gut nachvollziehbar und erstrecken sich über wenige Minuten bis ca. 2 Stunden. Wenige dieser Ausschläge sind so tief bzw. so hoch, dass automatisch ein Havariefall ausgelöst und der Zulauf ins Havariebecken entlastet wird.

Ende 2018 beschaffte sich das Amt für Umwelt 2 mobile pH Sonden, welche die ARA im 2019 im Kanalnetz platziert. Durch die Übertragung der online Messwerte auf das PLS der ARA wird erwartet, dass die Verursacher der Fehleinleitungen rasch eruiert werden können.

- 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 2018 bei 24% TS. Vor 5 Jahren wurden im Mittel noch TS Gehalte von 27% erreicht. Dadurch erhöht sich der energetische Aufwand der Schlammbehandlung.

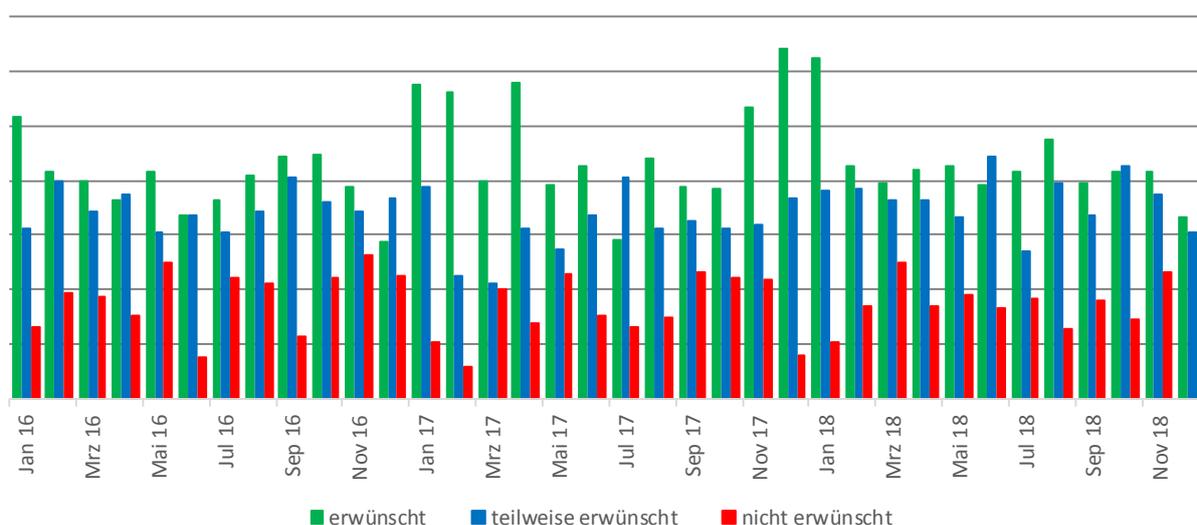
Derzeit kann der anfallende Schlamm noch entwässert und getrocknet werden. Stillstandszeiten können u.a. zur Revision der Anlagen genutzt werden. Die Anlagen selbst sind gut gewartet, haben aber bereits ein Alter von 15 Jahren. Geht der Trend der Entwässerungsleistung so weiter, werden in 5 Jahren noch TS Gehalte von ca. 20% erreicht. Ein Versuch zur Steigerung des Abbaus der organischen Schlammfracht durch die Beheizung des Faulraums 2 auf 37 °C brachte vor 2 Jahren kaum eine Verbesserung. Wie weiter also mit der Schlammmentwässerung? Die nächsten 2-3 Jahre sollten genutzt werden, um die weitergehende Schlammbehandlung für die Zukunft in die richtige Richtung zu lenken.

- Im Juni 2018 baute die ARA ihre **Rechenanlage inkl. Rechengutentwässerung** um. Sie ersetzte die zwei Grobrechen mit 17 mm Spaltabstand durch zwei Feinrechen mit 8 mm Spaltabstand. Bis Ende Jahr konnten dadurch betriebliche Verbesserungen, welche sich v.a. in der Frischschlammsiebung und weiteren Schlammbehandlung zeigten, festgestellt werden.
- **Schwimmschlamm** trat in der Biologie 1+2 in den Sommermonaten 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 2018 wie folgt zusammengefasst werden: viel weniger Wasser – höhere Zulauffrachten – weniger Schlammanfall – höherer Gasanfall – weniger Stromverbrauch.

Seit ein paar Jahren untersucht die ARA Bendern 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



## 5.3 Belastungen im Zulauf

### 5.3.1 Abwassermengen

| Parameter                                   | Einheit            | 2017   | 2018          | Auslegung                   |
|---|--------------------|--------|---------------|-----------------------------|
| Rohabwasser-Zulauf                          |                    |        |               |                             |
| inkl. Entlastungen                          | m <sup>3</sup> /d  | 28'804 | <b>24'455</b> |                             |
| Entlastung (teilgereinigt)                  |                    |        |               |                             |
| In den Vorfluter <b>an Entlastungstagen</b> | m <sup>3</sup> /d  | 5'402  | <b>4'669</b>  |                             |
| In den Vorfluter im <b>Jahresmittel</b>     | m <sup>3</sup> /d  | 1'391  | <b>1'113</b>  |                             |
|   | %                  | 4.8    | <b>4.6</b>    |                             |
| Rohabwasser durch ARA - Vorklärung          | m <sup>3</sup> /d  | 27'413 | <b>23'342</b> |                             |
|   | %                  | 95.2   | <b>95.4</b>   |                             |
| Einwohner-Gleichwert hydraulisch            | EGW <sub>H</sub> * | 60'917 | <b>51'871</b> | 75'000 Max<br>69'300 Mittel |
| Abwasser, vorgeklärt durch Biologie         | m <sup>3</sup> /d  | 26'864 | <b>22'851</b> | 24'300 TWA<br>47'300 RWA    |
| Teilentlastung in Vorfluter Binnenkanal     |                    |        |               |                             |
| <b>Zulauf Hebewerk</b>                      |                    |        |               |                             |
| Häufigkeit                                  | Anz/a              | 1      | <b>1</b>      |                             |
| Dauer                                       | h/a                | 0.25   | <b>0.02</b>   |                             |
| <b>ARA Auslauf</b>                          |                    |        |               |                             |
| Häufigkeit                                  | Anz/a              | 61     | <b>50</b>     |                             |
| Dauer                                       | h/a                | 262    | <b>172</b>    |                             |

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

Bezüglich der Jahresniederschlagssumme bei der Messstation Vaduz (SMA) ist das Jahr 2018 mit ca. 860 mm **Niederschlag** als sehr trocken zu bezeichnen. Das langjährige Jahresmittel liegt bei ca. 1000 mm/a. Die wenigen Niederschläge sind vor allem in den Monaten Januar und Dezember gefallen.

Beim **Rohabwasserzulauf** handelt es sich aus messtechnischen Gründen um einen errechneten, approximativen Wert (Summe des entlasteten und des biologisch gereinigten Abwassers). Dieser liegt um 15% tiefer als der Vorjahreswert.

Das teilgereinigte entlastete Regenwasser (Entlastung aus dem Regenbecken) mit einem Anteil von 4.6% am Gesamtzulauf ist tiefer als im Vorjahr. Im Verhältnis zu den gefallenen Niederschlägen und deren Verteilung ist die Menge des entlasteten Regenwassers eher hoch. Für das Betriebsjahr 2019 empfehlen wir zu untersuchen, ob 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 2018 leitete die ARA an total 172 Stunden gereinigtes Abwasser in den Binnenkanal (Hochwasserklappe im Auslauf Rhein aufgrund des Wasserstandes teilweise geschlossen). Im ebenfalls sehr trockenen Jahr 2011 waren es nur 102 Stunden.

Beim Zulaufhebwerk gibt es ebenfalls eine Entlastungsmöglichkeit für Rohabwasser. Diese wurde im 2018 nur einmal während 1 Minute benutzt und entlastete einen Teil des zufließenden Abwassers. Ausgelöst wurde dies durch ein Softwareupdate der Steuerung.

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 Rechengutwäsche sowie -presse leisten für den weiteren Betrieb der ARA gute Dienste.



Ersatz der Schneckenpumpen 3+4 im Pumpwerk Brühlgraben

### 5.3.2 Stofffrachten

| Parameter                         |             | Einheit                | 2017    | 2018           | Auslegung<br>(vorgeklärt)     |
|-----------------------------------|-------------|------------------------|---------|----------------|-------------------------------|
| CSB:                              | Rohabwasser | kg/d                   | 14'179  | <b>13'760</b>  | 10'750 Max<br>8'250 Mittel    |
|                                   | vorgeklärt  | kg/d                   | 8'362   | <b>7'998</b>   |                               |
| Einwohner-Gleichwert* biologisch: | Rohabwasser | EGW <sub>Bio</sub> **  | 118'158 | <b>114'667</b> | 132'250 Max<br>104'000 Mittel |
|                                   | vorgeklärt  | EGW <sub>Bio</sub> *** | 104'525 | <b>99'975</b>  |                               |
| Gesamtphosphor:                   | Rohabwasser | kg/d                   | 141     | <b>146</b>     | 147 Max<br>138 Mittel         |
|                                   | vorgeklärt  | kg/d                   | 144     | <b>152</b>     |                               |
| Gesamtstickstoff:                 | Rohabwasser | kg/d                   | 745     | <b>743</b>     | 632 Max<br>624 Mittel         |
|                                   | vorgeklärt  | kg/d                   | 804     | <b>809</b>     |                               |
| Ammonium:                         | Rohabwasser | kg/d                   | 368     | <b>391</b>     | 359 Mittel                    |
|                                   | vorgeklärt  | kg/d                   | 541     | <b>557</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 im 2018 zu einer leichten Steigerung der Zulaufkraft. Deutlich zeigt sich dies beim Ammonium, 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 Schlammmentwässerung wieder in Betrieb genommen wird, führen die dosiert zugeleiteten Rückläufe zu erhöhten Ablaufkonzentrationen im Ablauf der Nachklärung. In seltenen Fällen wird der Grenzwert überschritten. Es vergehen dann jeweils einige Tage, bis sich die Bakterienzusammensetzung an die veränderte Belastung gewöhnt haben.

Die ARA wurde auf den Zeithorizont 2025 ausgelegt. Das heisst, theoretisch müsste die ARA in 7 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 50% aller Zulaufstage, beim Phosphor werden etwa 70% überschritten, beim Stickstoff sind es sogar 85% aller Zulaufstage.

| Parameter | Überschreitung %<br>aller Labortage |           |
|-----------|-------------------------------------|-----------|
|           | 2017                                | 2018      |
| CSB       | 57                                  | <b>48</b> |
| NH4-N     | 87                                  | <b>84</b> |
| Ntot      | 80                                  | <b>85</b> |
| Ptot      | 60                                  | <b>72</b> |

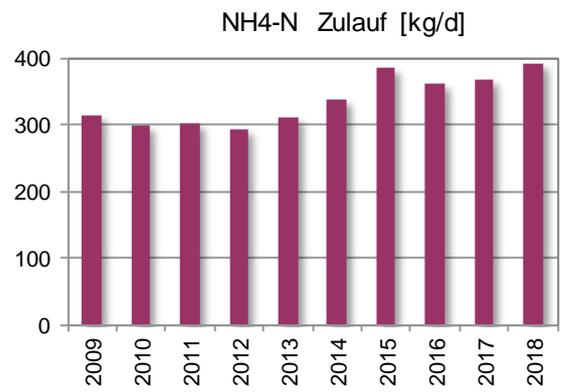
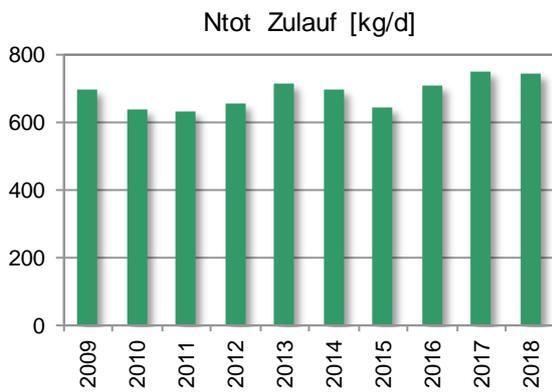
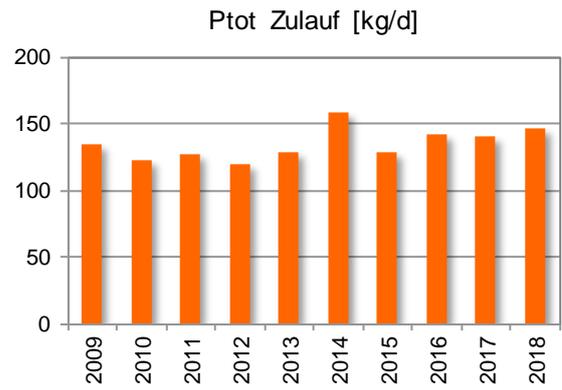
Obwohl im Jahresmittel rechnerisch fast keine Reserven mehr vorhanden sind, werden nach wie vor sehr gute Ablaufkonzentrationen und Reinigungseffekte erreicht. Es zeigt sich, dass das Belebtschlammverfahren mit der heutigen Optimierungspraxis der zusätzlichen Messsonden und Steuerung der Biologie für Reserven sorgt. Ein Ausbau der ARA drängt sich somit in naher Zukunft nach wie vor nicht auf.

Das Nährstoffverhältnis im Ablauf Vorklärung der Zulaufkonzentrationen CSB:N:P war im Mittel mit 100 : 5.7 : 1.1 für das Bakterienwachstum optimal und ausgeglichen. Auch sind keine Veränderungen zu den Vorjahren erkennbar.

Schwimmschlamm trat in der Wasserstrasse vor allem in den Sommermonaten 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 bekämpft werden. Wir empfehlen zu prüfen, ob die Schwimmschlammräumung technisch automatisiert werden kann.



### 5.3.3 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.

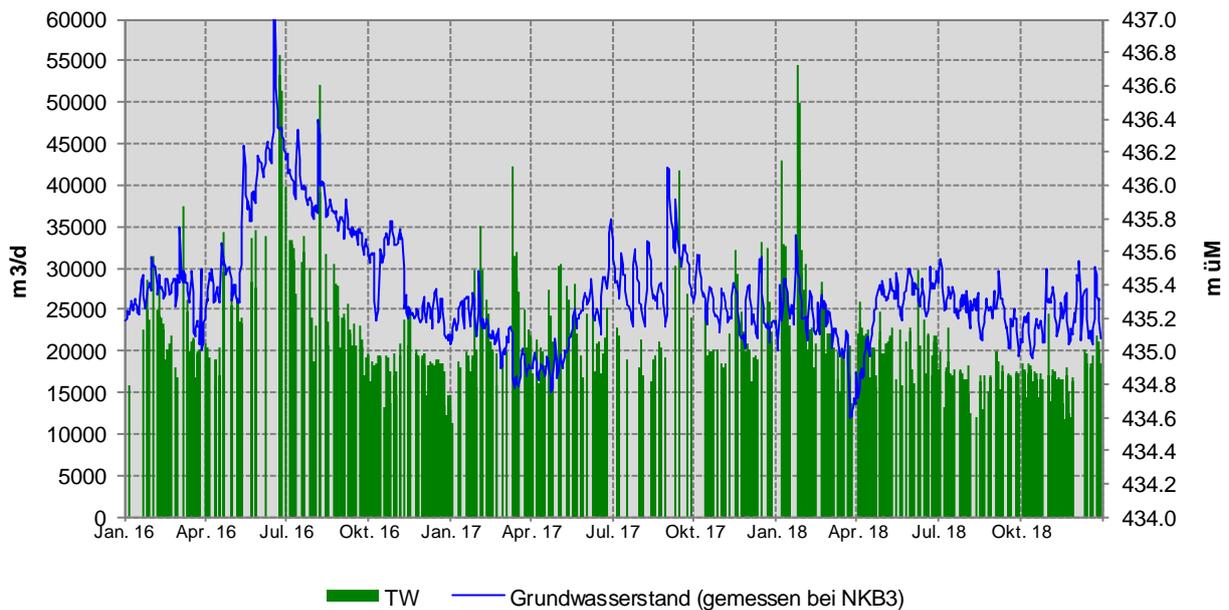
Eine 3-jährige Auswertung des Zuflusses zur Kläranlage an allen Trockentagen (ohne Tage mit Niederschlag und Folgetage) zeigt, dass der Zufluss an Tagen mit hohem Grundwasserspiegel deutlich grösser ist, als bei niedrigem Grundwasserspiegel.

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.

Der Abwasserzweckverband der Gemeinden Liechtensteins veranlasste im 2017 eine Wiederholungsmessung der Fremdwassermengen. Ein Vergleich mit den erhobenen Fremdwasserwerten der Vorjahre zeigt, dass der landesweite Fremdwasseranteil langsam sinkt.

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.

## 5.4 Behandelte Abwassermenge und entzogene Stofffrachten

| Parameter   | Einheit              | 2017   | 2018          |
|---|----------------------|--------|---------------|
| <b>Abwassermenge Zulauf ARA, inkl. Entlastungen</b> | Mio m <sup>3</sup>   | 10.51  | <b>8.93</b>   |
| <b>Abwassermenge durch Biologie</b>                 | Mio m <sup>3</sup>   | 9.81   | <b>8.34</b>   |
| <b>Entzogene Stofffrachten</b>                      |                      |        |               |
| Frischschlamm Volumen                               | m <sup>3</sup>       | 88'468 | <b>92'217</b> |
| Frischschlamm Trockensubstanz                       | t                    | 2'948  | <b>2'871</b>  |
| CSB (Schmutzstoffe)                                 | Zulauf - Ablauf<br>t | 4'748  | <b>4'611</b>  |
| Phosphor (P)  | Zulauf - Ablauf<br>t | 46.7   | <b>48.8</b>   |
| Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)                       | Zulauf - Ablauf<br>t | 125.6  | <b>133.9</b>  |
| Stickstoff (Ntot)                                   | Zulauf - Ablauf<br>t | 192    | <b>189</b>    |
| Rechengut   | t                    | 128    | <b>189</b>    |
| Sand  | m <sup>3</sup>       | 29     | <b>24</b>     |

Der Gesamt-Zulauf zur ARA inkl. Regenwasser verkleinert sich zum Vorjahr um 15%. Der mittlere Zufluss an Trockentagen liegt im Jahr 2018 mit ca. 20'500 m<sup>3</sup>/d klar unter der hydraulischen Auslegungsgrosse der ARA für 2025. Die Auslegung des Trockenwetteranfalls beträgt 24'300 m<sup>3</sup>/d. Die tiefe Abwassermenge wird durch 228 Trockentage gestützt.

Die entzogene Stofffracht hängt von der Zulauffracht ab. Die Grösse der Rohabwassermenge spielt dabei eine untergeordnete Rolle. Im 2018 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.

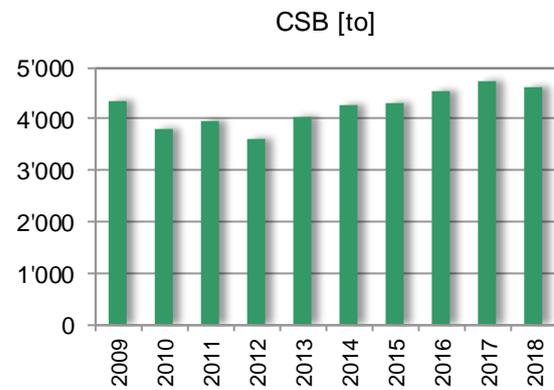
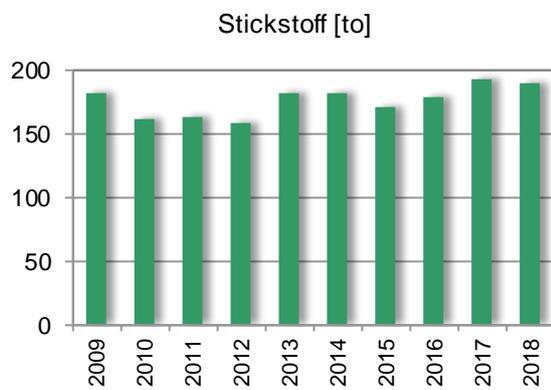
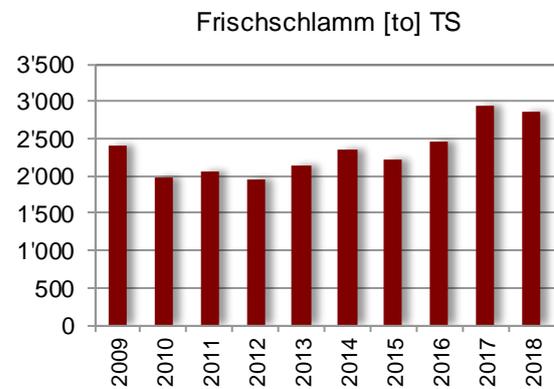
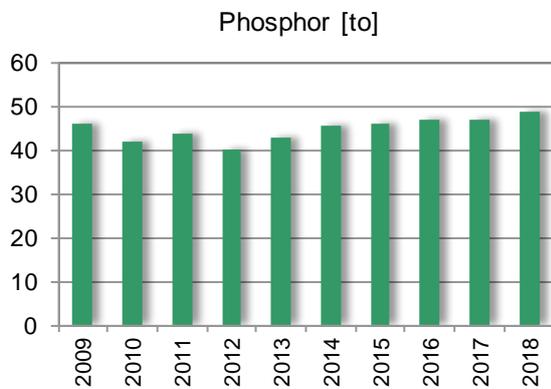
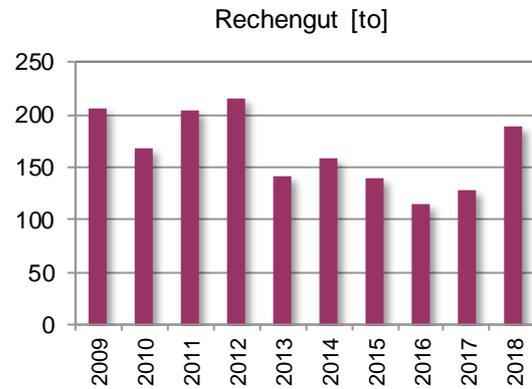
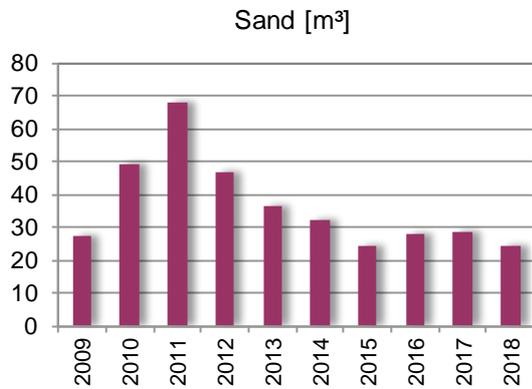
Bei der Sandmenge ist seit längerer Zeit eine Normalisierung zu verzeichnen. Eine Differenz von ±10 m<sup>3</sup> von einem Jahr zum anderen kann aus logistischen Gründen zustande kommen. Die Sandmenge 2018 ist so tief wie vor 10 Jahren.

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 nun mehr Rechengut aus dem Zulauf entfernt, gehen wir aufgrund der ersten Betriebserfahrung davon aus, dass sich künftig die Rechengutmenge nicht markant erhöht. Mit der neuen Waschpresse kann der Wassergehalt im entsorgten Rechengut stärker reduziert werden.



Impressionen von der Rechenerneuerung

**5.4.1 10-Jahres Diagramm entzogene Stofffrachten**



## 5.5 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 Bendorf 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, LGBI. 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 71 Proben innerhalb eines Jahres bei maximal 7 Proben überschritten werden.

### 5.5.1 Konzentrationen

Die Bedeutung der einzelnen Parameter kann unter Kapitel 13 „Begriffserklärungen“ nachgesehen werden.

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

| Parameter          | Einheit | 2017       | 2018         |                                       |                                       | Grenzwerte |            |
|--------------------|---------|------------|--------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------|------------|
|                    |         |            | Mittelwert   | Mittelwert                            | Überschreitung Grenzwert [Anzahl] *** | Höchstwert | Grenzwert  |
| NKB 1 - 3          |         | Mittelwert | Mittelwert   | Überschreitung Grenzwert [Anzahl] *** | Höchstwert                            | Grenzwert  | Höchstwert |
| Sichttiefe**       | cm      | 141        | <b>153</b>   | <b>0</b>                              | <b>103</b>                            | ≥ 50       |            |
| GUS                | mg/l    | 6.7        | <b>5.9</b>   | <b>0</b>                              | <b>10.9</b>                           | ≤ 15       | 50         |
| CSB                | mg/l    | 20.3       | <b>19.4</b>  | <b>0</b>                              | <b>25.0</b>                           | ≤ 60       | 150        |
| Gesamt-P           | mg/l    | 0.24       | <b>0.23</b>  | <b>0</b>                              | <b>0.41</b>                           | ≤ 0.5      | 0.8        |
| NH <sub>4</sub> -N | mg/l    | 0.31       | <b>0.28</b>  | <b>0</b>                              | <b>1.49</b>                           | ≤ 2.0      |            |
| NO <sub>2</sub> -N | mg/l    | 0.13       | <b>0.10</b>  | <b>4</b>                              | <b>0.56</b>                           | ≤ 0.3      |            |
| NO <sub>3</sub> -N | mg/l    | 5.6        | <b>6.7</b>   | -                                     | <b>14.8</b>                           | mögl. tief |            |
| Gesamt-N           | mg/l    | 7.1        | <b>8.4</b>   | <b>1</b>                              | <b>15.1</b>                           | ≤ 15       |            |
| NTA *              | mg/l    | 0.015      | <b>0.001</b> |                                       |                                       | --         |            |
| EDTA *             | mg/l    | 0.023      | <b>0.023</b> |                                       |                                       | verboten   |            |

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

\*\* Höchstwert entspricht kleinster gemessener Sichttiefe

\*\*\* Bei den total 71 Probenahmen dürfen maximal 7 Proben vom Grenzwerte abweichen

Die Sichttiefe ist im Jahr 2018 viel grösser als vorgeschrieben und auch der **GUS** Wert kann problemlos eingehalten werden.

Die **Schlammindices** für die Biologie 3+4 werden durchgehend in einer Bandbreite registriert, wie sie anlässlich der Auslegung der Biologie angenommen wurden. Nur für die Biologie 1+2 werden vor allem im Sommer und Winter sehr hohe Werte bis 220 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.

Wenige Überschreitungen der **Ablaufkonzentrationen** von Nitrit sind registriert. Die Ursache liegt bei grossen Stickstoff-Belastungsschwankungen, welche beim Start einer Schlammmentwässerungsphase ausgelöst werden. Es vergehen dann jeweils einige Tage, bis sich die Bakterienzusammensetzung an die veränderte Belastung gewöhnt haben.

Ein langsames Hochfahren der Belastung ist praktisch nicht möglich, weil der Zentratpuffer nur für ca. 1.5 Tage reicht. Allenfalls ist zu prüfen, ob das Zentrat auf die Biologie 3+4 bzw. 1+2 anders verteilt werden kann oder ob «altes» Zentrat aus der letzten Entwässerungsphase zur leichten Vorbelastung benutzt werden kann.

Die Anforderungen an die Denitrifikation konnten optimal erfüllt werden.

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

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

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

**Mikroverunreinigungen** aus Medikamenten und Chemikalien belasten unsere Gewässer, da sie bei der Abwasserreinigung bestenfalls nur teilweise entfernt werden. Derzeit ist auf der ARA Bendern 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: Arzneimittel, Röntgenkontrastmittel, Biozide und Pestizide, Flammschutzmittel, Korrosionsschutzmittel, Tenside, Weichmacher, Substanzen mit hormoneller Wirkung und weitere Chemikalien (künstliche Süsstoffe, Additive, etc.).

An dieser Messkampagne durfte auch die ARA Bendern teilnehmen. Ein Vergleich mit anderen ARA's zeigt, dass einzelne Werte erhöht sind. 2 Stoffe überschreiten die Vergleichswerte deutlich. Erhöht sind Stoffe, welche aus den Bereichen Biozide und Herbizide, aus Flammschutzmittel, aus der Gummi- und Metallverarbeitung, aus Hormonpräparaten, aus Herzkreislaufmedikamenten und aus Schmerzmitteln stammen. Deutlich überschritten sind Stoffe aus einem speziell verschreibungspflichtigem Antibiotikum und aus einem Schmerzmittel.

Im 2017 liess die ARA das Abwasser hinsichtlich der beiden Arzneimittel Irbesartan und Paracetamol (Schmerzmittel) untersuchen. Dabei wurden die erwarteten hohen Zulauffrachten bestätigt. Im 2018 erfolgte keine erneute Überprüfung.

### 5.5.2 Betriebsdaten (Diagramme)

Im Anhang Kap. 12.1 „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 71 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 60-90% liegen. Der Mittelwert beträgt 72% (Vorjahr: 71-73%).

Je nach Stickstoffbelastung hat die Biologie mehr oder weniger Kapazität zur Denitrifikation, weshalb die Reinigungseffekte zum Teil stark schwanken. Der Jahressollwert >55% wurde problemlos erreicht.

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

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

| Parameter                                      | Einheit | 13. März | 11. Juni | 9. Sep. | 13. Dez. | arith. Mittel |
|--|---------|----------|----------|---------|----------|---------------|
| Ungelöste Stoffe ( <b>GUS</b> )                | mg/l    | 6.5      | 7.0      | 6.0     | 2.5      | <b>5.5</b>    |
| ARA-Labor                                      | mg/l    | 4.5      | 4.5      | 5.3     | 6.0      | <b>5.1</b>    |
| Chem. Sauerstoffbedarf ( <b>CSB</b> )          | mg/l    | 20.2     | 17.3     | 16.2    | 21.0     | <b>18.7</b>   |
| ARA-Labor                                      | mg/l    | 22.2     | 20.0     | 15.4    | 19.4     | <b>19.2</b>   |
| Gesamtphosphor ( <b>Ges.-P</b> )               | mg/l    | 0.13     | 0.19     | 0.18    | 0.08     | <b>0.15</b>   |
| ARA-Labor                                      | mg/l    | 0.21     | 0.21     | 0.13    | 0.17     | <b>0.18</b>   |
| Ammoniumstickstoff ( <b>NH<sub>4</sub>-N</b> ) | mg/l    | 0.05     | 0.32     | 0.08    | 0.07     | <b>0.13</b>   |
| ARA-Labor                                      | mg/l    | 0.03     | 0.27     | 0.06    | 0.08     | <b>0.11</b>   |
| Nitritstickstoff ( <b>NO<sub>2</sub>-N</b> )   | mg/l    | 0.02     | 0.12     | 0.07    | 0.52     | <b>0.18</b>   |
| ARA-Labor                                      | mg/l    | 0.03     | 0.13     | 0.02    | 0.56     | <b>0.18</b>   |
| Nitratstickstoff ( <b>NO<sub>3</sub>-N</b> )   | mg/l    | 6.2      | 10.9     | 4.0     | 7.7      | <b>7.2</b>    |
| ARA-Labor                                      | mg/l    | 6.2      | 10.3     | 4.4     | 8.0      | <b>7.2</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 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 2018 sind repräsentativ.

### 5.5.4 Abbauleistung

Die Bedeutung der einzelnen Parameter kann unter Kapitel 13 „Begriffserklärungen“ nachgesehen werden.

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

| Parameter                               | Einheit | 2017 | 2018        |            |                                     | Grenzwerte |
|---|---------|------|-------------|------------|-------------------------------------|------------|
|   |         |      | Mittelwert  | Mittelwert | Grenzwert Überschreitung [Anzahl] * |            |
| <b>Zulauf ARA-Ablauf NKB**</b>          |         |      |             |            |                                     |            |
| CSB                                     | %       | 95.6 | <b>96.3</b> | --         | <b>90.6</b>                         | --         |
| Gesamt-P                                | %       | 94.5 | <b>95.9</b> | <b>0</b>   | <b>86.8</b>                         | ≥ 80       |
| Gesamt-N                                | %       | 73.3 | <b>72.1</b> | <b>5</b>   | <b>-24.9</b>                        | ≥ 55       |
| NH <sub>4</sub> -N bezogen auf Gesamt-N | %       | 97.3 | <b>97.8</b> | <b>0</b>   | <b>85.3</b>                         | ≥ 85       |

\* Bei den total 71 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 2018 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 2018 heisst dies: Gesamt P-96.2%, Gesamt-N 75.9% und NH<sub>4</sub>-N 98.5%.

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

Weitere Erläuterungen zur Reinigungsleistung können unter dem Kapitel 5.5.1 Konzentrationen nachgelesen werden.

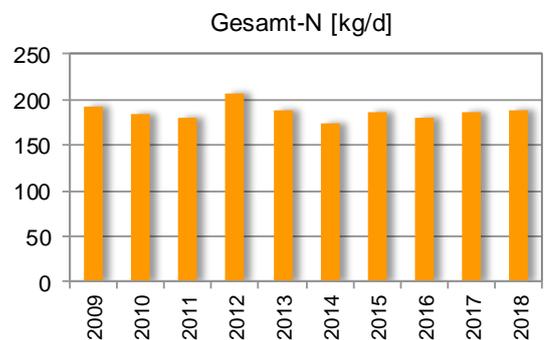
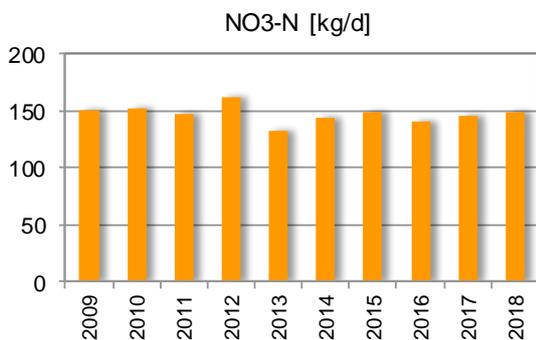
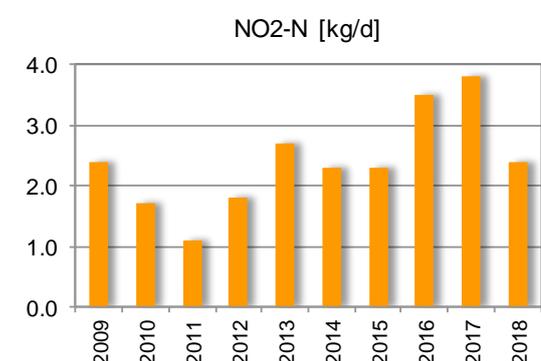
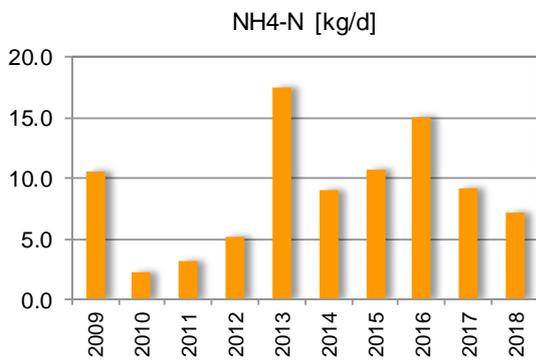
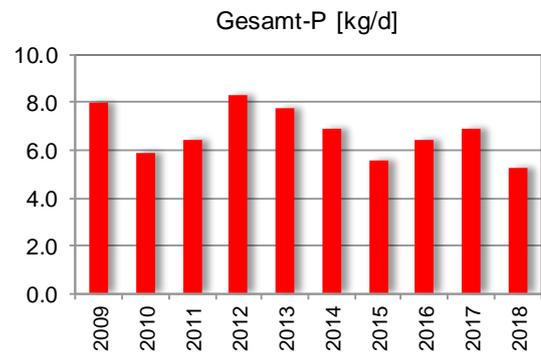
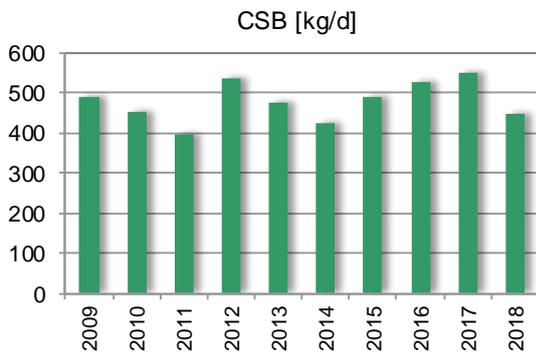
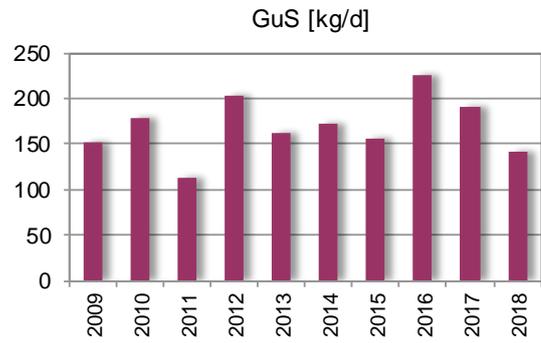
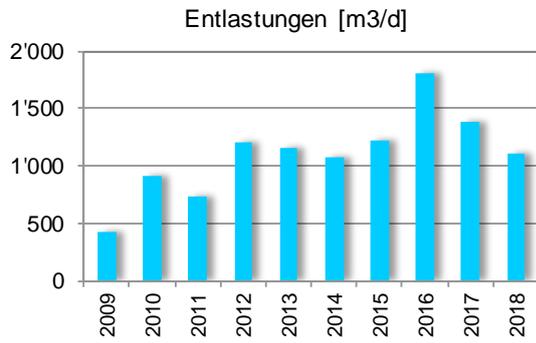
### 5.5.5 Restfrachten (an Labortagen)

| Parameter   | Einheit | 2016    | 2017    | 2018           | Differenz |       |
|---|---------|---------|---------|----------------|-----------|-------|
|   |         |         |         |                | kg/d      | %     |
| <b>Niederschlag</b><br>Jahresmenge                          | mm/a    | 1'069   | 1'060   | <b>860</b>     |           | -18.9 |
| <b>Entlastungen</b><br>Menge Jahresmittel                   | m3/d    | 1'804   | 1'391   | <b>1'113</b>   |           |       |
| Menge Total   | m3      | 658'462 | 507'796 | <b>406'216</b> |           | -20.0 |
| Dauer Total   | h       | 797     | 572     | <b>515</b>     |           | -10.0 |
| <b>Ungelöste Stoffe (GUS)</b><br>Auslauf NKB                | kg/d    | 225     | 190     | <b>141</b>     | -49       | -25.8 |
| <b>Chem. Sauerstoffbedarf (CSB)</b><br>Auslauf NKB          | kg/d    | 525     | 550     | <b>447</b>     | -103      | -18.7 |
| <b>Gesamtphosphor (Ges.-P)</b><br>Auslauf NKB               | kg/d    | 6.4     | 6.9     | <b>5.3</b>     | -1.6      | -23.2 |
| <b>Ammoniumstickstoff (NH<sub>4</sub>-N)</b><br>Auslauf NKB | kg/d    | 15.0    | 9.1     | <b>7.2</b>     | -1.9      | -20.9 |
| <b>Nitritstickstoff (NO<sub>2</sub>-N)</b>                  | kg/d    | 3.5     | 3.8     | <b>2.4</b>     | -1.4      | -36.8 |
| <b>Nitratstickstoff (NO<sub>3</sub>-N)</b>                  | kg/d    | 141     | 145     | <b>149</b>     | 4         | 2.8   |
| <b>Gesamtstickstoff (Ges.-N)</b><br>Auslauf NKB             | kg/d    | 180     | 186     | <b>189</b>     | 3         | 1.6   |

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

Die Regenwasser Entlastung sind etwas tiefer als im Vorjahr. Im Verhältnis zu den gefallen Niederschlägen und deren Verteilung ist die Menge des entlasteten Regenwassers und die Entlastungszeit eher hoch. Für das Betriebsjahr 2019 empfehlen wir zu untersuchen, ob 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.



### 5.5.6 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 mehrheitlich das ganze Jahr verfügbar und lieferten plausible Resultate. Einzige Ausnahme: Aufgrund einer Geräteverschmutzung sind die GUS Werte im Oktober und November nicht aussagekräftig.

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.

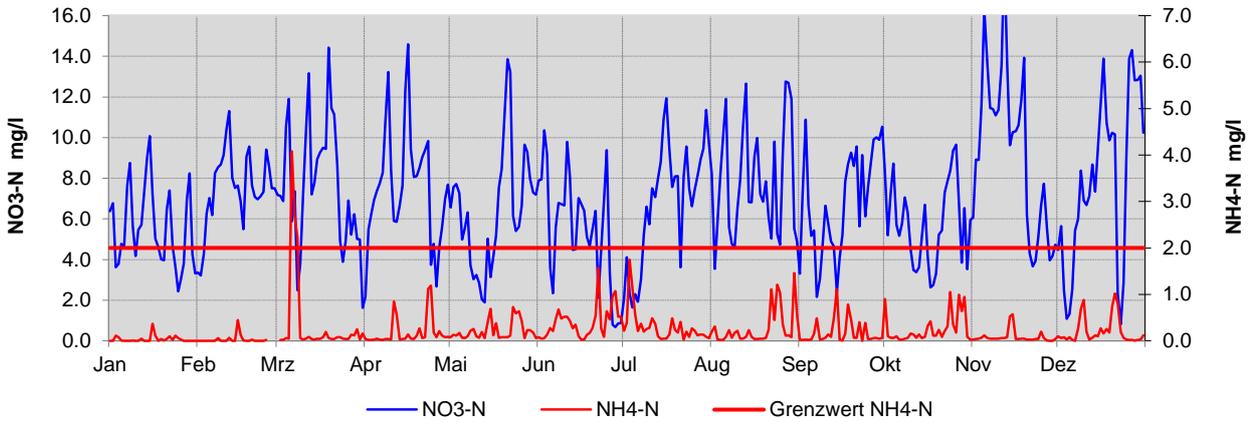
Betrachtet man die nachfolgenden Diagramme, so werden in der Regel gute Ablaufwerte erreicht.

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.

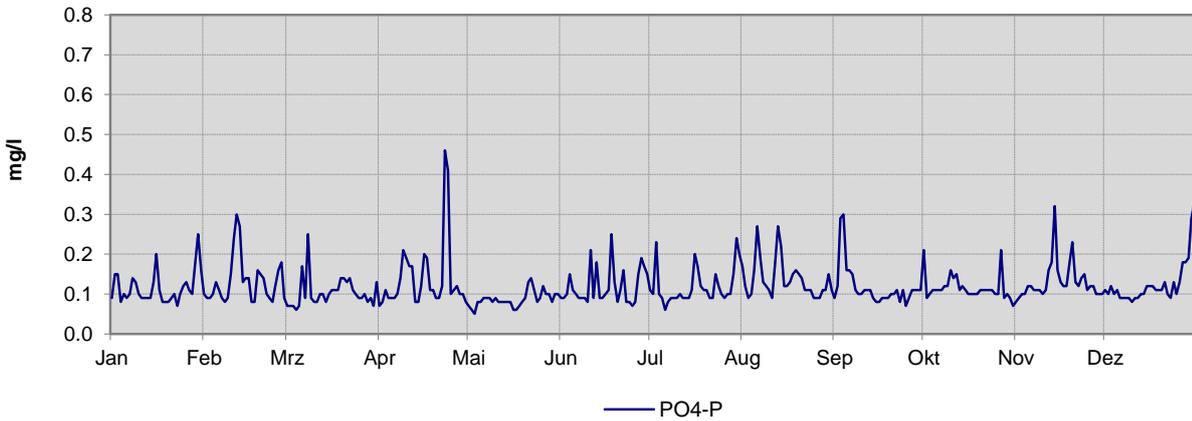
Überprüfungen mit Laborwerten zeigen, dass die einzelnen Parameter in der Regel recht gut übereinstimmen.

| <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>0.03</b>  | <b>4.88</b>  | <b>5.20</b>  |
| Mittelwert              | <b>0.12</b>  | <b>0.21</b>  | <b>7.04</b>  | <b>7.02</b>  |
| Median                  | <b>0.10</b>  | <b>0.08</b>  | <b>6.94</b>  | <b>5.90</b>  |
| 90% Quantil             | <b>0.18</b>  | <b>0.22</b>  | <b>11.12</b> | <b>11.62</b> |

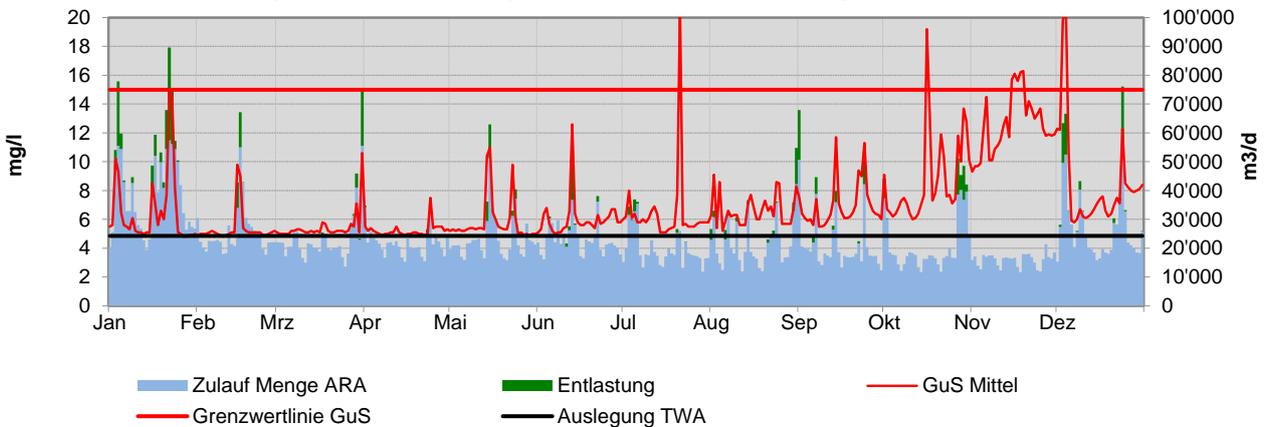
**Einleitung Rhein: Online Tagesmittelwerte NO<sub>3</sub>-N und NH<sub>4</sub>-N**



**Einleitung Rhein: Online Tagesmittelwerte PO<sub>4</sub>-P**



**Einleitung Rhein: Online Tagesmittelwerte Gesamte ungelöste Stoffe (GuS)**



## 5.6 Phosphat Simultanfällung

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

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

| Parameter                      | Einheit           | 2017 | 2018        |
|--------------------------------|-------------------|------|-------------|
| Fällmittelmenge                | l/d               | 774  | <b>924</b>  |
| Spez. Fällmittelmenge pro kg P | Mol ME/mol P-elim | 0.77 | <b>0.89</b> |

Im Jahr 2018 dosierte die ARA im Mittel 20% mehr Fällmittel dem Abwasser zu, als im Vorjahr. Dies obwohl die Phosphor Zulaufkonzentration praktisch konstant geblieben ist. Die Ursache liegt teilweise in der Bekämpfung von Schwimmschlamm.

## 5.7 Belebtschlammeigenschaften

| Parameter              | Einheit    | 2017 | 2018        |
|------------------------|------------|------|-------------|
| Schlammkonzentrationen | g/l        | 3.78 | <b>3.88</b> |
| Schlammindex           | ml/g       | 143  | <b>154</b>  |
| CSB - Schlammbelastung | kg/kg TS*d | 0.17 | <b>0.17</b> |

Die Schlammindizes für die Biologie 3+4 werden durchgehend in einer Bandbreite registriert, wie sie anlässlich der Auslegung Biologie angenommen wurden. Nur für die Biologie 1+2 werden vor allem im Sommer und Winter sehr hohe Werte bis 220 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 2018 mit 4.5 g/l gefahren. Für die Biologie 1+2 waren nur 3.2 g/l möglich. Eine höhere Schlammkonzentration führt hier zu zusätzlichem Schwimmschlamm.

Durch einen automatischen Abzug von Schwimmschlamm bei den NKBs 1+2 könnte u.U. die Schlammkonzentration erhöht werden, womit der Puffer bei Zulaufbelastungsstößen verbessert werden könnte.

## 5.8 Klärschlamm

### 5.8.1 Überschussschlamm

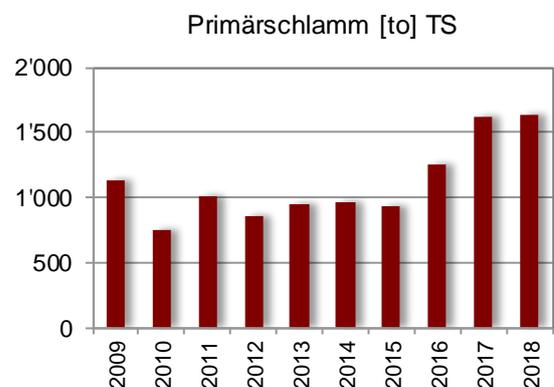
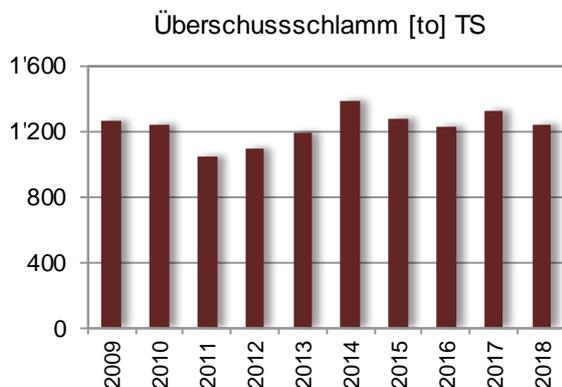
| Parameter               | Einheit           | 2017    | 2018           |
|-------------------------|-------------------|---------|----------------|
| Überschussschlamm       | m <sup>3</sup> /a | 193'084 | <b>192'324</b> |
| Trockensubstanzgehalt * | g/l               | 6.8     | <b>6.4</b>     |
| Jahresfracht            | t/a               | 1'313   | <b>1'236</b>   |

\* Mittelwertberechnung aus Aracom

Die Überschussschlammfracht hat gegenüber dem Vorjahr um 6% abgenommen und liegt im Mittel der letzten Jahre.

Die Frachtdifferenz zwischen Frischschlamm und Überschussschlamm ist der Primärschlamm, welcher durch Sedimentation in der Vorklärung abgetrennt wird. In den Jahren 2017 + 2018 wurden demnach je 1635 t/a Primärschlamm abgetrennt. Betrachtet man aber die 10-Jahres Graphik, so ist ersichtlich, dass solche Frachten bis dato nicht registriert wurden. Innerhalb von 2 Jahren ist eine Zunahme um 75% 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%.

### 5.8.2 Frischschlamm

Die Frischschlammfracht hat leicht abgenommen, erreicht aber nach wie vor einen Hochstand. Dies ist auch im Diagramm „Frischschlammfracht der letzten 10 Jahre“ unter Kap. 5.4.1 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 liegt im 2018 bei 24% TS. Vor 5 Jahren wurden im Mittel noch TS Gehalte von 27% erreicht. Dadurch erhöht sich der energetische Aufwand der Schlammbehandlung.

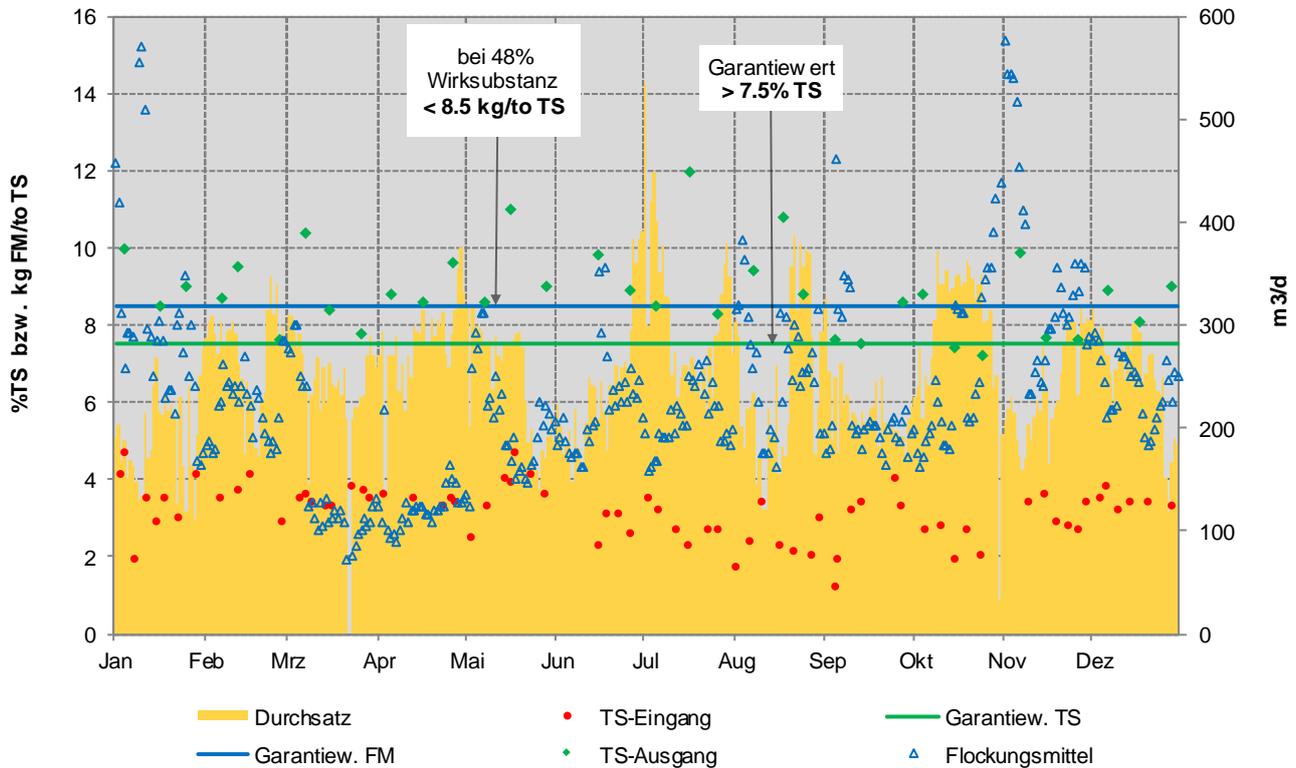
Ein Versuch zur Steigerung des Abbaus der organischen Schlammfracht durch die Beheizung des Faulraums 2 auf 37°C brachte vor 2 Jahren kaum eine Verbesserung.

| Parameter  | Einheit           | 2017   | 2018          |
|--|-------------------|--------|---------------|
| Frischschlamm vor Eindickung   | m <sup>3</sup> /a | 88'468 | <b>92'217</b> |
| der Voreindickung zugeführt (a)  | m <sup>3</sup> /a | 88'377 | <b>92'067</b> |
| Frischschlamm Trockensubstanz  | t/a               | 2'948  | <b>2'871</b>  |
| Frischschlamm Trockensubstanzgehalt                                    | %                 | 3.4    | <b>3.1</b>    |
| organische Trockensubstanz   | t/a               | 2'239  | <b>2'200</b>  |
| Volumen von (a) nach Eindickung (b)                                    | m <sup>3</sup> /a | 34'276 | <b>34'748</b> |
| Volumenreduktion durch Eindickung                                      | %                 | 61     | <b>62</b>     |
| Trockensubstanzgehalt  | %                 | 9.0    | <b>9.0</b>    |
| ohne Eindickung zur Faulung (c)  | m <sup>3</sup> /a | 91     | <b>150</b>    |
| total der Faulung zugeführt (b + c)                                    | m <sup>3</sup> /a | 34'367 | <b>34'898</b> |
| mittlerer Trockensubstanzgehalt<br>theoretisch, weil TS-Fett unbekannt | %                 | 9.0    | <b>9.0</b>    |
| effektive Volumenreduktion   | %                 | 60.7   | <b>56.1</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 2018 in Summe 44 m<sup>3</sup> (Vorjahr 55 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. Aufgrund einer Nachrüstung der Biogasaufbereitungsanlage (LGV) können diese Gasspitzen nun auch verwertet werden.

### 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 3.1% auf 9.0% ist für eine Verlängerung der Aufenthaltszeit in der nachfolgenden Faulung entscheidend.

Der Flockmittelverbrauch pro to TS ist relativ klein. Im Jahresmittel wird ein mittlerer Abscheidegrad des Filtratwassers von 99.2% (90%-Wert: 98.5%) erreicht.

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. 2'203 kWh an Heizenergie in den Faulraum 1 eingetragen. Ausgelegt ist der Wärmetauscher 2 auf eine Leistung von 4600 kWh/d.

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.

### 5.8.3 Abbau und Eindickung

| Parameter                          | Einheit  | 2017  | 2018         |
|------------------------------------|----------|-------|--------------|
| Frischschlamm-TS                   | t/a      | 2'948 | <b>2'871</b> |
| Frischschlamm-oTS (org. TS)        | t/a      | 2'239 | <b>2'200</b> |
|                                    | % der TS | 76.0  | <b>76.7</b>  |
| Faulschlamm Stapelraum -TS         | t/a      | 1'225 | <b>1'236</b> |
| Verminderung der oTS durch Faulung | t/a      | 1'723 | <b>1'635</b> |
|                                    | %        | 77.0  | <b>74.3</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%.

### 5.8.4 Klärschlamm Verwertung

| Parameter                   | Einheit           | 2017   | 2018          |
|-----------------------------|-------------------|--------|---------------|
| <b>Volumen</b> Jahresanfall | m <sup>3</sup> /a | 28'784 | <b>28'787</b> |
| Total Abgabe                | m <sup>3</sup> /a | 28'146 | <b>29'176</b> |

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

| Parameter                  | 2017         |            | 2018         |            |
|----------------------------|--------------|------------|--------------|------------|
|                            | t (TS)       | %          | t (TS)       | %          |
| div. Abnehmer (entwässert) | 0            | 0          | <b>0</b>     | <b>0</b>   |
| KVA Buchs (getrocknet)     | 8            | 1          | <b>11</b>    | <b>1</b>   |
| Holcim (getrocknet)        | 1'192        | 99         | <b>1'215</b> | <b>99</b>  |
| <b>Total</b>               | <b>1'199</b> | <b>100</b> | <b>1'226</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 herausgezogen 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 einen Abnahmevertrag mit der Holcim, der noch bis 31. Dezember 2019 dauert. Eine Verlängerung wurde in Aussicht gestellt. 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.

### **5.8.5 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 22-25% im entwässerten Schlamm erreicht. Dies reduziert die Durchsatzleistung und Wasserverdampfungsleistung im Trockner massgebend.

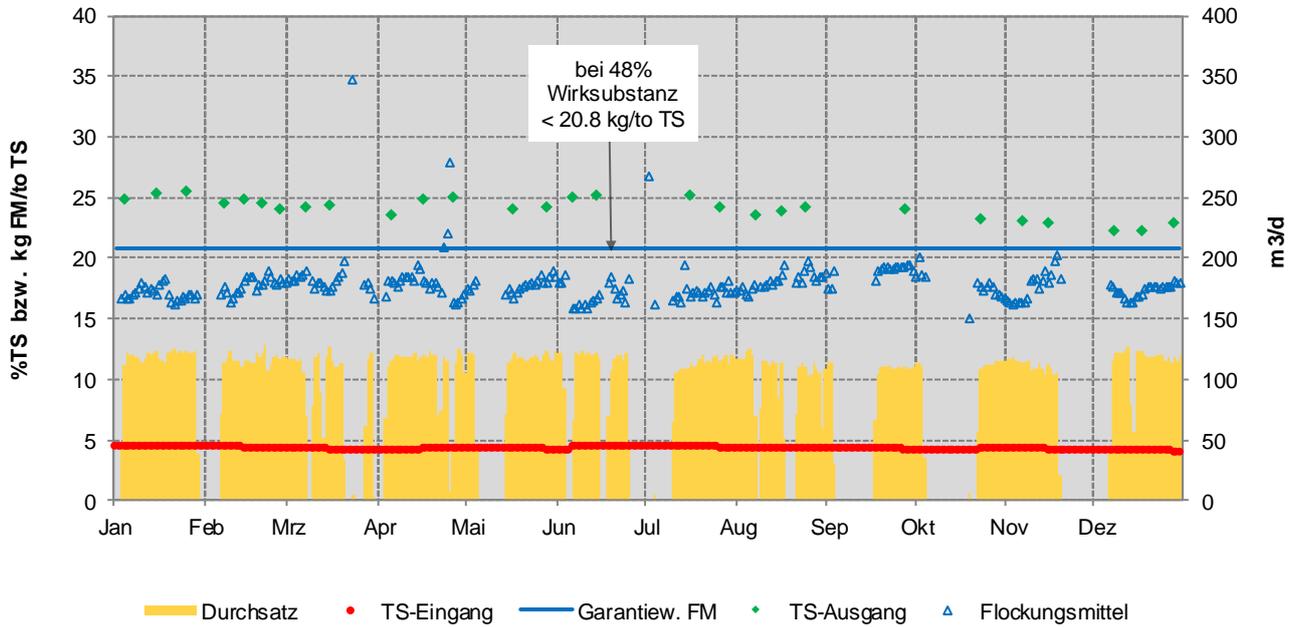
Der Betrieb der Dekanter ist nicht allzu stabil. Durchsatzleistung und Fällmittel müssen genau zusammenpassen, damit die Entwässerung stimmt und das Zentrat schwach belastet ist. Die Durchsatzleistung beträgt maximal 5 m<sup>3</sup>/h. Im Jahresmittel wird ein mittlerer Abscheidegrad beim Zentrat von 99.4% (90%-Wert: 98.3%) erreicht.

Derzeit kann der anfallende Schlamm noch entwässert und getrocknet werden. Stillstandszeiten 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.

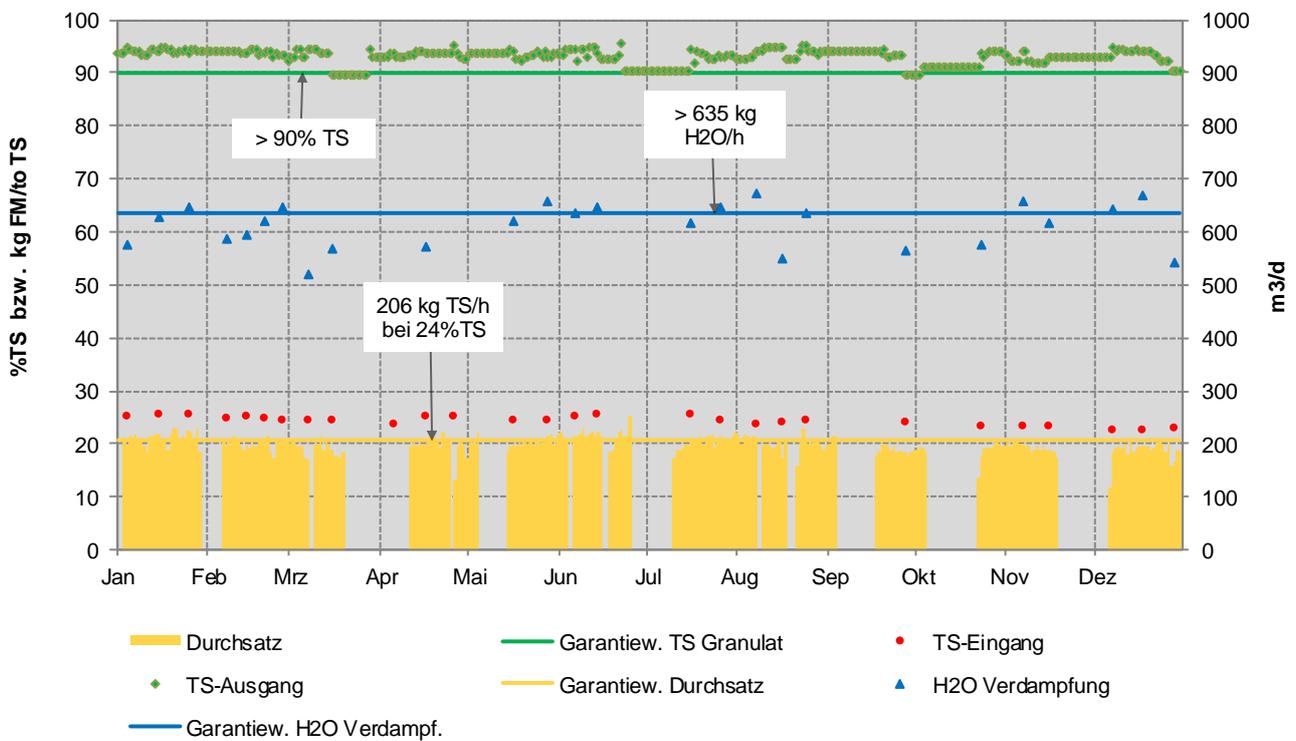
Der Betrieb der Trocknung läuft seit der veränderten Bestückung des Dünnschichtverdampfers relativ stabil. Damit dies so ist, sind immer wieder Unterhaltsarbeiten am Dünnschichtverdampfer und Bandrockner notwendig. Die Leistung und Effizienz der Trocknung liessen sich markant steigern, wenn der TS Gehalt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

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

### Nachentwässerung



### Trocknung

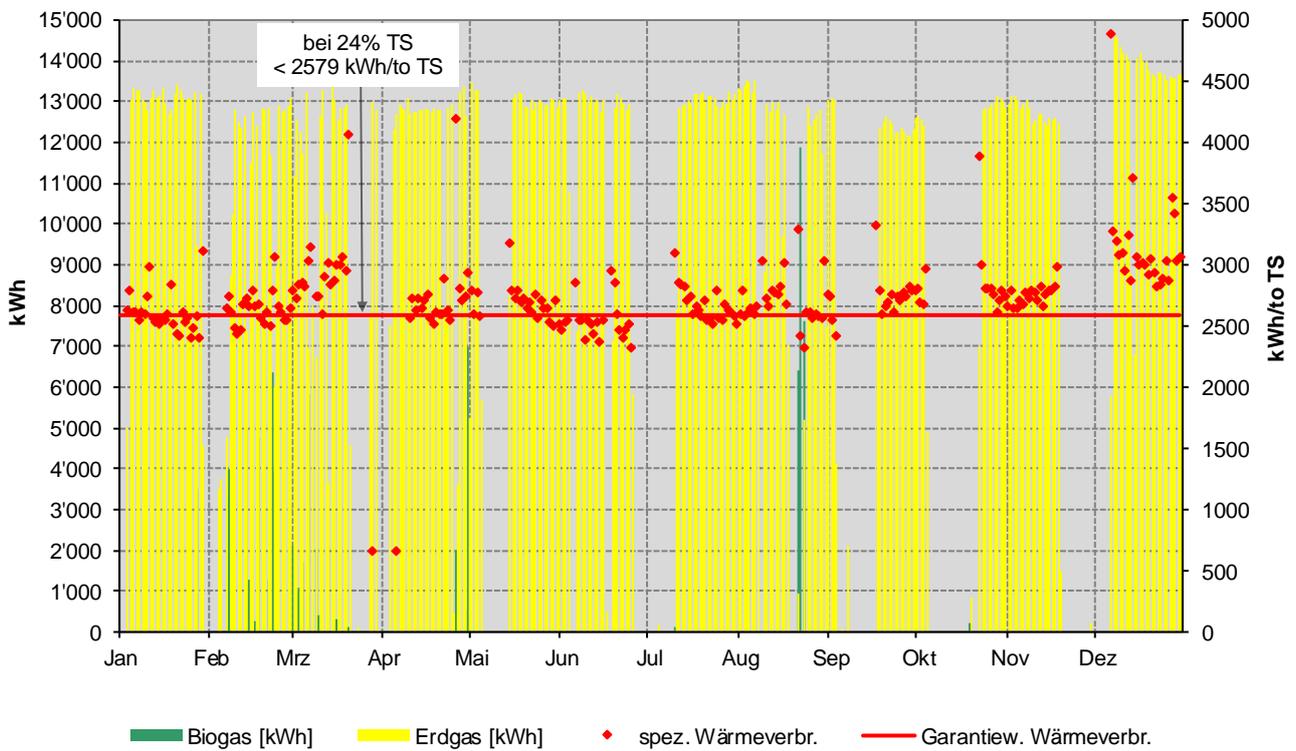


Der zur Schlamm-trocknung benötigte Energiebedarf wird hauptsächlich durch Erdgas gedeckt. Eigenes Klärgas wird nur noch verwertet, wenn die Biogasaufbereitungsanlage das Gas nicht abnehmen kann und die Gasometer voll sind. Durch den Betrieb mit Erdgas kann die Trocknung auch mit einer höheren Leistung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

Dadurch, dass der TS-Gehalt des Schlammes beim Schlamm-eingang 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 5.9.1 entnommen werden.

### Trocknung - Energieverbrauch



### 5.8.6 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 93.2% TS erreicht.

| Parameter                              | Einheit     | 2017 | 2018        |
|--|-------------|------|-------------|
| Trockensubstanz (TS)                   | %           | 93.3 | <b>93.2</b> |
| organische Trockensubstanz (oTS)       | % der TS    | 56.1 | <b>56.0</b> |
| anorganische Trockensubstanz (aTS)     |             | 43.9 | <b>44.0</b> |
| Schwermetalle, Mittel der Grenzwerte   | %           | 32.5 | <b>34.5</b> |
| Polychlorierte Biphenyle               | * mg/kg TS  | 0.02 | <b>0.02</b> |
| AOX (Adsorb. org. Halogenverbindungen) | mg Cl/kg TS | 197  | <b>197</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 34.5% im Bereich des langjährigen Mittels.

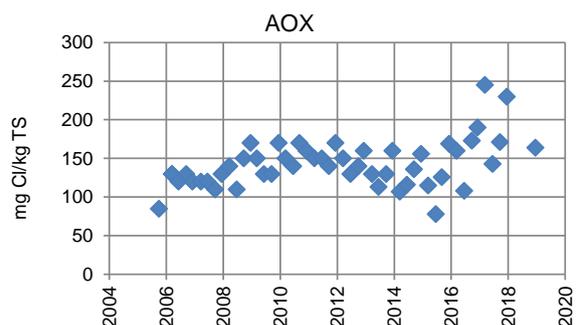
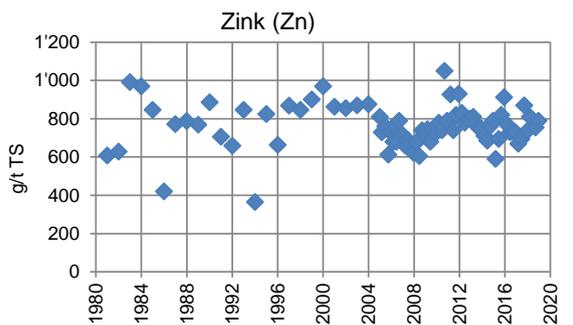
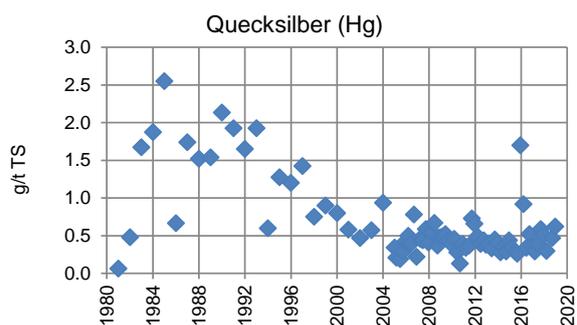
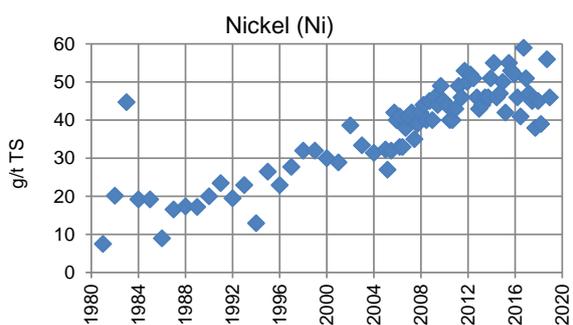
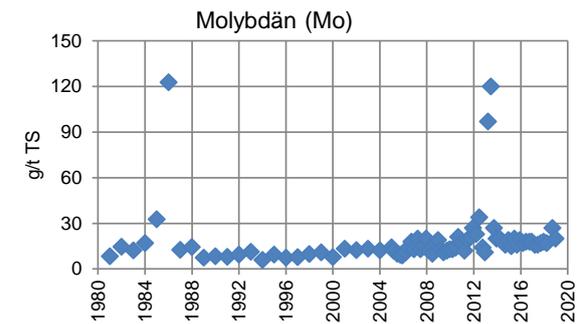
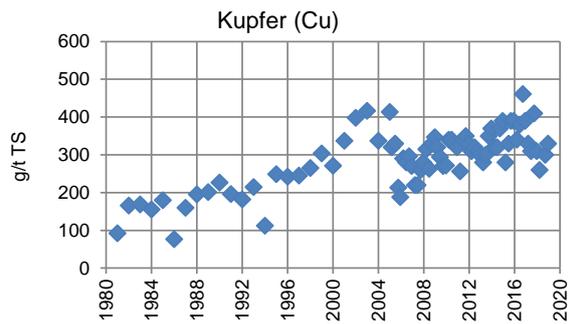
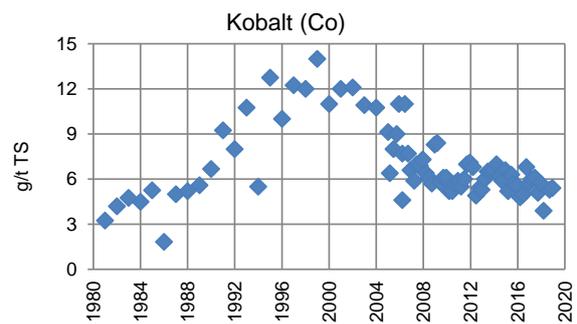
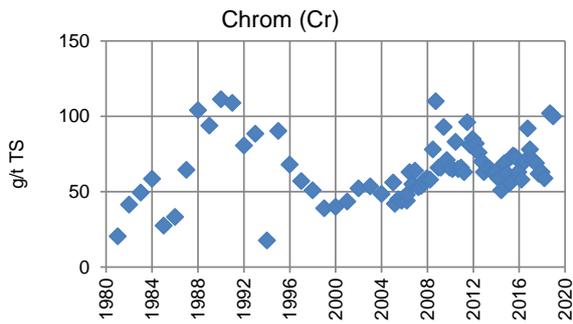
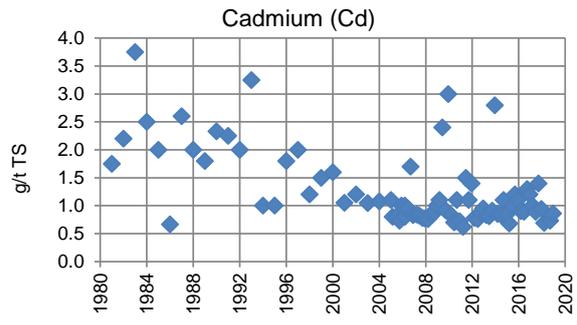
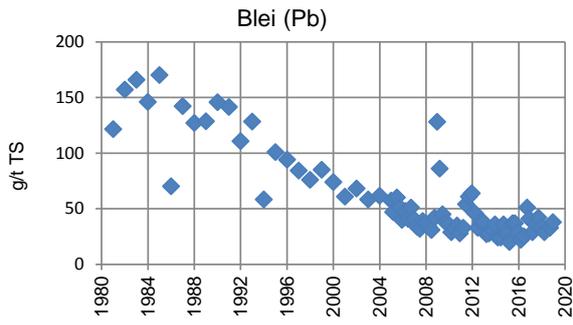
Alle Messwerte aus dem Jahr 2018, welche aus 3 Einzelproben bestimmt werden, liegen innerhalb der Grenzwerte. Einzig das Schwermetall Molybdän liegt über dem Grenzwert. Vor allem der Messwert vom 9. September 2018 liegt deutlich darüber. Molybdän ist ein Legierungselement zur Steigerung von Festigkeit, Korrosions- und Hitzebeständigkeit. Deshalb liegt der Schluss nahe, die Verursacher in der Metallbranche zu suchen.

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. 12.2.3 nachgesehen werden.

Nachstehende Diagramme zeigen 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.

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



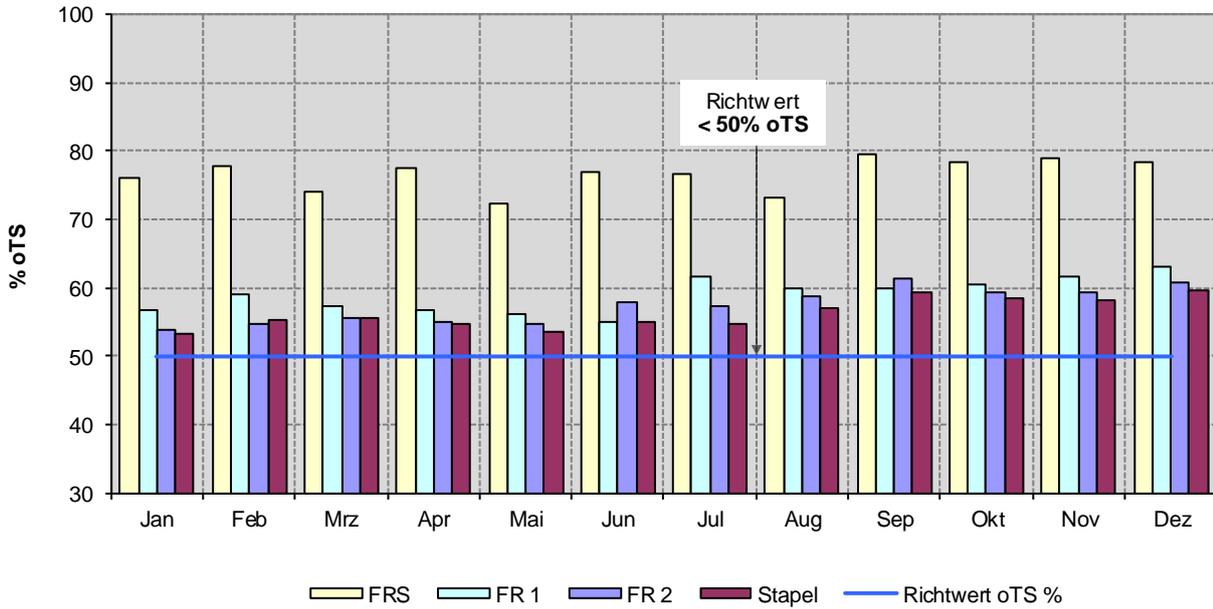
### 5.8.7 Gasproduktion

| Parameter                     | Einheit                        | 2017      | 2018             |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------|------------------|
| <b>Absolut</b>                | m <sup>3</sup> /a              | 1'185'434 | <b>1'202'420</b> |
| <b>Spezifisch</b>             |                                |           |                  |
| bezogen auf Frischschlamm     | m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> | 13.4      | <b>13.0</b>      |
| bezogen auf Frischschlamm-TS  | m <sup>3</sup> /kg             | 0.399     | <b>0.414</b>     |
| bezogen auf Frischschlamm-oTS | m <sup>3</sup> /kg             | 0.524     | <b>0.540</b>     |

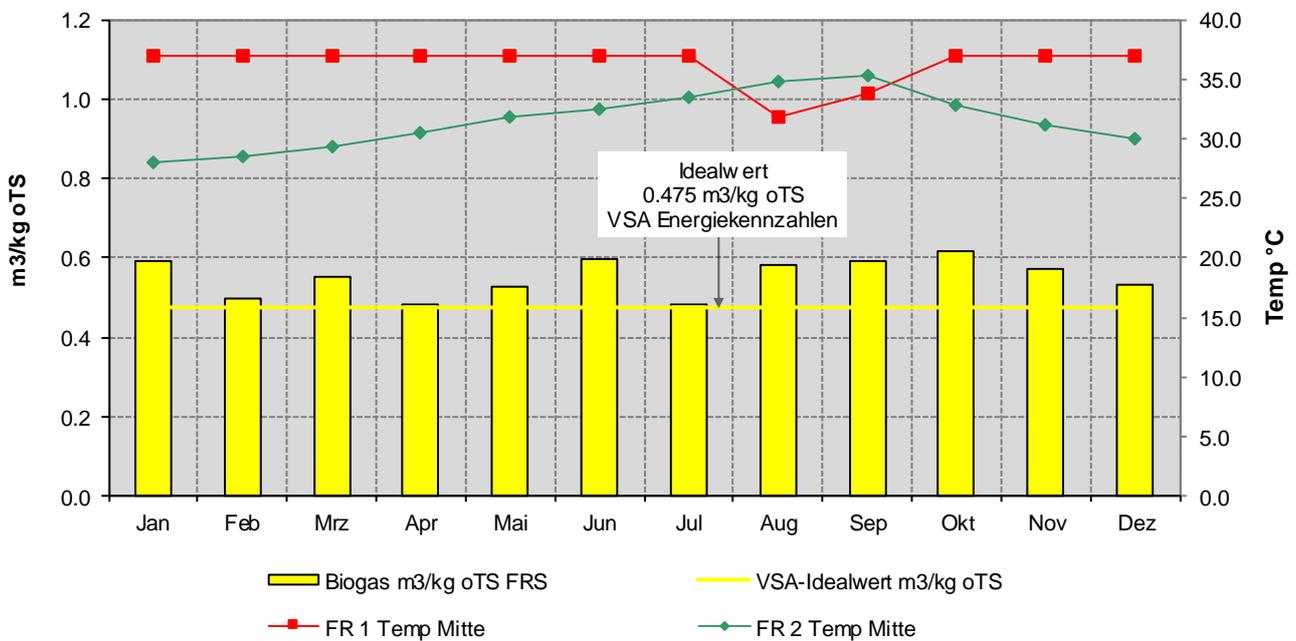
Die Gasproduktion steigerte sich im Jahr 2018 um 1.4%. Die Frischschlammfracht selbst nahm leicht ab und der organische TS Gehalt leicht zu.

Die spezifischen Gasproduktionswerte liegen im mittleren Bereich der Literaturangaben.

**Faulung - Organischer Anteil oTS**



**Spezifischer Gasanfall**



## 5.9 Energiebilanzen

### 5.9.1 Deckung des Energiebedarfs

| Parameter                                      |    | Einheit           | 2017      | 2018             |
|--|----|-------------------|-----------|------------------|
| Klärgasverbrauch                               |    | m <sup>3</sup> /a | 1'185'434 | <b>1'202'420</b> |
| Biogasaufbereitung                             |    | m <sup>3</sup> /a | 1'076'955 | <b>1'123'680</b> |
| BHKW   |    | m <sup>3</sup> /a | 72'572    | <b>62'944</b>    |
| Heizung (Trocknung)                            |    | m <sup>3</sup> /a | 34'337    | <b>14'755</b>    |
| Energiepotential (6.0 kWh/m <sup>3</sup> ) (a) |    | kWh/a             | 641'454   | <b>466'194</b>   |
| (BHKW u. Heizung)                              | *  | %                 | 7.2       | <b>5.3</b>       |
| Erdgasverbrauch                                |    | m <sup>3</sup> /a | 288'137   | <b>298'120</b>   |
| Energiepotential (b)                           |    | kWh/a             | 3'083'249 | <b>3'225'711</b> |
|  | *  | %                 | 34.7      | <b>36.5</b>      |
| Wärmebezug von BGA (c)                         |    | kWh               | 666'818   | <b>681'677</b>   |
|  | *  | %                 | 7.5       | <b>7.7</b>       |
| Strombezug total für ARA (d)                   |    | kWh/a             | 4'580'720 | <b>4'529'461</b> |
| (ohne BGA)                                     | *  | %                 | 51.6      | <b>51.3</b>      |
| Anteil Hochtarif                               |    | %                 | 44.6      | <b>44.8</b>      |
| Anteil Niedertarif                             |    | %                 | 55.4      | <b>55.2</b>      |
| Total Energieumsatz (a)+(b)+(c)+(d)            |    | kWh/a             | 8'972'241 | <b>8'903'043</b> |
|  | *  | %                 | 101.1     | <b>100.9</b>     |
| Eigenstrom, Rückspeisung ins Netz              | ** | kWh/a             | -96'504   | <b>-75'088</b>   |
|  | *  | %                 | -1.1      | <b>-0.9</b>      |
| Total Energieverbrauch ARA                     |    | kWh/a             | 8'875'737 | <b>8'827'955</b> |
|  | *  | %                 | 100.0     | <b>100.0</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 noch 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.

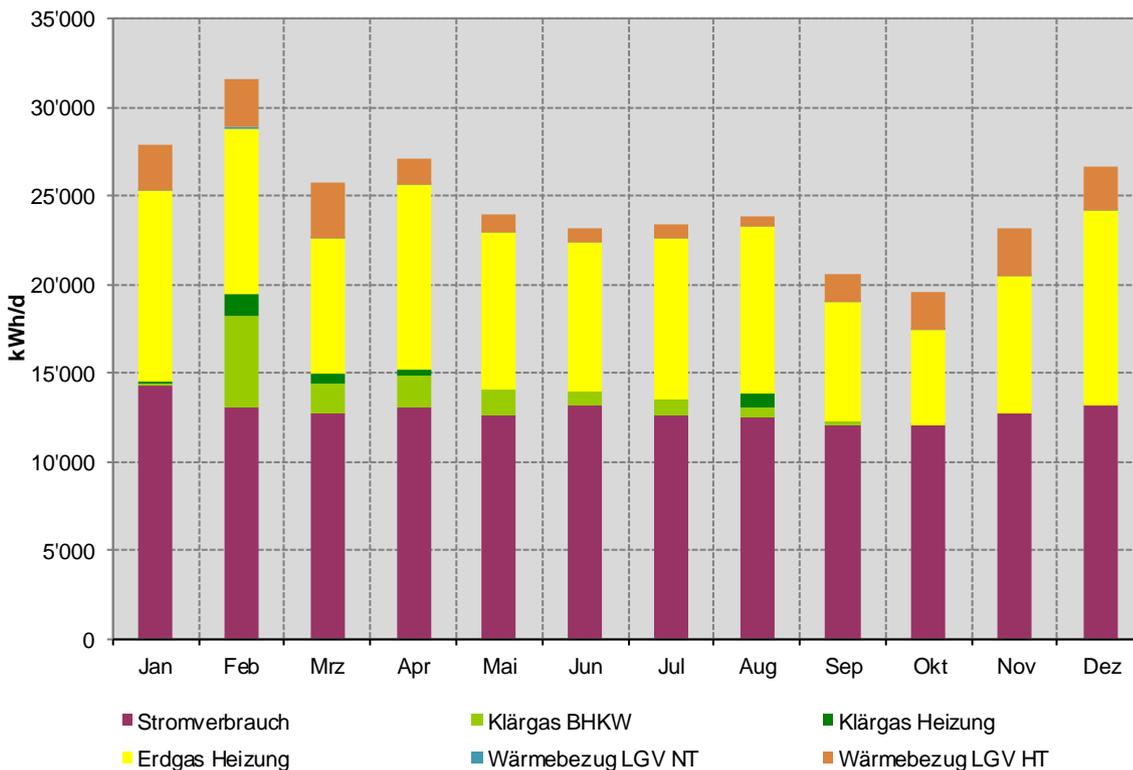
Der Betrieb der BGA läuft soweit stabil. Reserven zur Steigerung der Biogasannahmemenge sind fast keine vorhanden. Die Jahresverfügbarkeit liegt bei 94.5%, was einer Stillstandsdauer von 20 Tagen entspricht. Die Eigenstromproduktion mit BHKWs hat ein Minimum erreicht.

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.

Die wenigen Niederschläge tragen nur unwesentlich dazu bei, dass der Jahresstromverbrauch geringer ausfällt. Der grosse Strombedarf stellt der Abbau der Schmutzstoffracht dar. Stromeinsparungen werden auch mit der Software Ritune angestrebt, welche derzeit als Testbetrieb auf der ARA eingesetzt wird.

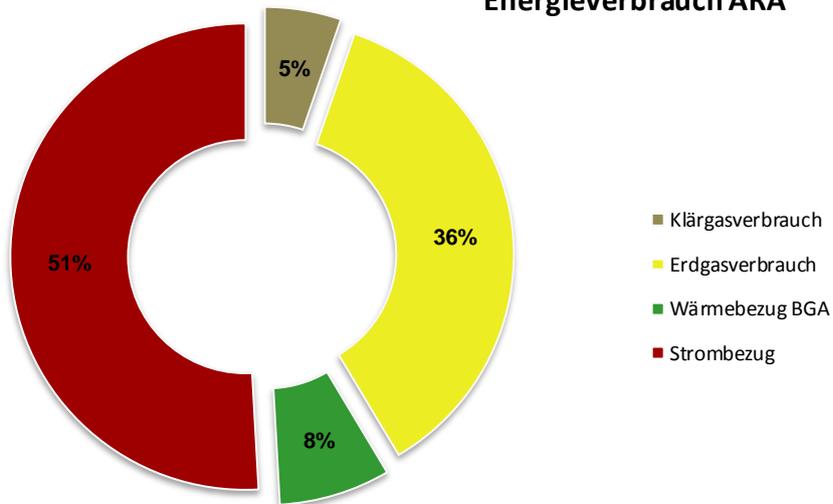
Wird zu viel Biogas produziert und kann nicht durch die BGA oder die ARA selbst abgenommen werden, so muss es abgefackelt werden. Die Biogasfackel stand 2018 ca. 56 Stunden in Betrieb.

### Gesamtenergieverbrauch



Mit dem Bau der Biogasaufbereitungsanlage wurde der bestehende Wärmetauscher 2 vergrößert. Aber 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**

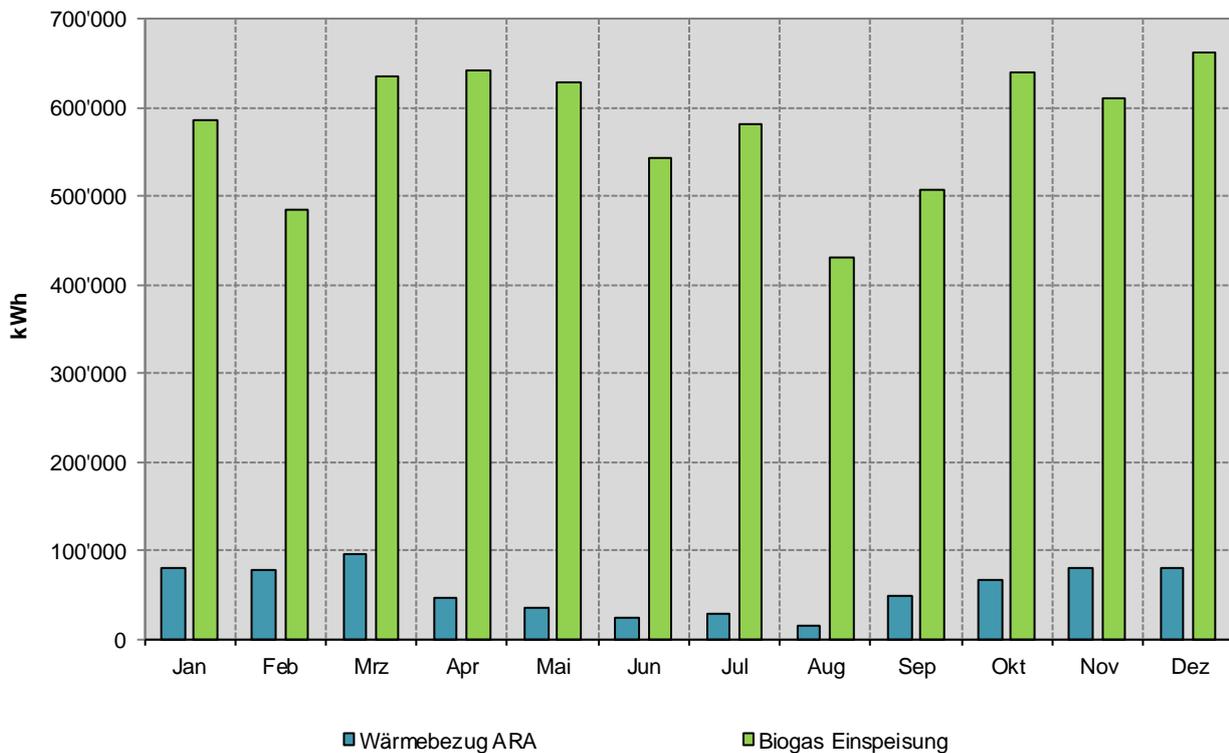


Obiges Diagramm zeigt, dass:

- 40% der Energie zur Trocknung des Klärschlammes bezogen wird
- 51% elektrische Energie sind
- nur noch ein geringer Teil 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**



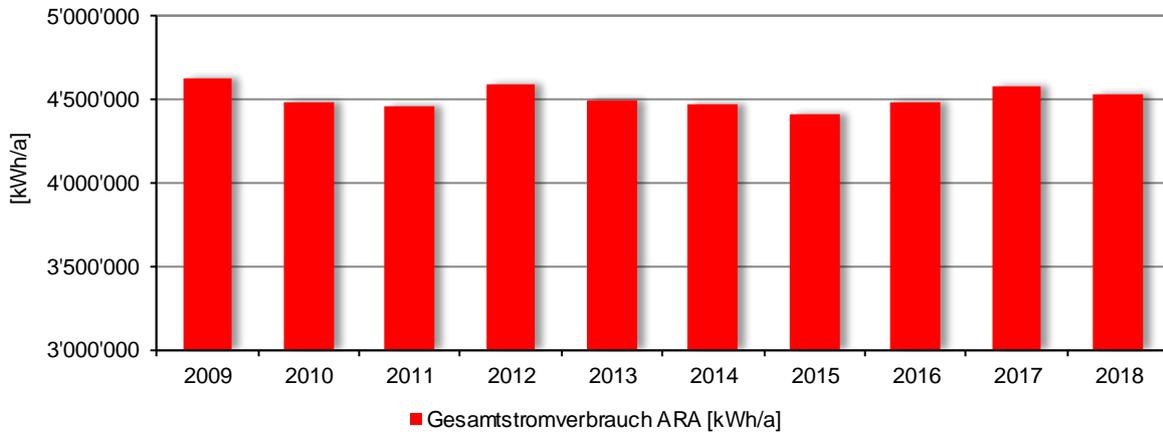
### 5.9.2 Stromverbrauch/-rückspeisung

| Parameter   | Einheit    | 2017              | 2018                            |
|---|------------|-------------------|---------------------------------|
| Stromverbrauch ARA (ohne BGA)<br>Anteil am Gesamtenergieverbrauch | kWh/a<br>% | 4'580'720<br>51.6 | <b>4'529'461</b><br><b>51.3</b> |
| - mech. Reinigung *   | kWh/a<br>% | 629'910<br>13.8   | <b>587'695</b><br><b>13.0</b>   |
| - Biologie *  | kWh/a<br>% | 3'015'425<br>65.8 | <b>2'948'927</b><br><b>65.1</b> |
| - Schlammbehandlung *   | kWh/a<br>% | 858'584<br>18.7   | <b>808'998</b><br><b>17.9</b>   |
| - Ungemessenes ***  | kWh/a<br>% | 76'801<br>1.7     | <b>183'841</b><br><b>4.1</b>    |
| Eigenstrom, Rückspeisung ins Netz **                              | kWh/a      | 96'504            | <b>75'088</b>                   |

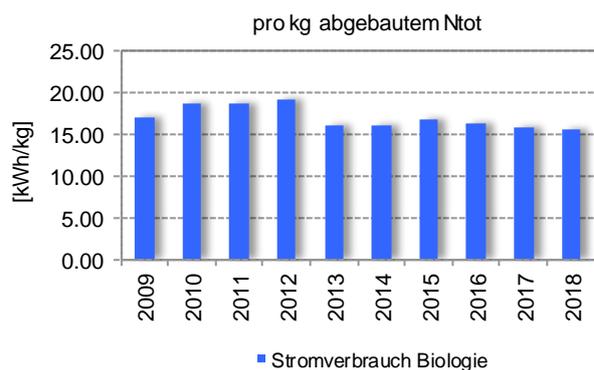
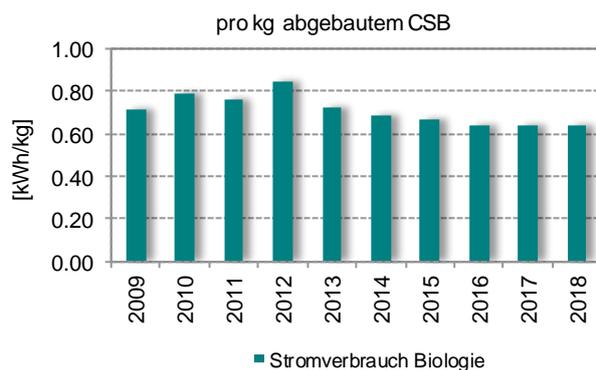
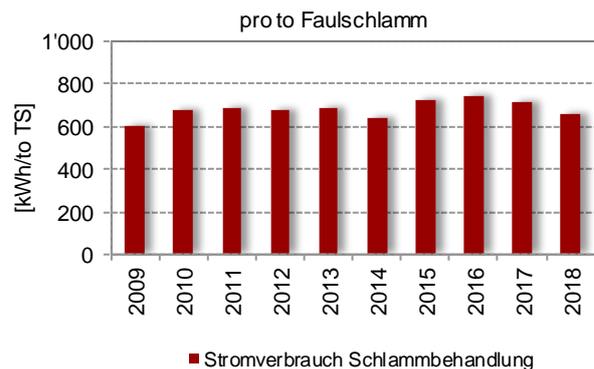
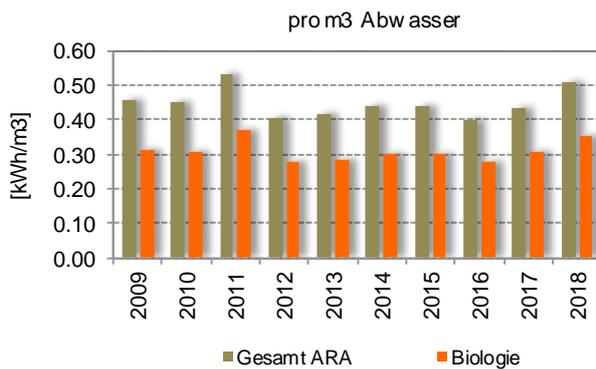
\* Zähler ARA    \*\* Zähler LKW    \*\*\* 2018 Während PLS-Update fehlerhafte Werte

Der **Gesamtstromverbrauch** der ARA ist um 1% tiefer als im Vorjahr. Die Zulaufmenge zur ARA ist um 15% zurück gegangen 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.

**Gesamtstromverbrauch**



**Spezifischer Stromverbrauch**

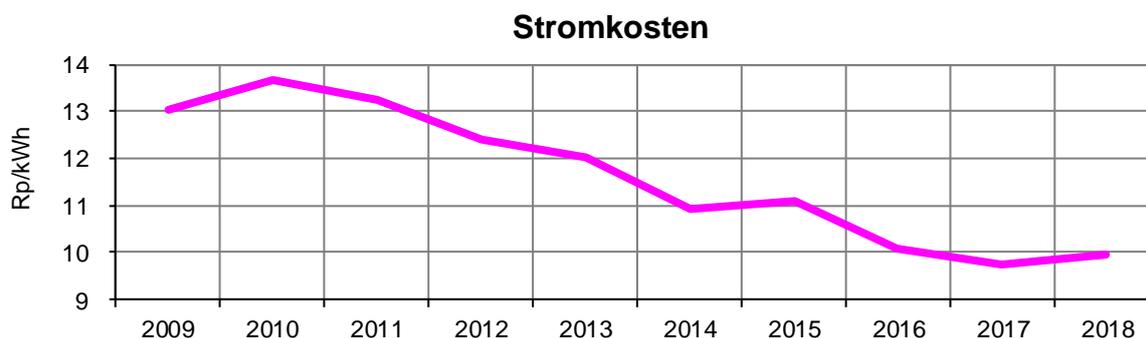


Der Stromverbrauch hat sich nach dem Ausbau der ARA im Jahr 2005 auf ca. 4.5 Mio kWh/a eingependelt. Je höher die Anforderungen an die Reinigungsleistung sind und je mehr Verfahrensschritte und –stufen durchlaufen werden, desto grösser der Verbrauch. Die Anforderungen sollten immer gesamtheitlich betrachtet werden. Denn nicht nur tiefe Ablaufkonzentrationen liefern einen Beitrag an den Umweltschutz, sondern auch Stromeinsparungen.

### 5.9.3 Spezifischer Energieverbrauch

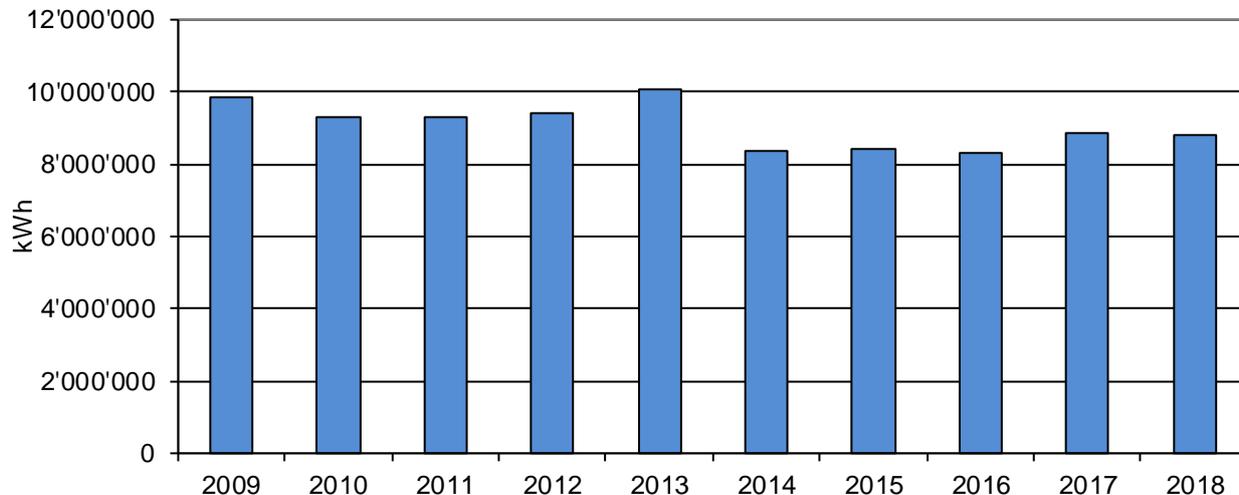
Die von Jahr zu Jahr leicht schwankende Zulaufkraft und der etwas variierende Stromverbrauch verändern die auf die **Jahres-Nährstofffracht** bezogene spezifische Gesamtenergie zahlenmässig nur gering.

| Parameter - Spezifische Werte   | Einheit            | 2017  | 2018         |
|---------------------------------|--------------------|-------|--------------|
| Gesamtenergie                   | kWh/m <sup>3</sup> | 0.844 | <b>0.989</b> |
|                                 | kWh/kg CSB         | 1.87  | <b>1.91</b>  |
|                                 | kWh/kg Ntot        | 46.25 | <b>46.73</b> |
|                                 | kWh/kg FS          | 7.40  | <b>7.20</b>  |
| Strom Gesamt ARA                | kWh/m <sup>3</sup> | 0.436 | <b>0.507</b> |
|                                 | kWh/kg CSB         | 0.96  | <b>0.98</b>  |
|                                 | kWh/kg Ntot        | 23.87 | <b>23.98</b> |
|                                 | kWh/kg FS          | 3.82  | <b>3.69</b>  |
| Strom Biologie                  | kWh/m <sup>3</sup> | 0.308 | <b>0.354</b> |
|                                 | kWh/kg CSB         | 0.635 | <b>0.640</b> |
|                                 | kWh/kg Ntot        | 15.71 | <b>15.61</b> |
| Strom Schlammbehandlung         | kWh/kg FS          | 0.72  | <b>0.66</b>  |
| Leistungsdichte in der Biologie | kW/m <sup>3</sup>  | 0.026 | <b>0.026</b> |

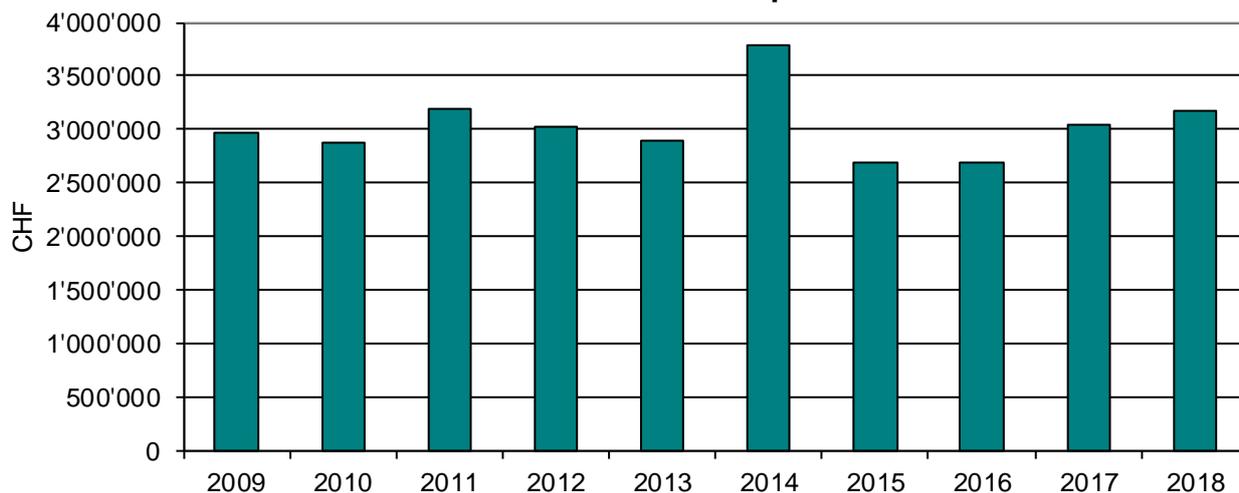


Obwohl die Stromkosten seit Jahren laufend rückläufig sind, ist die ARA bemüht, den Stromverbrauch weiter zu senken. So werden beispielsweise Motoren durch energieeffizientere ausgewechselt oder Verfahrensschritte wie beispielsweise die Senkung des Vordrucks der Gebläsedruckluft zur Nitrifikation umgesetzt.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

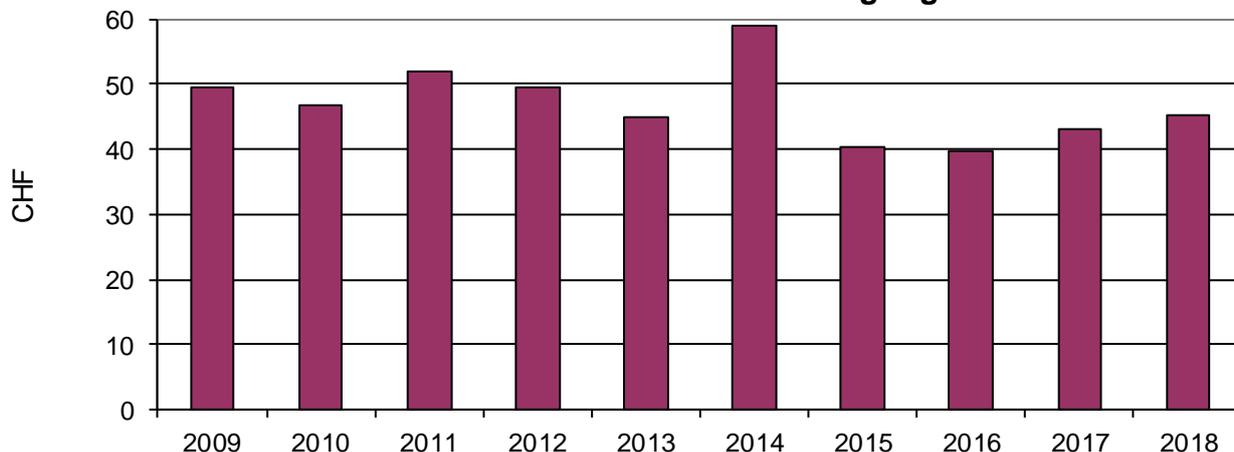
### Gesamtenergieverbrauch



### Betriebskosten pro Jahr



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



## 6 Kontrollbericht vom Amt für Umwelt



1/2

### Kontrollbericht Abwasserreinigung 2018

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 43. Betriebsjahr der Kläranlage Bendern wie folgt:

- Das Jahr 2018 war geprägt von einer vom Frühling bis zum Herbst anhaltenden Regenarmut, welche sich auch auf den ARA Betrieb auswirkte. Der Abwasseranfall betrug 2018 total 8.9 Mio. m<sup>3</sup> und war damit um 15 % tiefer als im Vorjahr. 95 % der Abwassermenge wurden mechanisch-biologisch-chemisch gereinigt. Dabei wurde die biologische Klärstufe mit 23'000 m<sup>3</sup>/Tag hydraulisch belastet. 5 % der Abwassermenge entlasteten in die Gewässer.
- Die Schmutz- und Nährstoff-Frachten im Zulauf der Kläranlage waren 2018 leicht tiefer als wie im Vorjahr 2017.
- Die 71 vom Betriebslabor durchgeführten Abwasseranalysen belegen, dass der Klärprozess und die Klärschlammbehandlung übers ganze Jahr 2018 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. Höhere Ablaufwerte können mit dem plötzlichen Anstieg der Stickstoffbelastung beim Start einer Schlammmentwässerungsphase erklärt werden. Es sollen diesbezüglich betriebliche Massnahmen getroffen werden.
- Die Anstrengungen zur Optimierung der Steuerung der biologischen Reinigungsstufe werden begrüsst.
- Die Sonderbauwerke haben im Jahr 2018 trotz der trockenen Verhältnisse relativ lange Abwasser in die Gewässer entlastet. Die Detektion der Entlastungsdauern in den Aussenwerken ermöglicht eine detailliertere Aussage zu den entlasteten Stofffrachten im Einzugsgebiet und weist auf Probleme im Kanalisationsnetz hin. Mit einer vertieften Auswertung der bisherigen Daten könnte eine Optimierung der Bewirtschaftung der Regenbecken erreicht werden.



- 2018 wurden 28'800 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.
- Die neuen Darstellungen der Schwermetallgehalte des Klärschlammes im Jahresbericht werden begrüsst. Der Gehalt an Molybdän (Mo) im Klärschlamm ist weiterhin hoch. Bei einer Probe lag der Messwerte über dem Grenzwert. Der Gehalt an Nickel (Ni) weist seit 1990 einen Trend zu höheren Konzentrationen auf.
- Der Gesamtstromverbrauch der Kläranlage Bendern (ohne Biogasaufbereitung) betrug im Berichtsjahr 4'530 MWh und liegt um 1.1 % unter dem Vorjahreswert. Der Stromverbrauch der Biologie liegt mit 2'950 MWh leicht unter dem Vorjahresverbrauch. Ein Vergleich der Kennzahlen der ARA Bendern mit den Kennzahlen anderer, vergleichbarer Anlagen könnte Hinweise zu Optimierungen liefern.
- Die Gemeinde Eschen/Nendeln, die Gemeinde Gamprin/Bendern und die Gemeinde Planken haben den Generellen Entwässerungsplan (GEP) bis dato fertiggestellt. In den anderen Gemeinden ist die Ausarbeitung des GEP noch im Gange.

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



## 7 Finanzen Rückblick

### 7.1 Bilanz 2018 / 2017

| Aktiven                            |                | 2018<br>CHF         | 2017<br>CHF         |
|------------------------------------|----------------|---------------------|---------------------|
| Kassa                              |                | 301.60              | 261.25              |
| Liecht. Landesbank AG              |                | 4'608'367.47        | 4'996'145.68        |
| Liecht. Landesbank AG, Sparkonto   |                | 127'329.30          | 127'353.90          |
| Debitoren (Diverse)                |                | 195'985.90          | 161'769.35          |
| Debitor Verbandsgemeinden          |                | 87'169.25           | 100'120.55          |
| Trans. Aktiven                     |                | 32'700.65           | 54'634.58           |
|                                    |                | <hr/>               | <hr/>               |
| <i>Total Umlaufvermögen</i>        |                | <i>5'051'854.17</i> | <i>5'440'285.31</i> |
|                                    |                | <hr/>               | <hr/>               |
| Fahrzeuge                          | 178'727.70     |                     |                     |
| ./. Abschreibungen                 | -23'020.20     |                     |                     |
| ./. Abschreibungen Erfolgsrechnung | -155'706.50    | 1.00                | 1.00                |
|                                    | <hr/>          |                     |                     |
| Grundstück                         | 223'924.10     |                     |                     |
| ./. Abschreibung                   | -223'923.10    | 1.00                | 1.00                |
|                                    | <hr/>          |                     |                     |
| Investitionen Anlagen              | 127'387'741.84 |                     |                     |
| ./. Subventionen etc.              | -49'659'241.20 |                     |                     |
| ./. Abschreibungen                 | -77'728'499.64 | 1.00                | 1.00                |
|                                    | <hr/>          | <hr/>               | <hr/>               |
| <i>Total Anlagevermögen</i>        |                | <i>3.00</i>         | <i>3.00</i>         |
|                                    |                | <hr/>               | <hr/>               |
| <b>Total Aktiven</b>               |                | <b>5'051'857.17</b> | <b>5'440'288.31</b> |
|                                    |                | <hr/>               | <hr/>               |

| <b>Passiven</b>              |               | <b>2018</b>         | <b>2017</b>         |
|------------------------------|---------------|---------------------|---------------------|
|                              |               | CHF                 | CHF                 |
| Kreditoren, Trans. Passiven  |               | 536'177.53          | 757'035.22          |
| Kreditor Verbandsgemeinden   |               | 210'644.30          | 428'049.06          |
| Rückstellungen für Maschinen |               | 1'100'000.00        | 1'100'000.00        |
|                              |               | <hr/>               | <hr/>               |
| <i>Total Fremdkapital</i>    |               | 1'846'821.83        | 2'285'084.28        |
| <br>                         |               |                     |                     |
| Beiträge der Gemeinden:      | (Baukosten)   |                     |                     |
| Vaduz                        | 10'193'431.25 |                     |                     |
| Balzers                      | 6'928'600.56  |                     |                     |
| Planken                      | 888'114.62    |                     |                     |
| Schaan                       | 22'496'005.46 |                     |                     |
| Triesen                      | 7'823'939.02  |                     |                     |
| Triesenberg                  | 4'288'849.21  |                     |                     |
| Eschen                       | 11'846'483.00 |                     |                     |
| Gamprin                      | 4'207'865.44  |                     |                     |
| Mauren                       | 7'899'896.59  |                     |                     |
| Ruggell                      | 3'396'705.30  |                     |                     |
| Schellenberg                 | 1'852'927.68  |                     |                     |
|                              | <hr/>         |                     |                     |
|                              | 81'822'818.13 |                     |                     |
| ./. Abschreibungen           | 78'617'782.79 | 3'205'035.34        | 3'155'204.03        |
|                              | <hr/>         | <hr/>               | <hr/>               |
| <i>Total Eigenkapital</i>    |               | 3'205'035.34        | 3'155'204.03        |
| <b>Total Passiven</b>        |               | <b>5'051'857.17</b> | <b>5'440'288.31</b> |
|                              |               | <hr/>               | <hr/>               |

## 7.2 Erfolgsrechnung 2018 / 2017

| <b>AUFWAND</b> |  | <b>2018</b>         | <b>2018</b>         | <b>2017</b>         |
|----------------|--|---------------------|---------------------|---------------------|
| Pos.           |  | Budget              | IST                 | IST                 |
| 01             | Personalaufwand                              | 1'000'000.00        | 951'831.95          | 944'533.35          |
| 02             | Kranken- und Unfallgelder                    | 0.00                | 0.00                | -138.00             |
| 03             | Sitzungsgelder Betriebskommission            | 9'000.00            | 8'350.00            | 8'050.00            |
| 04             | Übrige Personalkosten                        | 40'000.00           | 22'973.41           | 37'288.95           |
| 05             | Bankzinsen und -spesen                       | 600.00              | 672.99              | 606.79              |
| 06             | UR Einrichtungen/Maschinen Wasserstrasse     | 430'000.00          | 572'717.95          | 308'709.24          |
| 07             | UR Einrichtungen/Maschinen Schlammstrasse    | 200'000.00          | 188'800.67          | 266'752.42          |
| 08             | Betriebs-, Unterhalts-, Reinigungsmaterial   | 45'000.00           | 36'755.21           | 41'011.24           |
| 09             | Mobilien und Werkzeuge                       | 40'000.00           | 51'669.61           | 13'673.16           |
| 10             | Kanalspülung/Kanalreparaturen                | 110'000.00          | 87'486.08           | 375'259.06          |
| 11             | Aufwand Gasmotoren/Service/Öl                | 10'000.00           | 2'409.02            | 5'079.85            |
| 12             | UR Gebäude/Becken/Umgebung                   | 45'000.00           | 81'999.97           | 37'982.26           |
| 13             | UR Fahrzeuge/Stapler                         | 45'000.00           | 38'115.12           | 13'088.93           |
| 14             | Rechengut- und Sandbeseitigung               | 45'000.00           | 55'959.07           | 42'957.76           |
| 15             | Entsorgung Trockenklärschlamm, Holcim AG     | 55'000.00           | 39'994.65           | 38'025.20           |
| 16             | Öffentlichkeitsarbeit/Foto/Film              | 12'000.00           | 3'943.50            | 9'232.45            |
| 17             | Untersuchungen/Expertisen                    | 20'000.00           | 16'983.40           | 15'826.45           |
| 18             | Beratung, Ingenieur-Honorar und Arbeiten     | 60'000.00           | 72'781.75           | 42'001.80           |
| 19             | Baurechtszinsen ARA Bendern                  | 36'000.00           | 35'304.90           | 35'304.90           |
| 20             | Diverser Aufwand, Besuche, Spesen, Bewachung | 12'000.00           | 7'376.45            | 9'767.95            |
| 21             | Düker Bendern Einlauf- und Auslaufbauwerk    | 900.00              | 629.94              | 13'489.65           |
| 22             | Div. Sandfänge entleeren                     | 11'000.00           | 6'407.20            | 7'725.20            |
| 23             | RKB Pritschen Mauren                         | 4'000.00            | 1'946.65            | 19'186.74           |
| 24             | RKB Untermahd Mauren                         | 1'200.00            | 92.25               | 93.30               |
| 25             | RKB Schwarzsträssle Eschen                   | 2'400.00            | 469.45              | 437.20              |
| 26             | RKB Fluxbüchel Eschen                        | 1'500.00            | 251.10              | 127.60              |
| 27             | RKB Limsenegg Ruggell                        | 3'000.00            | 1'256.45            | 33'778.65           |
| 28             | Speicherkanal Badäl Gamprin                  | 1'000.00            | 783.20              | 790.80              |
| 29             | RKB und Schuppen Brühlgasse Eschen           | 2'000.00            | 4'306.60            | 916.70              |
| 30             | PW und RKB Widau Ruggell                     | 30'000.00           | 16'239.10           | 25'713.15           |
| 31             | PW Oberau Ruggell                            | 15'000.00           | 5'176.65            | 15'385.70           |
| 32             | PW Hinterschellenberg                        | 7'500.00            | 5'328.04            | 84'004.87           |
| 33             | RKB Rietacker Schaan                         | 65'000.00           | 59'590.70           | 3'068.95            |
| 34             | PW und RKB Brühlgraben Gamprin               | 190'000.00          | 205'241.14          | 11'853.80           |
| 35             | PW und RKB Birka Mauren                      | 90'000.00           | 30'977.95           | 15'634.15           |
| 36             | RKB Nendeln                                  | 84'000.00           | 61'892.06           | 5'206.75            |
| 37             | Andere RKB und PW (Gemeindeanlagen)          | 23'000.00           | 15'154.13           | 28'618.08           |
| 38             | Sachversicherungen                           | 47'000.00           | 35'910.80           | 51'598.30           |
| 39             | Strom  | 490'000.00          | 469'924.70          | 461'050.60          |
|                | <b>Übertrag</b>                              | <b>3'283'100.00</b> | <b>3'197'703.81</b> | <b>3'023'693.95</b> |

| <b>AUFWAND</b>                       | <b>2018</b>         | <b>2018</b>         | <b>2017</b>         |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Pos.                                 | Budget              | IST                 | IST                 |
| <b>Hertrag</b>                       | <b>3'283'100.00</b> | <b>3'197'703.81</b> | <b>3'023'693.95</b> |
| 40 Heizöl/Erdgas/Wärme               | 270'000.00          | 237'443.00          | 216'079.80          |
| 41 Wasser/Abwasser                   | 4'000.00            | 2'572.35            | 1'987.70            |
| 42 Chemikalien                       | 280'000.00          | 263'742.84          | 272'904.08          |
| 43 Sonstiger Betriebsaufwand         | 4'000.00            | 3'055.00            | 2'840.00            |
| 44 Buchführung/Revision/Beratung     | 18'000.00           | 20'613.60           | 17'122.00           |
| 45 Jahresberichte/DV                 | 10'000.00           | 7'995.85            | 7'719.75            |
| 46 Sonstiger Verwaltungsaufwand      | 18'000.00           | 17'603.00           | 16'080.50           |
| 47 Kursdifferenz/ausserordl. Erträge | 0.00                | -15'197.65          | -316.30             |
| <b>Total Aufwand</b>                 | <b>3'887'100.00</b> | <b>3'735'531.80</b> | <b>3'558'111.48</b> |

| <b>ERTRAG</b>                           | <b>2018</b>         | <b>2018</b>         | <b>2017</b>         |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|
| Pos.                                    | Budget              | IST                 | IST                 |
| 01 Erlös ausgeführte Arbeiten           | 40'000.00           | 59'490.40           | 54'784.55           |
| 02 Erlös Honorar Verrechnungsstelle AGL | 45'000.00           | 45'000.00           | 22'500.00           |
| 03 Erlös aus Strom- und Klärgasverkauf  | 370'000.00          | 420'549.90          | 386'798.35          |
| 04 Erlös aus sonstigen Betriebserträgen | 40'000.00           | 25'688.65           | 44'552.50           |
| 05 Abwassergebühren HSB-Feldkirch       | 2'000.00            | 3'448.00            | 2'511.80            |
| 06 Zinsertrag                           | 100.00              | 0.00                | 13.34               |
| 07 Kostenrückerstattung Versicherungen  | 0.00                | 1'999.15            | 0.00                |
| <b>Total betrieblicher Ertrag</b>       | <b>497'100.00</b>   | <b>556'176.10</b>   | <b>511'160.54</b>   |
| <b>Betriebsaufwand-Umlage</b>           | <b>3'390'000.00</b> | <b>3'179'355.70</b> | <b>3'046'950.94</b> |
| <b>Total Betriebsumlagen</b>            | <b>3'887'100.00</b> | <b>3'735'531.80</b> | <b>3'558'111.48</b> |

(Alle Beträge sind exkl. MWST)

### 7.3 Investitionen 1972 – 2018

| Objekte  | 2001-2015     | 2016         | 2017         | 2018       | 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   | 349'259.05    | 1'564'285.85 | 1'388'620.65 | 151'514.83 | 3'453'680.38   |
| 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  | 33'744.10      |
| Neubau PW/RB Widau Ruggell   | 0.00          |              |              | 33'903.00  | 33'903.00      |
| Vorsteuerkürzungen   | 1'638'148.70  |              |              |            | 1'638'148.70   |
| Total Investitionen  | 65'238'025.55 | 1'564'285.85 | 1'591'397.84 | 228'720.19 | 127'387'741.84 |
| ./. Landessubventionen   | 21'554'628.95 | 0.00         | 0.00         | 0.00       | -49'659'241.20 |
| ./. Abschreibungen   |               |              |              |            | -77'728'499.64 |
| Total Investitionen nach Abzug der Landessubventionen und Abschreibungen |               |              |              |            | 1.00           |

## **7.4 Anhang zur Jahresrechnung per 31. Dezember 2018**

### **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).

## 7.5 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 2018 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.

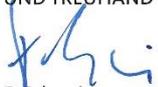
Unsere Review erfolgte nach dem Standard zur prüferischen Durchsicht (Review) von Jahresrechnungen der liechtensteinischen Wirtschaftsprüfervereinigung. Danach ist eine Review so zu planen und durchzuführen, dass wesentliche Fehlaussagen in der Jahresrechnung erkannt werden, wenn auch nicht mit derselben 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, 20. März 2019 /fs

AREVA ALLGEMEINE REVISIONS-  
UND TREUHAND AKTIENGESELLSCHAFT

  
F. Schurti  
Wirtschaftsprüfer  
(Leitender Revisor)

  
Dr. M. Hemmerle  
Wirtschaftsprüfer

Beilagen:

- Jahresrechnung (Bilanz, Erfolgsrechnung und Anhang)

## 7.6 Zusammenstellung der Einwohnergleichwerte und Betriebskostenanteile 2018

| Gemeinde         | Einwohner<br>31.12.2017 | Einwohner<br>ausserhalb<br>GKP | Für Betriebs-<br>kosten-<br>rechnung<br>massgebende<br>Einwohner | Industrie- und<br>Gewerbe-EG lt.<br>sep. Zusammen-<br>stellung | Zwischen-<br>total<br>EGW | Fremd-<br>wasser<br>EGW 50%<br>(Messung<br>2017) | Total<br>EGW  | Betriebskosten-<br>anteil |                 | Betriebskosten-<br>anteile<br>2018<br>(Verrechnung) | Vergleichs-<br>kosten<br>2017 |
|------------------|-------------------------|--------------------------------|--|--|---------------------------|--|---------------|---------------------------|-----------------|---|-------------------------------|
|                  | (A)                     | (B)                            | (C = A - B)  | (D)  | (E=C+D)                   | (F)  | (G=E+F)       | (H) %                     | %               | (I) CHF   | (J) CHF                       |
| Vaduz            | 5'526                   | 30                             | 5'496  | 1'332  | 6'828                     | 1'159  | 7'987         | 10.12                     | (9.62)          | 321'742.34  | (293'144.08)                  |
| Balzers          | 4'590                   | 56                             | 4'534  | 1'614  | 6'148                     | 842  | 6'990         | 8.86                      | (8.60)          | 281'579.93  | (261'928.24)                  |
| Planken          | 456                     | 0                              | 456  | 0  | 456                       | 101  | 557           | 0.71                      | (0.70)          | 22'437.77   | (21'208.30)                   |
| Schaan           | 6'039                   | 25                             | 6'014  | 19'091   | 25'105                    | 524  | 25'629        | 32.47                     | (33.54)         | 1'032'419.48  | (1'022'039.75)                |
| Triesen          | 5'156                   | 16                             | 5'140  | 608  | 5'748                     | 1'360  | 7'108         | 9.01                      | (8.89)          | 286'333.36  | (270'858.05)                  |
| Triesenberg      | 2'608                   | 0                              | 2'608  | 462  | 3'070                     | 624  | 3'694         | 4.68                      | (4.71)          | 148'806.33  | (143'377.32)                  |
| Eschen           | 4'385                   | 27                             | 4'358  | 6'276  | 10'634                    | 2'046  | 12'680        | 16.07                     | (16.10)         | 510'791.64  | (490'562.14)                  |
| Gamprin          | 1'658                   | 7                              | 1'651  | 2'704  | 4'355                     | 402  | 4'757         | 6.03                      | (5.94)          | 191'627.43  | (180'905.62)                  |
| Mauren           | 4'344                   | 1                              | 4'343  | 183  | 4'526                     | 608  | 5'134         | 6.50                      | (6.46)          | 206'814.22  | (196'956.18)                  |
| Ruggell          | 2'268                   | 20                             | 2'248  | 277  | 2'525                     | 693  | 3'218         | 4.08                      | (3.98)          | 129'631.51  | (121'129.78)                  |
| Schellenberg     | 1'084                   | 23                             | 1'061  | 0  | 1'061                     | 110  | 1'171         | 1.48                      | (1.47)          | 47'171.69   | (44'841.50)                   |
| <b>T o t a l</b> | <b>38'114</b>           | <b>205</b>                     | <b>37'909</b>  | <b>32'547</b>  | <b>70'456</b>             | <b>8'469</b>                                     | <b>78'925</b> | <b>100.00</b>             | <b>(100.00)</b> | <b>3'179'355.70</b>                                 | <b>(3'046'950.94)</b>         |

| Jahr | Aufwand CHF  | (% z. Vorjahr) | Budget CHF   | Legende                             |
|------|--------------|----------------|--------------|-------------------------------------|
| 2019 |              |                | 3'180'000.00 |                                     |
| 2018 | 3'179'355.70 | (+4.3%)        | 3'390'000.00 |                                     |
| 2017 | 3'046'950.94 | (+13.31%)      | 3'475'000.00 |                                     |
| 2016 | 2'688'954.85 | (+0.18%)       | 3'125'000.00 | ( ) Vorjahreszahlen                 |
| 2015 | 2'684'194.20 | (-29.01%)      | 3'195'000.00 | EGW = Einwohnergleichwert           |
| 2014 | 3'780'947.65 | (+30.6%)       | 4'530'000.00 |                                     |
| 2013 | 2'894'760.38 | (-4.55%)       | 3'381'000.00 |                                     |
| 2012 | 3'033'052.84 | (- 5.26%)      | 3'385'000.00 |                                     |
| 2011 | 3'201'581.10 | (+11.6%)       | 3'320'000.00 |                                     |
| 2010 | 2'868'613.28 | (-3.5% )       | 3'179'000.00 |                                     |
| 2009 | 2'962'130.49 | (+9.8%)        | 3'150'000.00 |                                     |
| 2008 | 2'698'635.56 | (+11.4%)       | 3'240'000.00 |                                     |
| 2007 | 2'421'327.15 | (-5.9%)        | 3'182'000.00 | Betriebskosten pro EGW 2018         |
| 2006 | 2'572'994.47 | (-16.4%)       | 3'191'000.00 | Betriebskosten pro m3 Abwasser 2018 |
| 2005 | 2'994'468.20 | (-1.6%)        | 3'734'500.00 |                                     |

CHF 45.13 (43.10)  
Rp. 35.62 (28.98)

**Betriebsaufwand 2018 CHF 3'179'355.70**

## 8 Finanzen Ausblick

### 8.1 Betriebskostenbudget 2019

| Pos. | AUFWAND                                    | 2018<br>IST         | 2018<br>Budget      | 2019<br>Budget      |
|------|--|---------------------|---------------------|---------------------|
| 01   | Personalaufwand                            | 951'831.95          | 1'000'000.00        | 1'000'000.00        |
| 02   | Kranken- und Unfallgelder                  | 0.00                | 0.00                | 0.00                |
| 03   | Sitzungsgelder Betriebskommission          | 8'350.00            | 9'000.00            | 9'000.00            |
| 04   | Übrige Personalkosten                      | 22'973.41           | 40'000.00           | 40'000.00           |
| 05   | Bankzinsen und -spesen                     | 672.99              | 600.00              | 600.00              |
| 06   | UR Einrichtungen/Maschinen Wasserstrasse   | 572'717.95          | 430'000.00          | 220'000.00          |
| 07   | UR Einrichtungen/Maschinen Schlammstrasse  | 188'800.67          | 200'000.00          | 200'000.00          |
| 08   | Betriebs-, Unterhalts-, Reinigungsmaterial | 36'755.21           | 45'000.00           | 45'000.00           |
| 09   | Mobilien und Werkzeuge                     | 51'669.61           | 40'000.00           | 45'000.00           |
| 10   | Kanalspülung/Kanalreparaturen              | 87'486.08           | 110'000.00          | 185'000.00          |
| 11   | Aufwand Gasmotoren/Service/Öl              | 2'409.02            | 10'000.00           | 10'000.00           |
| 12   | UR Gebäude/Becken/Umgebung                 | 81'999.97           | 45'000.00           | 85'000.00           |
| 13   | UR Fahrzeuge/Stapler                       | 38'115.12           | 45'000.00           | 115'000.00          |
| 14   | Rechengut- und Sandbeseitigung             | 55'959.07           | 45'000.00           | 55'000.00           |
| 15   | Entsorgung Trockenklärschlamm, Holcim AG   | 39'994.65           | 55'000.00           | 45'000.00           |
| 16   | Öffentlichkeitsarbeit/Foto/Film            | 3'943.50            | 12'000.00           | 80'000.00           |
| 17   | Untersuchungen/Expertisen                  | 16'983.40           | 20'000.00           | 20'000.00           |
| 18   | Beratung, Ingenieur-Honorar und Arbeiten   | 72'781.75           | 60'000.00           | 60'000.00           |
| 19   | Baurechtszinsen ARA Bendern                | 35'304.90           | 36'000.00           | 36'000.00           |
| 20   | Div.Aufwand, Besuche, Spesen, Bewachung    | 7'376.45            | 12'000.00           | 12'000.00           |
| 21   | Düker Bendern Einlauf- und Auslaufbauwerk  | 629.94              | 900.00              | 900.00              |
| 22   | Div. Sandfänge entleeren                   | 6'407.20            | 11'000.00           | 10'000.00           |
| 23   | RKB Pritschen Mauren                       | 1'946.65            | 4'000.00            | 4'000.00            |
| 24   | RKB Untermahd Mauren                       | 92.25               | 1'200.00            | 1'200.00            |
| 25   | RKB Schwarzsträssle Eschen                 | 469.45              | 2'400.00            | 2'400.00            |
| 26   | RKB Fluxbüchel Eschen                      | 251.10              | 1'500.00            | 1'500.00            |
| 27   | RKB Limsenegg Ruggell                      | 1'256.45            | 3'000.00            | 3'000.00            |
| 28   | Speicherkanal Badäl Gamprin                | 783.20              | 1'000.00            | 1'000.00            |
| 29   | RKB und Schuppen Brühlgasse Eschen         | 4'306.60            | 2'000.00            | 2'000.00            |
| 30   | PW und RKB Widau Ruggell                   | 16'239.10           | 30'000.00           | 30'000.00           |
| 31   | PW Oberau Ruggell                          | 5'176.65            | 15'000.00           | 15'000.00           |
| 32   | PW Hinterschellenberg                      | 5'328.04            | 7'500.00            | 7'500.00            |
| 33   | RKB Rietacker Schaan                       | 59'590.70           | 65'000.00           | 7'000.00            |
| 34   | PW und RKB Brühlgraben Gamprin             | 205'241.14          | 190'000.00          | 120'000.00          |
| 35   | PW und RKB Birka Mauren                    | 30'977.95           | 90'000.00           | 20'000.00           |
| 36   | RKB Nendeln                                | 61'892.06           | 84'000.00           | 6'000.00            |
| 37   | Andere RKB und PW (Gemeindeanlagen)        | 15'154.13           | 23'000.00           | 25'000.00           |
| 38   | Sachversicherungen                         | 35'910.80           | 47'000.00           | 40'000.00           |
| 39   | Strom                                      | 469'924.70          | 490'000.00          | 530'000.00          |
|      | <b>Übertrag</b>                            | <b>3'197'703.81</b> | <b>3'283'100.00</b> | <b>3'089'100.00</b> |

|  |                            |                            |                            |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Hertrag</b>                             | <b>3'197'703.81</b>        | <b>3'283'100.00</b>        | <b>3'089'100.00</b>        |
| 40 Heizöl/Erdgas/Wärme                     | 237'443.00                 | 270'000.00                 | 270'000.00                 |
| 41 Wasser/Abwasser                         | 2'572.35                   | 4'000.00                   | 4'000.00                   |
| 42 Chemikalien                             | 263'742.84                 | 280'000.00                 | 280'000.00                 |
| 43 Sonstiger Betriebsaufwand               | 3'055.00                   | 4'000.00                   | 4'000.00                   |
| 44 Buchführung/Revision/Beratung           | 20'613.60                  | 18'000.00                  | 18'000.00                  |
| 45 Jahresberichte/DV                       | 7'995.85                   | 10'000.00                  | 9'000.00                   |
| 46 Sonstiger Verwaltungsaufwand            | 17'603.00                  | 18'000.00                  | 18'000.00                  |
| 47 Kursdifferenz/ausserordentliche Erträge | <u>-15'197.65</u>          | <u>0.00</u>                | <u>0.00</u>                |
| <b>Total Aufwand</b>                       | <b><u>3'735'531.80</u></b> | <b><u>3'887'100.00</u></b> | <b><u>3'692'100.00</u></b> |

| <b>ERTRAG</b>                           | <b>2018</b>                | <b>2018</b>                | <b>2019</b>                |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Pos.                                    | IST                        | Budget                     | Budget                     |
| 01 Erlös ausgeführte Arbeiten           | 59'490.40                  | 40'000.00                  | 45'000.00                  |
| 02 Erlös Honorar Verrechnungsstelle AGL | 45'000.00                  | 45'000.00                  | 45'000.00                  |
| 03 Erlös aus Strom- und Klärgasverkauf  | 420'549.90                 | 370'000.00                 | 380'000.00                 |
| 04 Erlös aus sonstigen Betriebserträgen | 25'688.65                  | 40'000.00                  | 40'000.00                  |
| 05 Abwassergebühren HSB-Feldkirch       | 3'448.00                   | 2'000.00                   | 2'000.00                   |
| 06 Zinsertrag                           | 0.00                       | 100.00                     | 100.00                     |
| 07 Kostenrückerstattung Versicherungen  | <u>1'999.15</u>            | <u>0.00</u>                | <u>0.00</u>                |
| <b>Total betrieblicher Ertrag</b>       | <b><u>556'176.10</u></b>   | <b><u>497'100.00</u></b>   | <b><u>512'100.00</u></b>   |
| <b>Betriebsaufwand-Umlage</b>           | <b><u>3'179'355.70</u></b> | <b><u>3'390'000.00</u></b> | <b><u>3'180'000.00</u></b> |
| <b>Total Betriebsumlagen</b>            | <b><u>3'735'531.80</u></b> | <b><u>3'887'100.00</u></b> | <b><u>3'692'100.00</u></b> |

(Alle Beträge sind exkl. MWST)

## 8.2 Verteilschlüssel für Betriebskostenbudget 2019

(geschätzt)

| Gemeinden    | %             | Betriebskostenbudget 2019<br>CHF |
|--------------|---------------|----------------------------------|
| Vaduz        | 9.6%          | 305'280.00                       |
| Balzers      | 8.6%          | 273'480.00                       |
| Planken      | 0.7%          | 22'260.00                        |
| Schaan       | 33.5%         | 1'065'300.00                     |
| Triesen      | 8.9%          | 283'020.00                       |
| Triesenberg  | 4.7%          | 149'460.00                       |
| Eschen       | 16.1%         | 511'980.00                       |
| Gamprin      | 5.9%          | 187'620.00                       |
| Mauren       | 6.5%          | 206'700.00                       |
| Ruggell      | 4.0%          | 127'200.00                       |
| Schellenberg | 1.5%          | 47'700.00                        |
| <b>Total</b> | <b>100.0%</b> | <b>3'180'000.00</b>              |

Alle Beträge exkl. MWST

**Total Betriebskostenbudget 2019**

**CHF 3'180'000.00**

### 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.

### 8.3 Investitionsbudget 2019

| Investitionsbudget 2019   |                 |  |                                 |                        |                                      |                            |  |
|---|-----------------|--|---------------------------------|------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--|
| Projekte  | neu/<br>laufend | Bauprojekte<br>Gesamtkostenvoranschlag |                                 |                        |                                      | Investitionsbudget<br>2019 |  |
|   |                 | Projektgenehmigung<br>Jahr             | KV gemäss<br>Projektgenehmigung | KV<br>teuerungsbedingt | Einzug<br>Gemeinden<br>bis Ende 2018 |                            |  |
| Neubau HSK-2 Triesen, Arg-Hoval                                 | laufend         | 2015                                   | CHF 7'500'000.00                | CHF 7'500'000.00       | CHF 6'005'000.00                     | CHF -                      |  |
| Erneuerung HSK-Hinterschellenberg,<br>Bereich St. Georg Strasse | laufend         | 2016                                   | CHF 195'000.00                  | CHF 195'000.00         | CHF 195'000.00                       | CHF -                      |  |
| HSK Nendeln-Esche, Düker  | neu             | 2018                                   | CHF 190'000.00                  | CHF 190'000.00         | CHF 50'000.00                        | CHF 140'000.00             |  |
| Verlegung PW Oberau   | neu             |  |                                 |                        | CHF 125'000.00                       | CHF 110'000.00             |  |
| Erneuerung HSK Ruggell-Bendern,<br>Oberau-Mühlegass             | neu             |  |                                 |                        | CHF 125'000.00                       | CHF -                      |  |
| <b>TOTAL</b>  |                 |  | CHF 7'885'000.00                | CHF 7'885'000.00       | CHF 6'500'000.00                     | <b>CHF 250'000.00</b>      |  |

(Alle Beträge sind inkl. MWST)

## 8.4 Budgetierter Investitionskostenverteiler 2019

### Investitionskosten (Gemeindeanteile)

| Gemeinden    | %              | Investitionskostenbudget 2019<br>CHF |
|--------------|----------------|--------------------------------------|
| Vaduz        | 12.15%         | 30'375.00                            |
| Balzers      | 10.77%         | 26'925.00                            |
| Planken      | 0.92%          | 2'300.00                             |
| Schaan       | 23.53%         | 58'825.00                            |
| Triesen      | 10.90%         | 27'250.00                            |
| Triesenberg  | 5.73%          | 14'325.00                            |
| Eschen       | 14.60%         | 36'500.00                            |
| Gamprin      | 5.72%          | 14'300.00                            |
| Mauren       | 8.79%          | 21'975.00                            |
| Ruggell      | 4.68%          | 11'700.00                            |
| Schellenberg | 2.21%          | 5'525.00                             |
| <b>Total</b> | <b>100.00%</b> | <b>250'000.00</b>                    |

Alle Beträge inkl. MWST

**Total Investitionen 2019**

**CHF 250'000.00**

#### 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.

## 8.5 Übersicht Investitionskostenverteiler 2019 – 2023 inkl. Gemeindeanteile

### Gesamtinvestitionen (Stand August 2018):

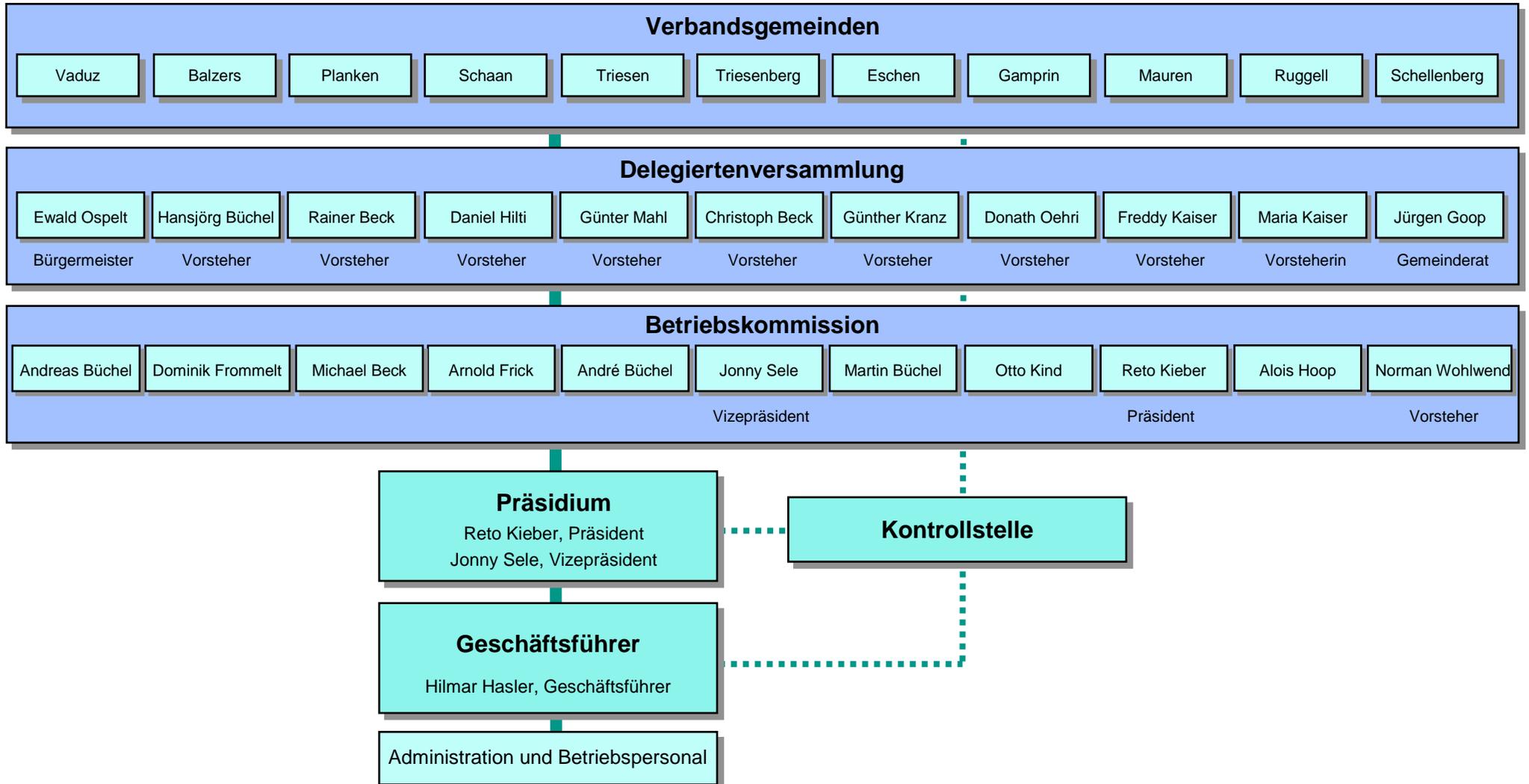
- ⇒ HSK Nendeln-Esche, Düker (2019)
- ⇒ Verlegung PW Oberau (2019-2022)
- ⇒ Erneuerung HSK Ruggell-Bendern, Oberau-Mühlegass (2019-2022)

| Gemeinden    | Kostenverteiler<br>% | 2019              | 2020                | 2021                | 2022                | 2023                |
|--------------|----------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|              |                      | CHF               | CHF                 | CHF                 | CHF                 | CHF                 |
| Vaduz        | 12.15                | 30'375.00         | 182'250.00          | 303'750.00          | 243'000.00          | 243'000.00          |
| Balzers      | 10.77                | 26'925.00         | 161'550.00          | 269'250.00          | 215'400.00          | 215'400.00          |
| Planken      | 0.92                 | 2'300.00          | 13'800.00           | 23'000.00           | 18'400.00           | 18'400.00           |
| Schaan       | 23.53                | 58'825.00         | 352'950.00          | 588'250.00          | 470'600.00          | 470'600.00          |
| Triesen      | 10.90                | 27'250.00         | 163'500.00          | 272'500.00          | 218'000.00          | 218'000.00          |
| Triesenberg  | 5.73                 | 14'325.00         | 85'950.00           | 143'250.00          | 114'600.00          | 114'600.00          |
| Eschen       | 14.60                | 36'500.00         | 219'000.00          | 365'000.00          | 292'000.00          | 292'000.00          |
| Gamprin      | 5.72                 | 14'300.00         | 85'800.00           | 143'000.00          | 114'400.00          | 114'400.00          |
| Mauren       | 8.79                 | 21'975.00         | 131'850.00          | 219'750.00          | 175'800.00          | 175'800.00          |
| Ruggell      | 4.68                 | 11'700.00         | 70'200.00           | 117'000.00          | 93'600.00           | 93'600.00           |
| Schellenberg | 2.21                 | 5'525.00          | 33'150.00           | 55'250.00           | 44'200.00           | 44'200.00           |
| <b>Total</b> | <b>100.00%</b>       | <b>250'000.00</b> | <b>1'500'000.00</b> | <b>2'500'000.00</b> | <b>2'000'000.00</b> | <b>2'000'000.00</b> |

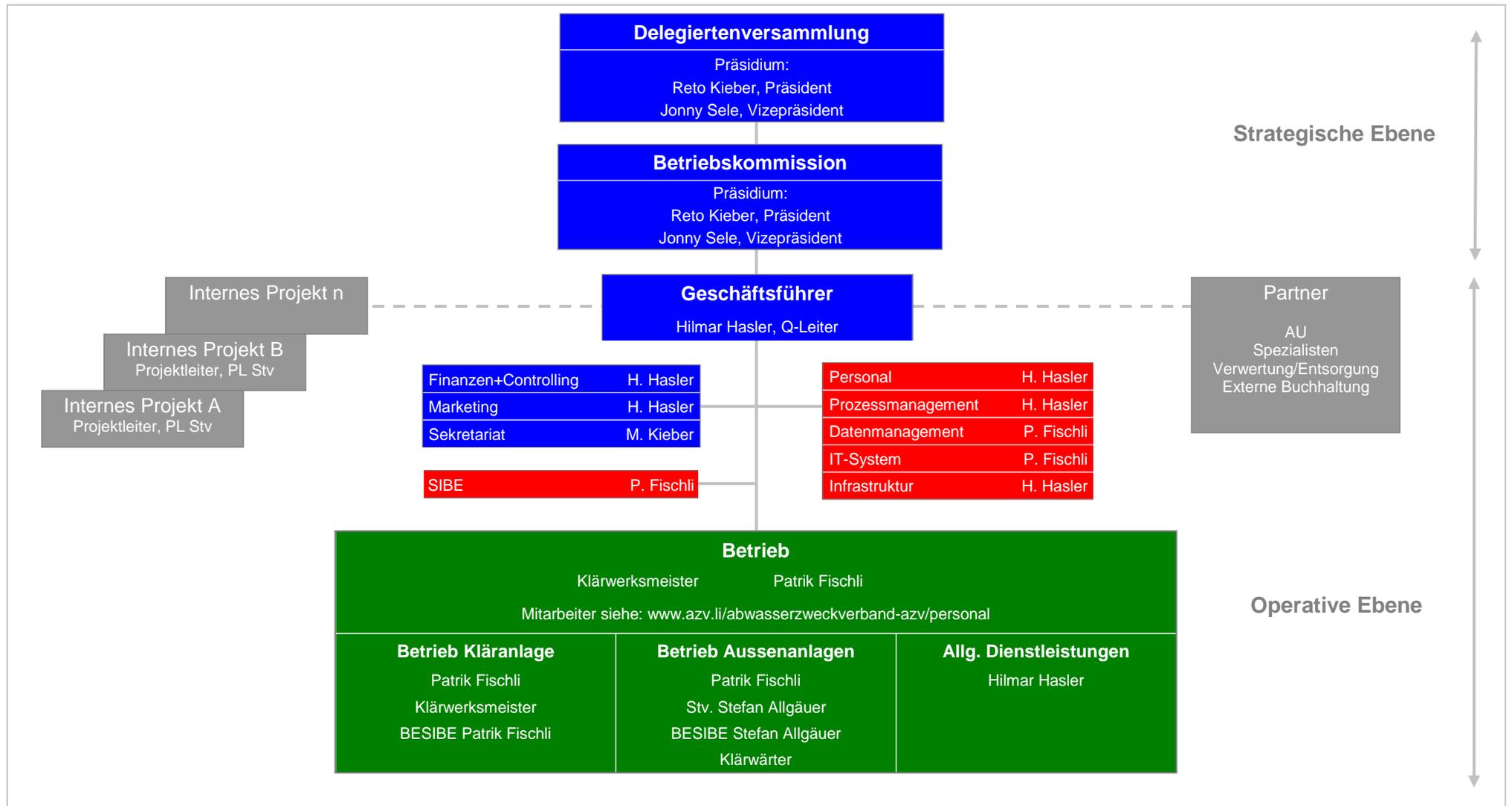
Alle Beträge inkl. MWST

## 9 Personelles

### 9.1 Organigramm AZV



## 9.2 Organigramm Betrieb



### 9.3 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 (70%)       | Mauren  | seit 1. April 2017     |
| Matthias Fischli, Klärwart             | Gamprin | seit 1. September 2017 |



## 9.4 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.

|   |  |
|---|--|
| 07. Februar 2018<br>Markus, Mario                                     | Kurs "Baubegleitende Erstprüfung und Störungssuche"<br>Liechtensteinische Kraftwerke   |
| 07. März 2018<br>Markus, Mario  | Electro Suisse Tagung Erstprüfung gemäss NIN   |
| 12.- 16. März 2018<br>Matthias  | VSA-Kurs A1 für Klärwerkfachleute  |
| 03.- 07. September 2018<br>Matthias                                   | VSA-Kurs A2 für Klärwerkfachleute  |
| 20. September 2018<br>Hilmar  | VSA Fachtagung "Finanzierung der Abwasserentsorgung"                                   |
| 02. November 2018<br>Matthias   | VSA - Prüfung Grundausbildung A1/A2  |
| 27. November 2018<br>Markus, Matthias, Patrik, Yves,<br>Stefan, Mario | Kurs Ladungssicherung für Strassenfahrzeuge<br>BWK Ingenieurbüro für Arbeitssicherheit |

## 9.5 Jubiläen

|                |                 |                      |
|----------------|-----------------|----------------------|
| Hilmar Hasler  | Geschäftsführer | 15-jähriges Jubiläum |
| Patrik Fischli | Klärwerkmeister | 10-jähriges Jubiläum |
| Siegrun Kind   | Büroreinigung   | 10-jähriges Jubiläum |

## 10 ISO-Zertifizierung 9001:2015

Nach der erfolgreichen ISO-Zertifizierung am 12. November 2003 erfolgte am 26. Juni 2018 ein Rezertifizierungsaudit nach der neuen Norm ISO 9001:2015 durch die liechtensteinische Gesellschaft für Qualitätssicherungs-Zertifikate AG (LQS).

Eine detaillierte und umfassende Unternehmensbewertung, das im Juni 2018 durchgeführte interne Audit, sowie die Identifizierung aller Mitarbeiter mit dem Managementsystem, waren die Gewährleistung für die Erfüllung der Normanforderungen ISO 9001:2015.

Zitate aus dem Auditbericht:

„Die strategische und operative Führung erfolgt so, dass eine langfristige gesunde Entwicklung des Abwasserzweckverbandes der Gemeinden Liechtensteins gewährleistet ist.“

„Die Leitung und die Mitarbeitenden identifizieren sich mit dem Managementsystem als Führungstool zur effizienten und systematischen Abwicklung der anfallenden Geschäftsprozesse. Die Prozesse und deren Verknüpfung werden laufend auf die zukünftigen Anforderungen hin ausgebaut und optimiert.“

„Positiv aufgefallen ist unter anderem: Die hohe Fachkompetenz der auditierten Mitarbeitenden und die hohe gelebte Kultur unter den Mitarbeitenden.“



**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. Wasmer, Präsident LQS

  
H. Rizzi, Geschäftsführer LQS

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

  
LIECHTENSTEIN  
QUALITÄTSSICHERUNG  
ABWASSERZWECKVERBAND

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

## 11 Öffentlichkeitsarbeit

### 11.1 Besucher

Im Geschäftsjahr 2018 konnten wir auf der ARA Bendern 8 Besuchergruppen mit total 151 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.

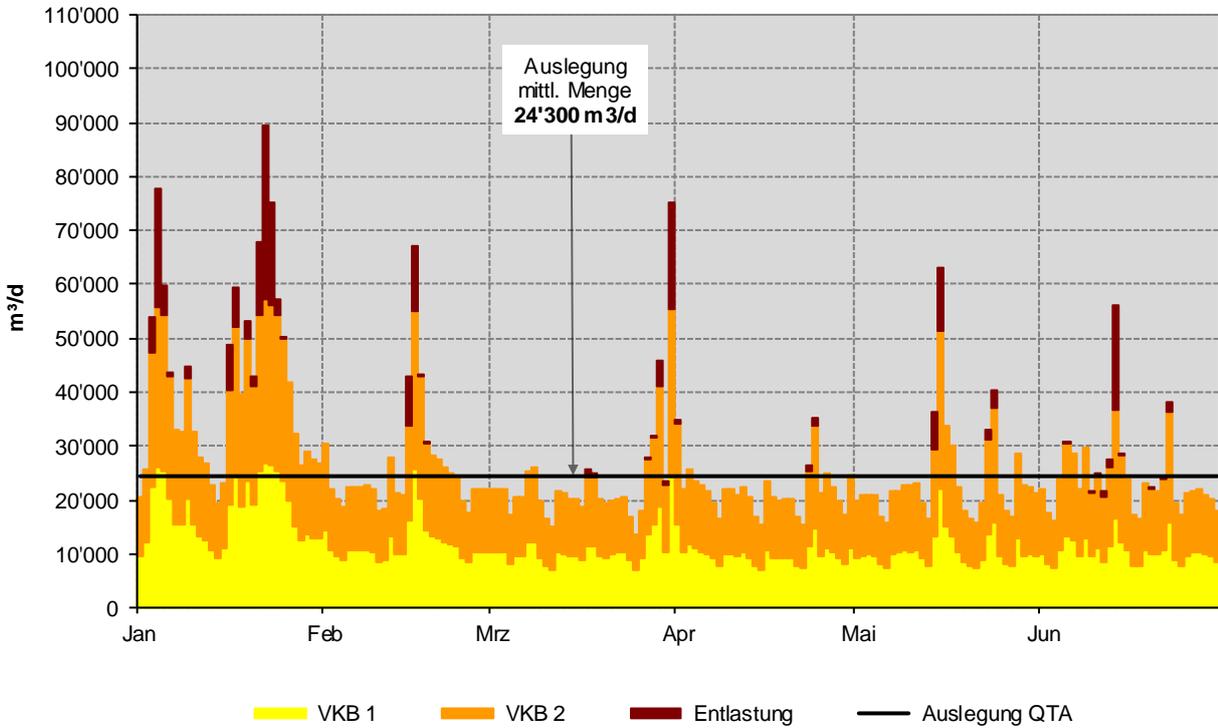




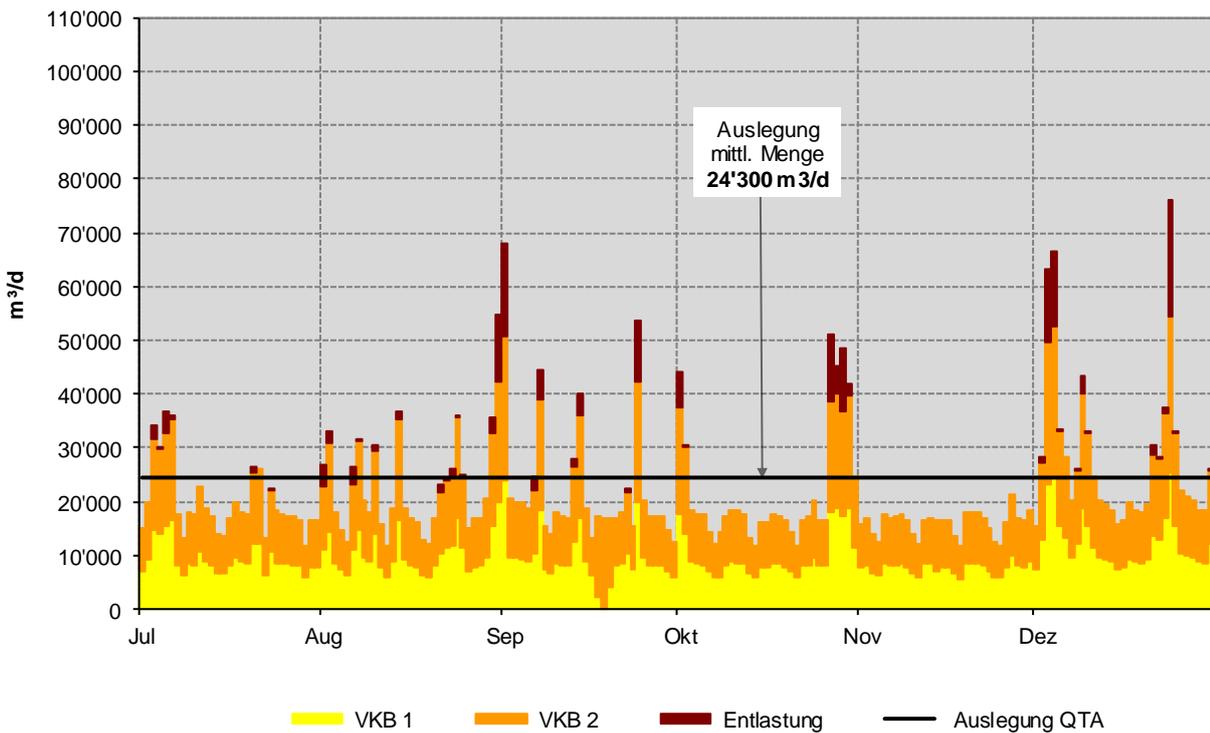
## 12 Anhang

### 12.1 Diagramme

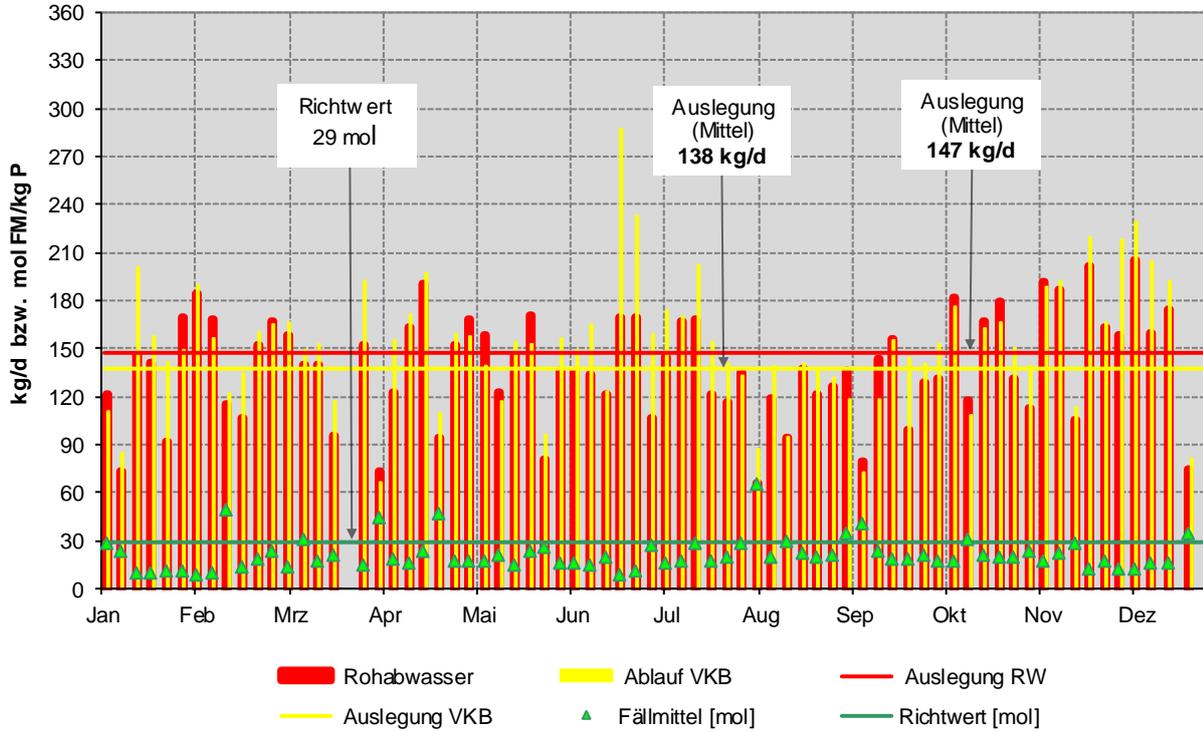
Zulauf Menge  
VKB 1 - VKB 2 - Entlastung (Jan-Juni)  
Betriebsdaten



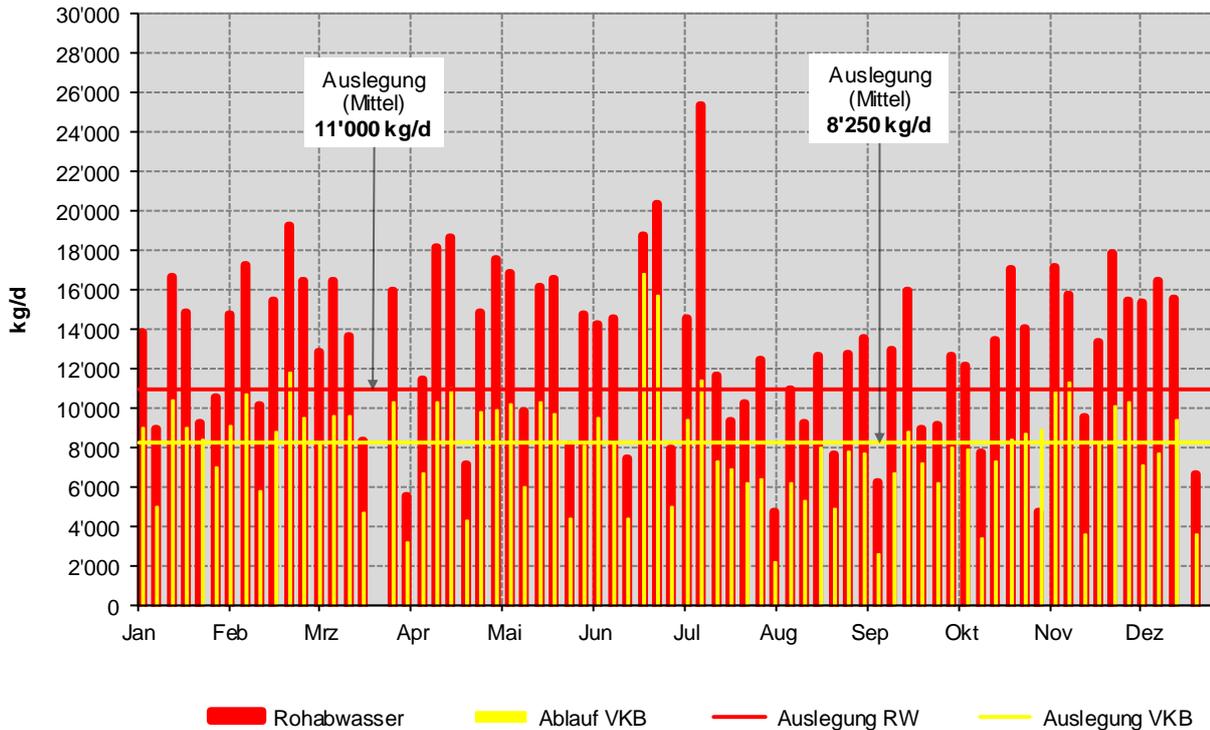
Zulauf Menge  
VKB 1 - VKB 2 - Entlastung (Juli-Dez)



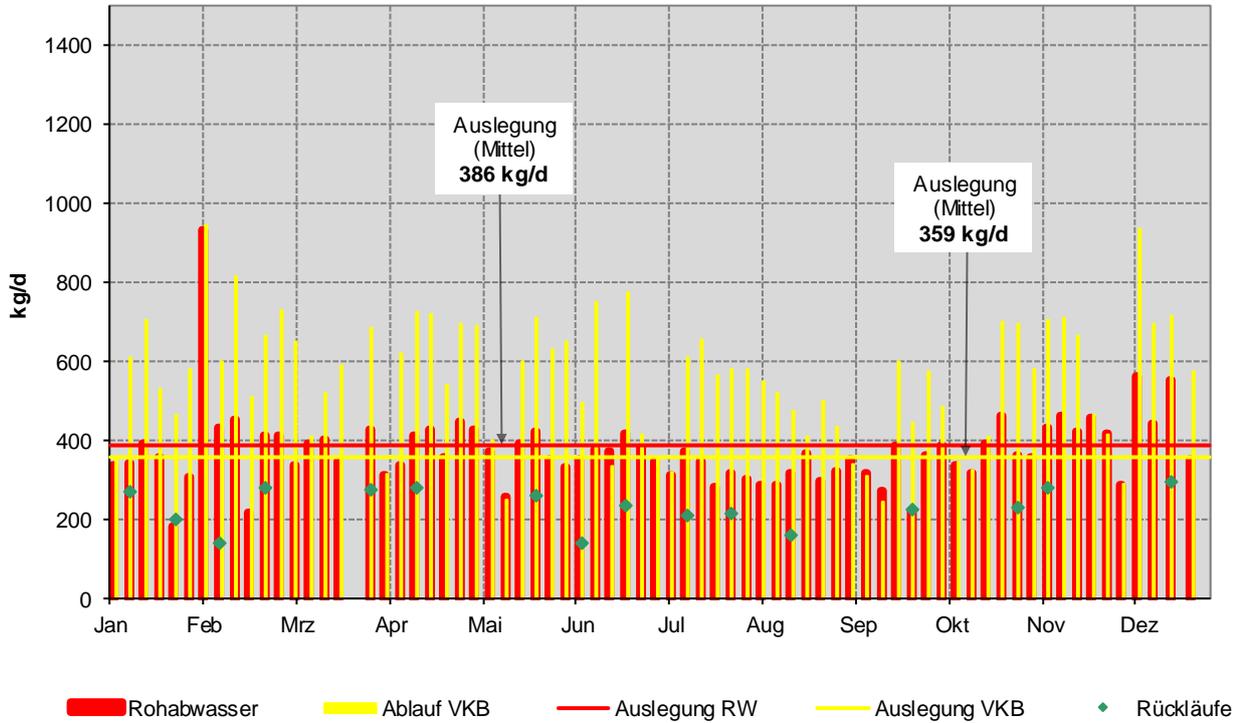
Fracht Zulauf u. P-fällung Gesamt Phosphor (P)  
Rohabwasser (RW) - Vorklärung (VKB)



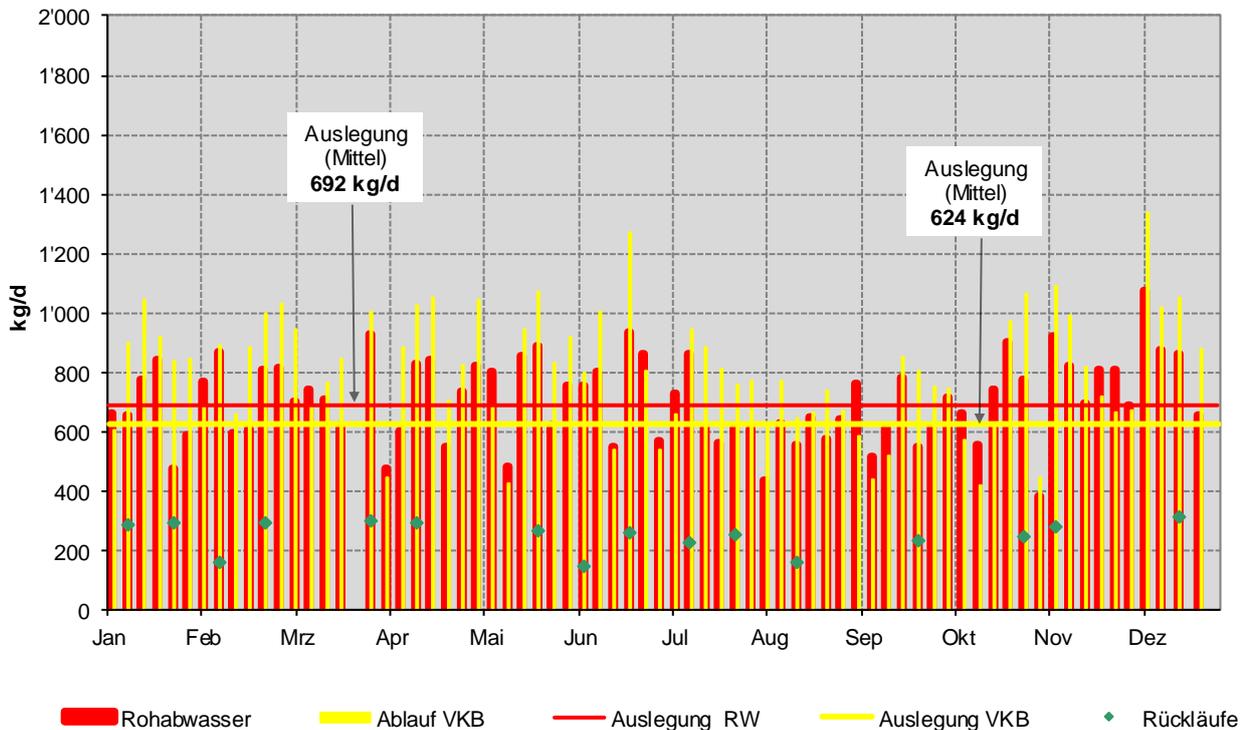
Fracht Zulauf Chem. Sauerstoffbedarf (CSB)  
Rohabwasser (RW) - Vorklärung (VKB)



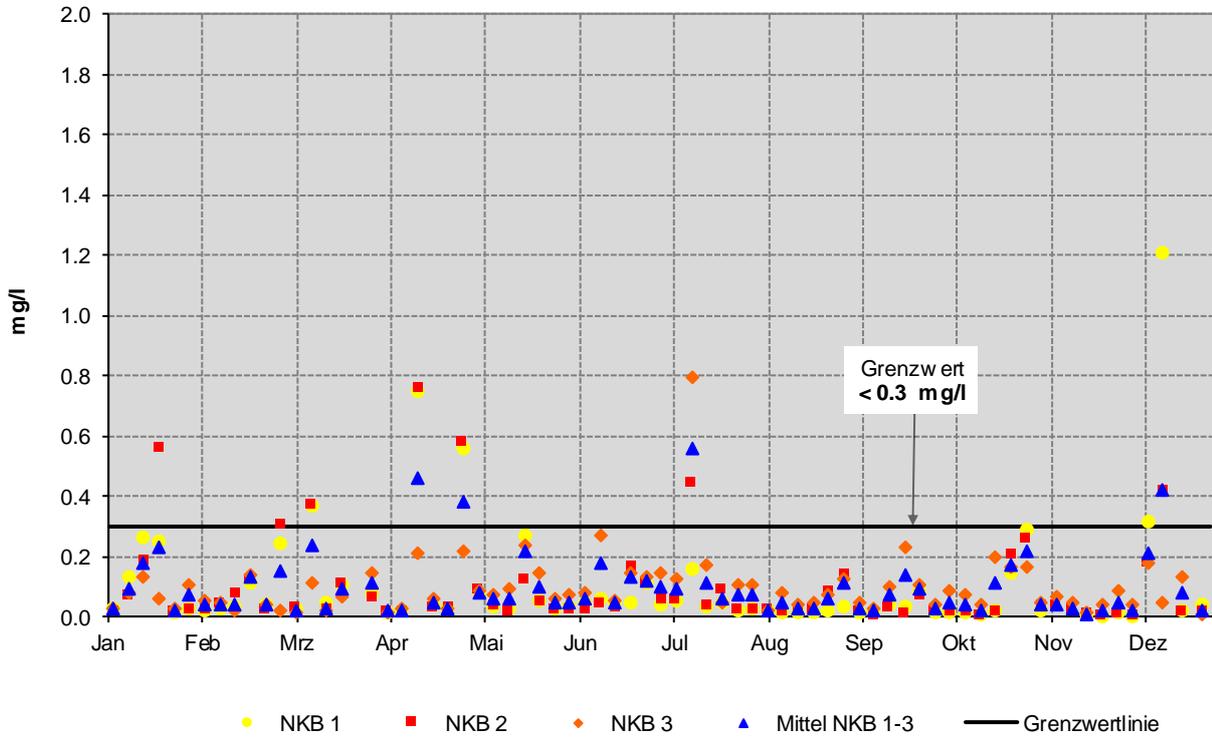
Fracht Zulauf Ammonium (NH<sub>4</sub>-N)  
Rohabwasser (RW) - Vorklärung (VKB)



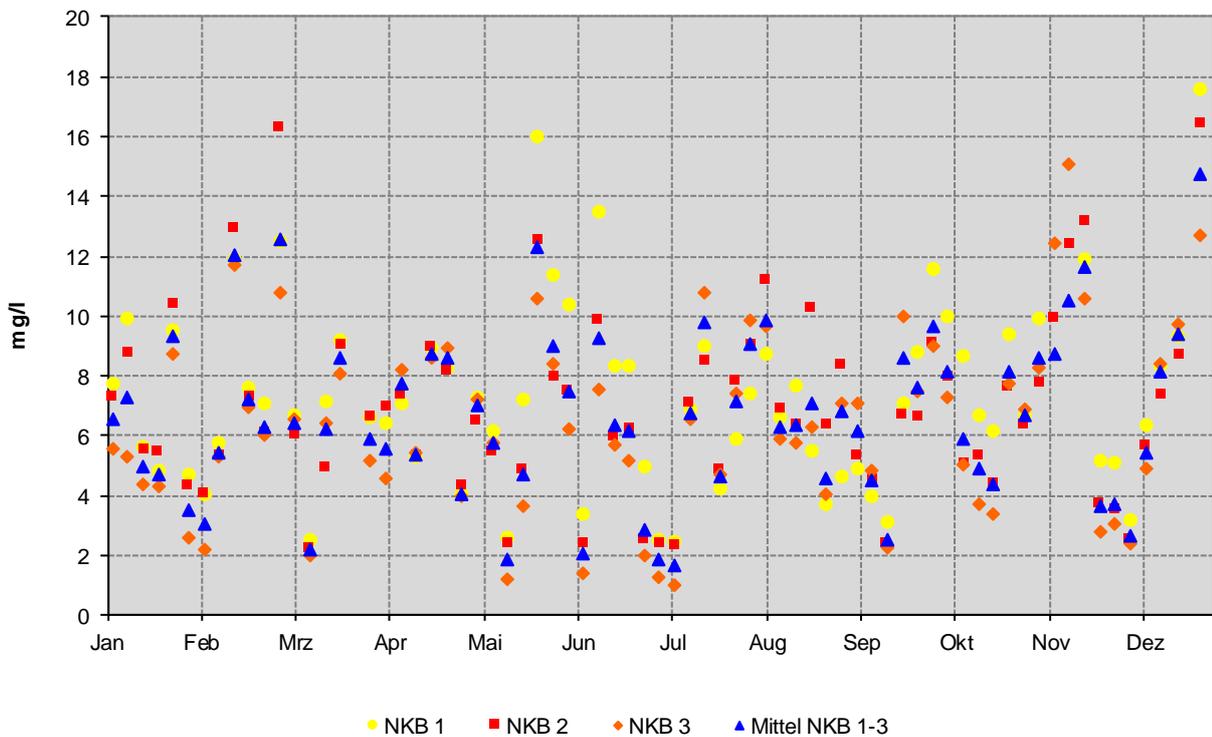
Fracht Zulauf Gesamt Stickstoff (N)  
Rohabwasser (RW) - Vorklärung (VKB)



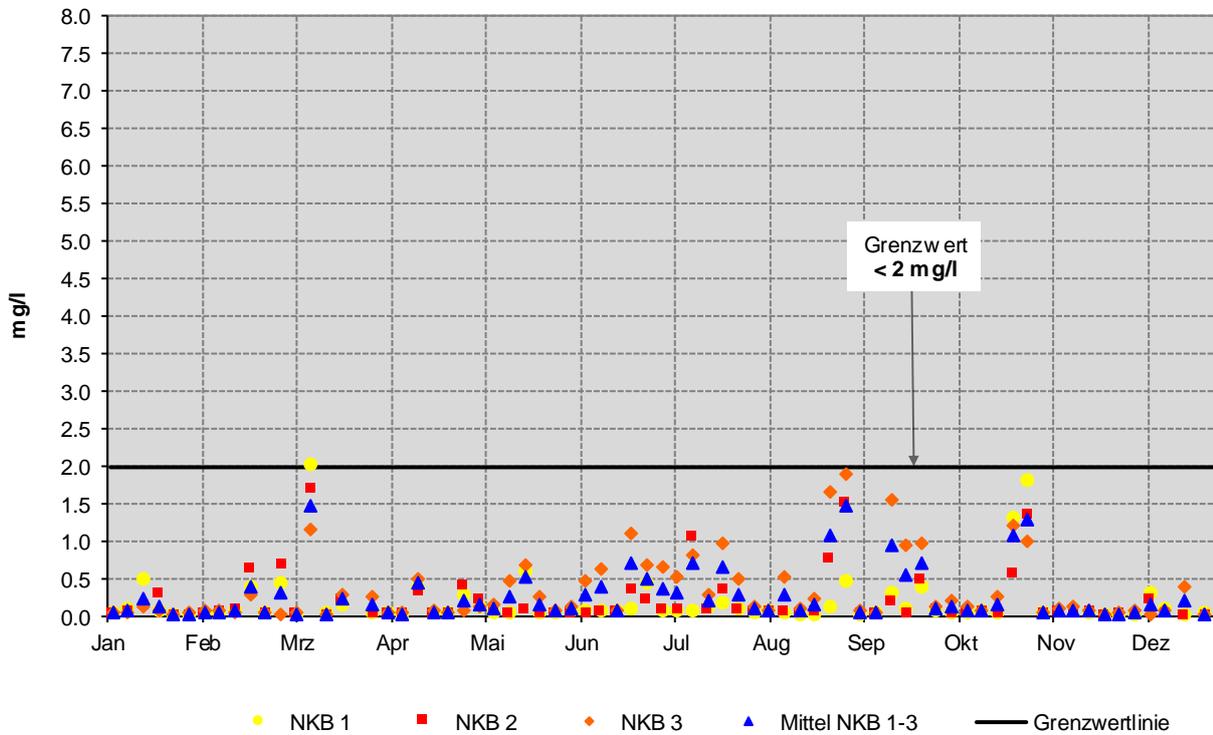
### Konzentration Ablauf Nitrit (NO<sub>2</sub>-N)



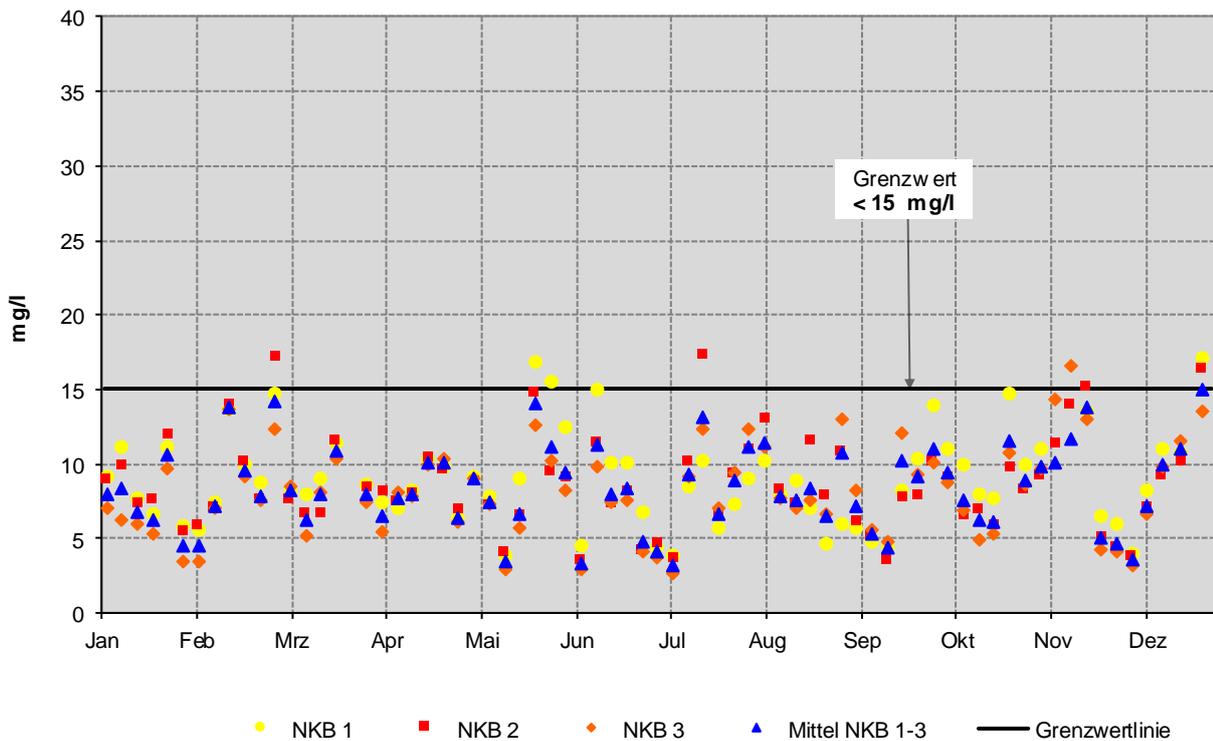
### Konzentration Ablauf Nitrat (NO<sub>3</sub>-N)



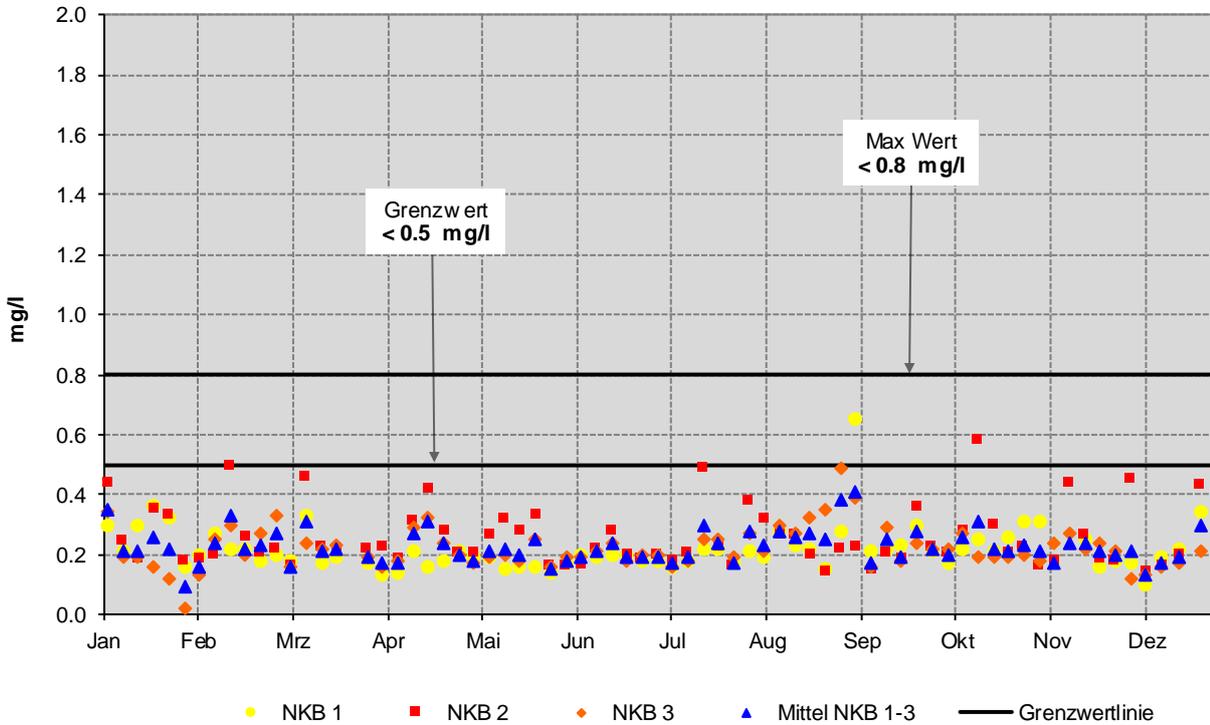
### Konzentration Ablauf Ammonium (NH<sub>4</sub>-N)



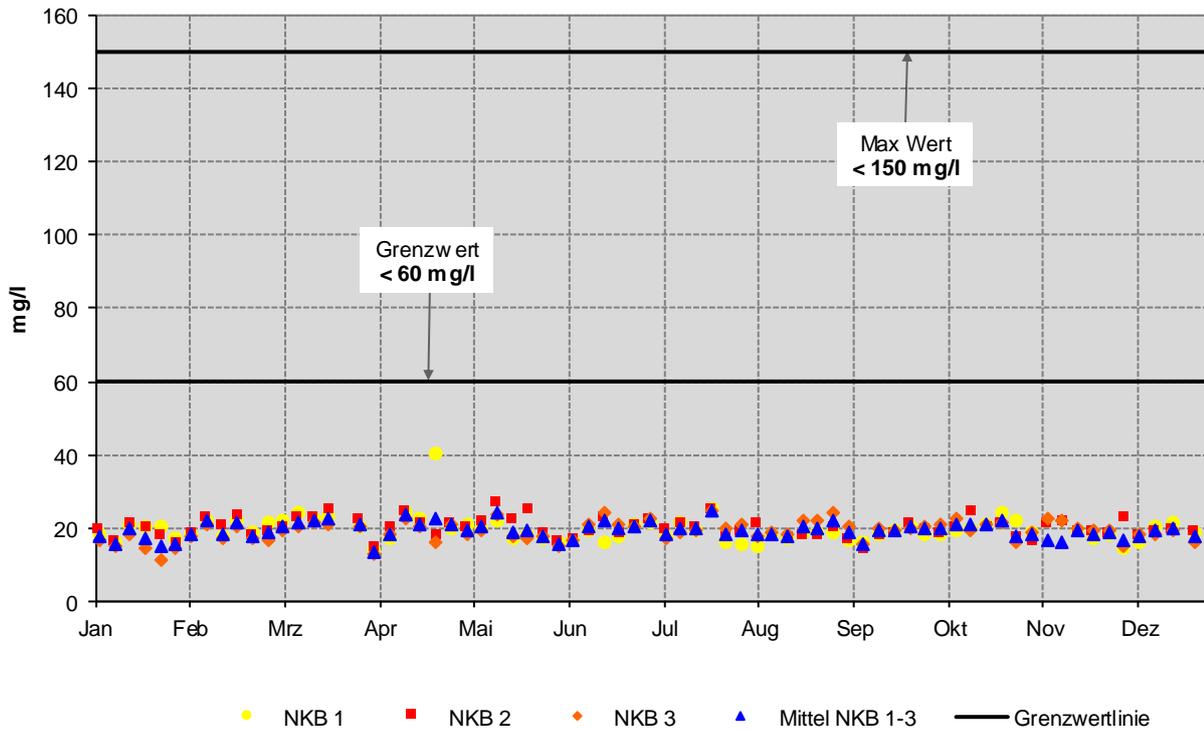
### Konzentration Ablauf Gesamt Stickstoff (N)



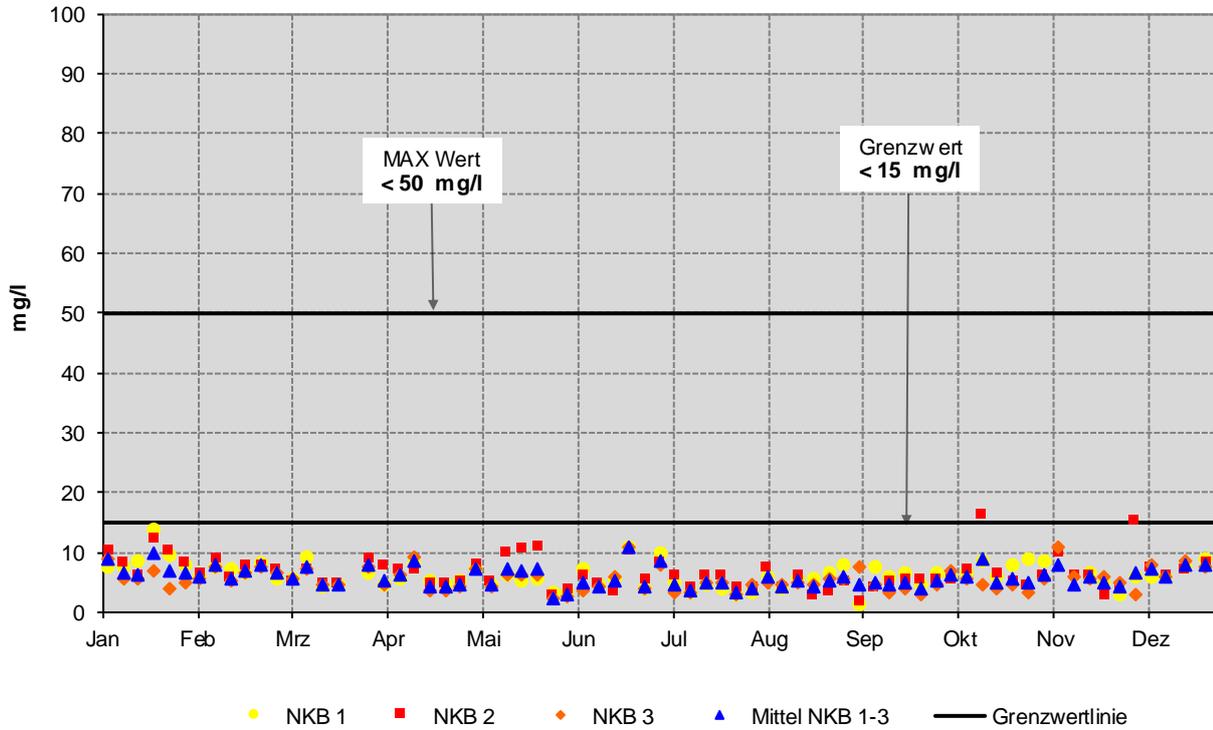
Konzentration Ablauf  
Gesamt Phosphor (P)



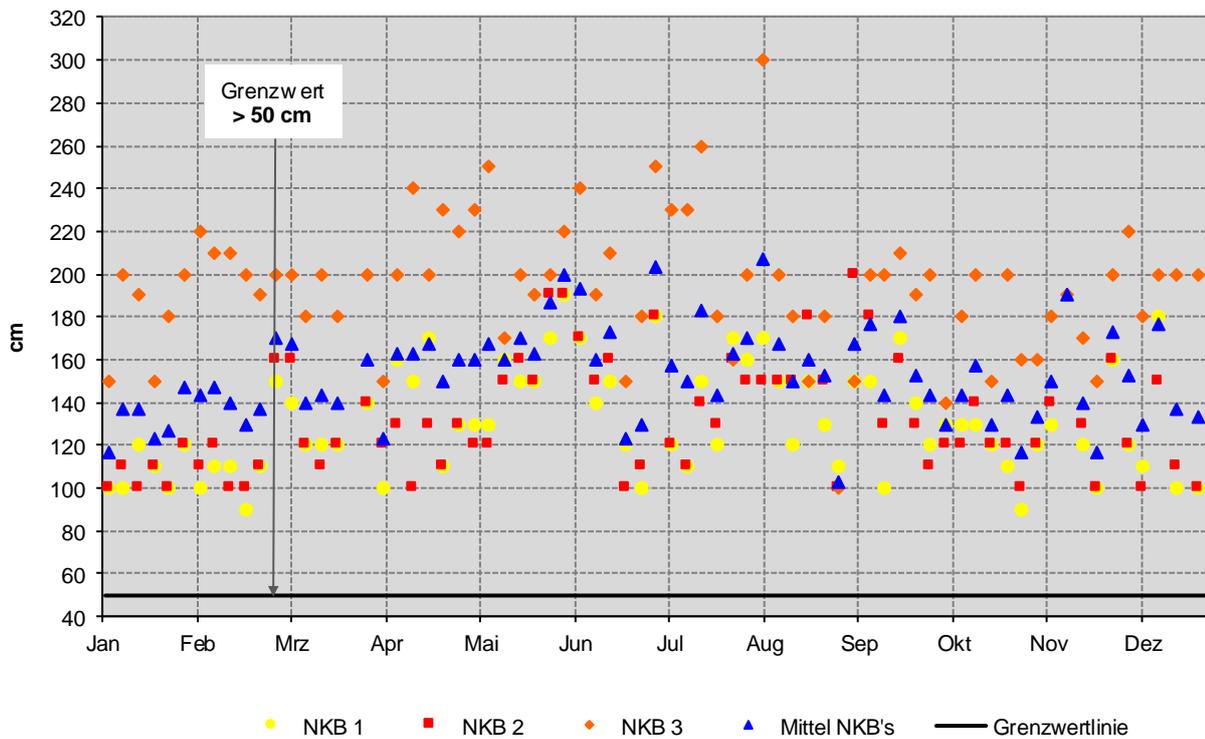
Konzentration Ablauf  
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)



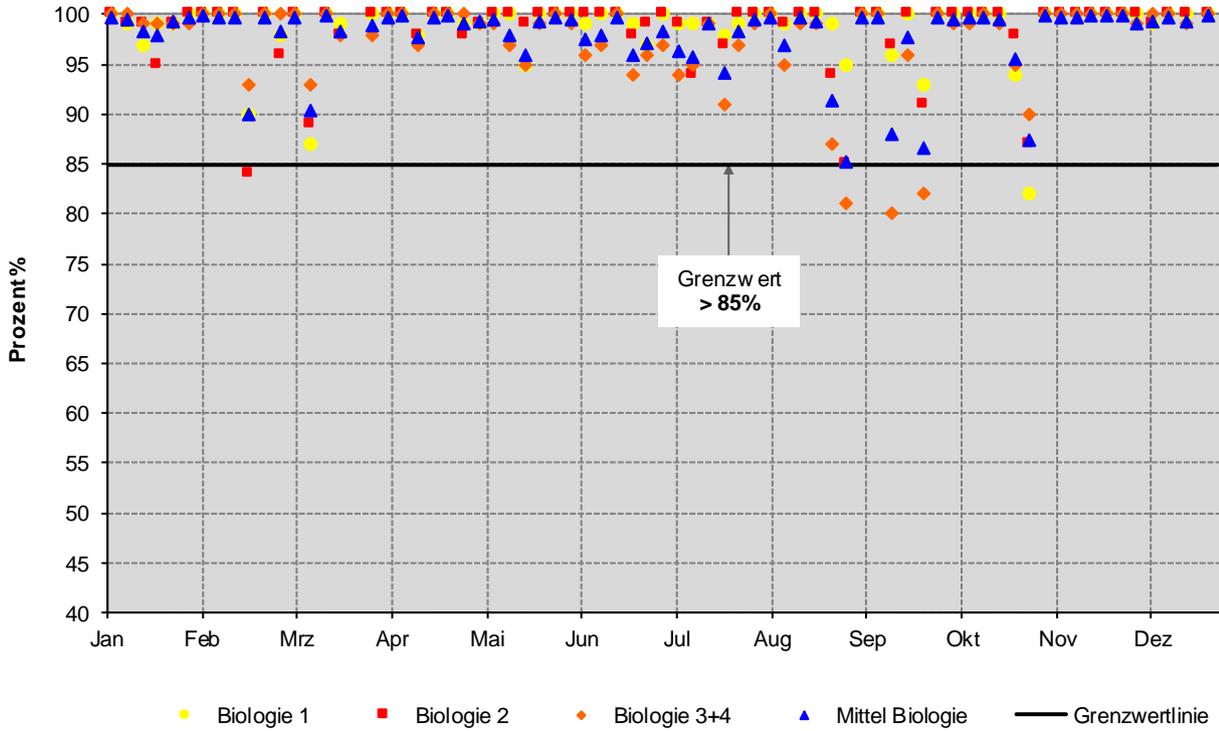
### Konzentration Ablauf Gesamte ungelöste Stoffe (GUS)



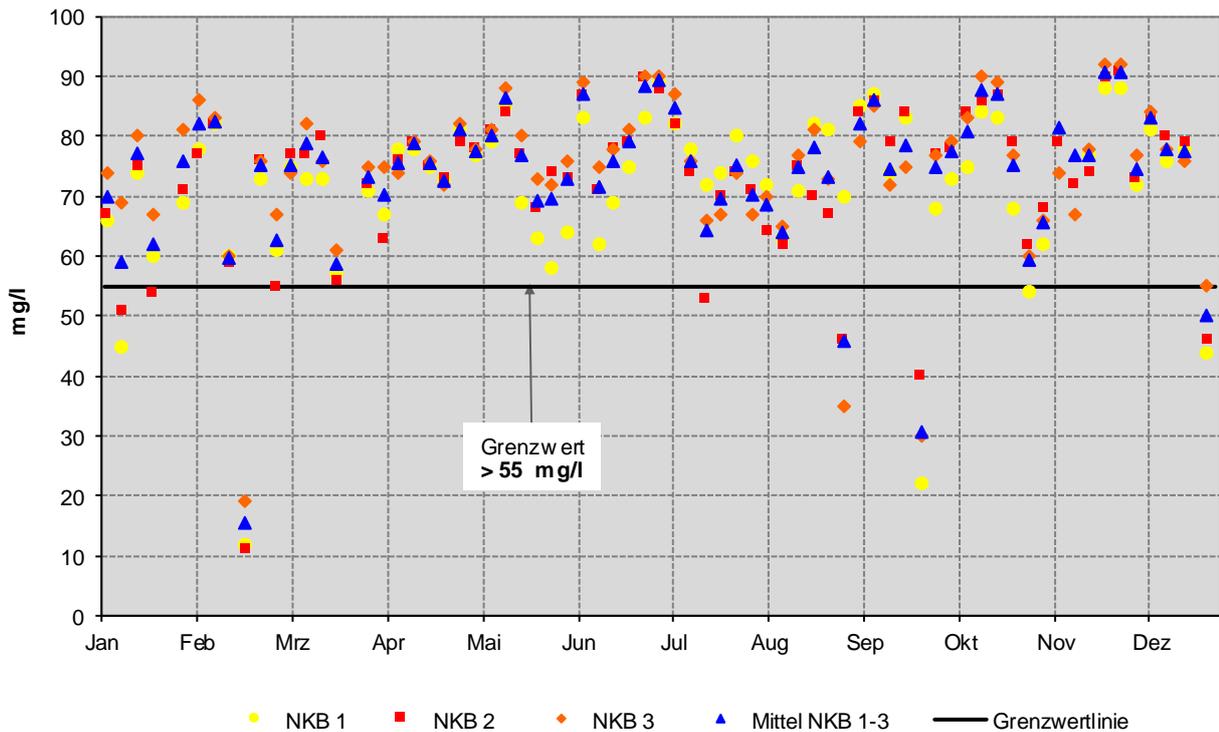
### Sichttiefe nach Secchi



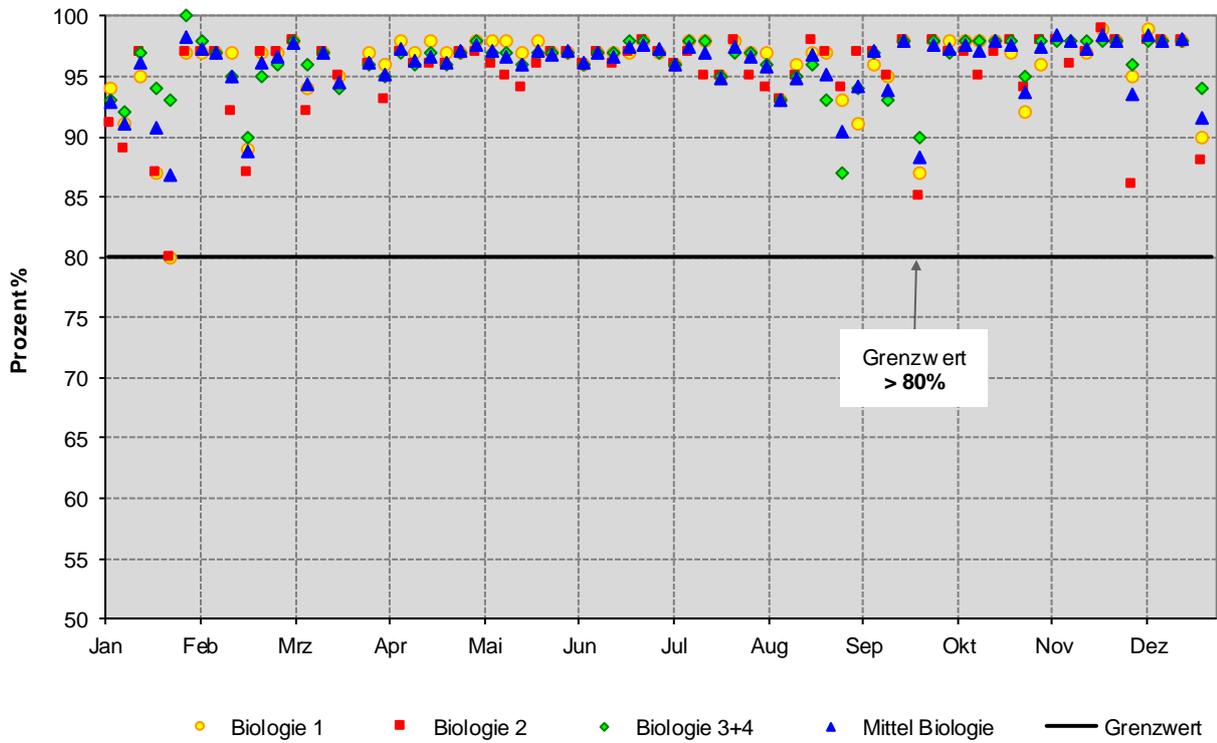
Reinigungseffekt Zulauf - Ablauf  
Ammonium (NH<sub>4</sub>-N)



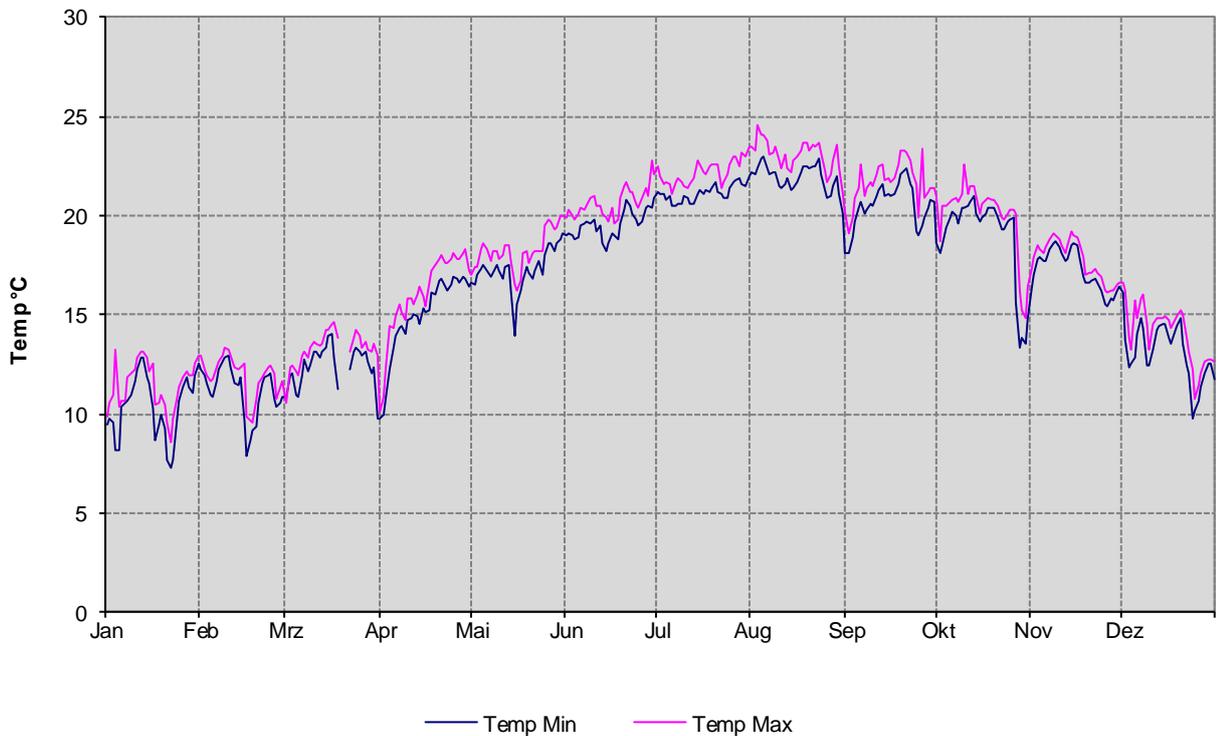
Reinigungseffekt Zulauf - Ablauf  
Gesamt Stickstoff (N)



### Reinigungseffekt Zulauf - Ablauf Gesamt Phosphor (P)



### Ablauf Rhein: Temperatur Online



## 12.2 Tabellen

### 12.2.1 Frischschlamm, Schlammeindickung und Gasproduktion

| Monat             | Frischschlamm |                                       |                  |  |                  | Voreindickung    |                  | Schlammeintrag in Faulraum 1 |               |                          | Flockungs-<br>mittel | Klärgas-<br>produktion |
|-------------------|---------------|---------------------------------------|------------------|--|------------------|------------------|------------------|------------------------------|---------------|--------------------------|----------------------|------------------------|
|                   | Menge         | Trockensubstanz<br>% gemittelte Werte |                  | organischer Anteil<br>% gemittelte Werte |                  | Dünn-<br>schlamm | Dick-<br>schlamm | direkt                       | effektiv      | effektive<br>Vol. Reduk. | Verbrauch<br>VEW *   | Total                  |
|                   |               | m <sup>3</sup>                        | %                | kg                                       | % des<br>TS      |                  |                  |                              |               |                          |                      |                        |
| Januar            | 5'926         | 3.5                                   | 205'152          | 76.2                                     | 156'394          | 5'914            | 2'528            | 12                           | 2'540         | 56                       | 8.5                  | 92'761                 |
| Februar           | 7'616         | 3.6                                   | 271'237          | 77.9                                     | 211'203          | 7'602            | 2'948            | 13                           | 2'963         | 61                       | 5.9                  | 104'948                |
| März              | 7'510         | 3.5                                   | 263'815          | 74.0                                     | 195'223          | 7'486            | 3'228            | 24                           | 3'253         | 56                       | 3.9                  | 108'543                |
| April             | 8'585         | 3.5                                   | 297'213          | 77.5                                     | 230'191          | 8'521            | 3'820            | 19                           | 3'838         | 54                       | 3.3                  | 110'894                |
| Mai               | 7'660         | 3.7                                   | 285'827          | 72.3                                     | 206'558          | 7'660            | 3'024            | 0                            | 3'026         | 60                       | 5.5                  | 109'132                |
| Juni              | 7'224         | 2.8                                   | 199'202          | 76.8                                     | 153'186          | 7'211            | 3'208            | 14                           | 3'224         | 54                       | 5.9                  | 91'724                 |
| Juli              | 9'527         | 2.8                                   | 270'567          | 76.7                                     | 207'525          | 9'527            | 3'275            | 0                            | 3'274         | 65                       | 5.6                  | 100'302                |
| August            | 7'630         | 2.4                                   | 185'409          | 73.3                                     | 135'843          | 7'615            | 1'619            | 14                           | 1'634         | 34                       | 6.9                  | 79'079                 |
| September         | 6'464         | 2.8                                   | 182'069          | 79.4                                     | 144'563          | 6'466            | 2'308            | 0                            | 2'309         | 47                       | 6.0                  | 85'844                 |
| Oktober           | 9'205         | 2.4                                   | 221'656          | 78.5                                     | 174'074          | 9'193            | 3'215            | 14                           | 3'230         | 63                       | 7.3                  | 107'031                |
| November          | 7'150         | 3.1                                   | 224'033          | 79.0                                     | 177'061          | 7'145            | 2'497            | 0                            | 2'497         | 64                       | 9.4                  | 101'803                |
| Dezember          | 7'720         | 3.4                                   | 265'053          | 78.4                                     | 207'802          | 7'727            | 3'078            | 0                            | 3'078         | 59                       | 6.4                  | 110'359                |
| <b>Total 2018</b> | <b>92'217</b> | <b>3.1</b>                            | <b>2'871'233</b> | <b>76.7</b>                              | <b>2'199'623</b> | <b>92'067</b>    | <b>34'748</b>    | <b>110</b>                   | <b>34'866</b> | <b>56</b>                | <b>6.2</b>           | <b>1'202'420</b>       |
| 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              |
| Total 2016        | 78'255        | 3.2                                   | 2'469'460        | 75.7                                     | 1'867'805        | 78'046           | 31'658           | 209                          | 31'867        | 58                       | 5.8                  | 1'051'513              |

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

### 12.2.2 Rückstandsentsorgung / Klärschlamm Abgabe / Verwertung

| Monat             | Rechengut  | Sandgut        | Klärschlamm - entwässert ARA |             | Klärschlamm - getrocknet<br>Abnehmer Granulat |              |                 |             |                |
|-------------------|------------|----------------|------------------------------|-------------|---|--------------|-----------------|-------------|----------------|
|                   | zur<br>KVA | zur<br>Deponie | Total entwässert             |             | Trocken-<br>substanz                          | KVA<br>Buchs | Holcim          | TS-Gehalt   | TS-Fracht      |
|                   | to         | m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup>               | to (TS)     | %   | to           | to              | %           | to (Ts)        |
| Januar            | 10.7       | 0.0            | 3'082                        | 136         | 25.2  | 0.00         | 149.13          | 93.9        | 139.6          |
| Februar           | 12.4       | 3.0            | 2'642                        | 113         | 24.5  | 2.08         | 84.93           | 93.4        | 81.3           |
| März              | 22.7       | 0.0            | 2'253                        | 94          | 24.4  | 1.20         | 126.47          | 93.2        | 117.7          |
| April             | 19.3       | 3.0            | 2'976                        | 124         | 24.5  | 0.00         | 122.62          | 93.4        | 114.3          |
| Mai               | 21.1       | 3.0            | 2'490                        | 104         | 24.2  | 1.36         | 107.29          | 93.2        | 101.2          |
| Juni              | 12.5       | 3.0            | 2'305                        | 100         | 25.1  | 0.00         | 109.49          | 93.1        | 102.9          |
| Juli              | 16.5       | 3.0            | 2'469                        | 109         | 24.8  | 0.00         | 107.22          | 92.9        | 99.3           |
| August            | 22.6       | 0.0            | 2'794                        | 119         | 23.9  | 3.36         | 125.59          | 93.6        | 120.4          |
| September         | 17.8       | 3.0            | 1'749                        | 73          | 24.0  | 0.00         | 78.70           | 92.8        | 73.8           |
| Oktober           | 13.8       | 3.0            | 1'455                        | 61          | 23.2  | 1.88         | 83.80           | 93.0        | 78.7           |
| November          | 7.8        | 0.0            | 2'029                        | 85          | 23.1  | 1.96         | 103.43          | 92.4        | 97.6           |
| Dezember          | 11.5       | 3.0            | 2'932                        | 120         | 22.4  | 0.00         | 107.96          | 93.3        | 99.6           |
| <b>Total 2018</b> | <b>189</b> | <b>24.0</b>    | <b>29'176</b>                | <b>1236</b> | <b>24.0</b>                                   | <b>11.84</b> | <b>1'306.63</b> | <b>93.2</b> | <b>1'226.4</b> |
| Total 2017        | 128        | 29             | 28'146                       | 1'225       | 24.4  | 8.10         | 1'279.61        | 93.3        | 1'199.2        |
| Total 2016        | 114        | 28             | 26'566                       | 1'133       | 25.1  | 14.04        | 1'202.70        | 92.1        | 1'118.9        |

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

### 12.2.3 Beschaffenheit Klärschlamm Betriebsjahre 2008 – 2018

| Parameter                        | Einheit | 2008      | 2009      | 2010      | 2011      | 2012      | 2013      | 2014      | 2015      | 2016      | 2017      | 2018      | Mittel      | Grenzwert    |
|----------------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|--------------|
| <b>Trockensubstanz</b>           | %       | 93.2      | 93.2      | 92.7      | 93.8      | 93.1      | 92.5      | 92.6      | 92.4      | 92.1      | 93.3      | 93.2      | <b>92.9</b> | ---          |
| davon organisch                  | %       | 48.6      | 49.8      | 48.9      | 50.9      | 51.0      | 52.9      | 54.0      | 53.5      | 55.6      | 56.1      | 56.0      | <b>52.5</b> | ---          |
| davon anorganisch                | %       | 51.4      | 50.2      | 51.2      | 49.1      | 49.0      | 47.1      | 46.0      | 46.5      | 44.4      | 43.9      | 44.0      | <b>47.5</b> | ---          |
| <b>Schwermetalle</b>             |         |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |             |              |
| Blei                             | g/t TS  | 58.8      | 51.3      | 31.0      | 53.0      | 38.8      | 30.5      | 27.8      | 30.8      | 34.8      | 35.3      | 33.3      | <b>38.6</b> | <b>500</b>   |
| Cadmium                          | g/t TS  | 0.9       | 1.9       | 0.8       | 1.2       | 0.8       | 1.3       | 0.9       | 1.0       | 1.1       | 1.1       | 0.8       | <b>1.1</b>  | <b>5</b>     |
| Chrom                            | g/t TS  | 78.0      | 74.0      | 69.8      | 81.3      | 72.8      | 64.3      | 60.3      | 66.5      | 74.5      | 66.3      | 87.0      | <b>72.2</b> | <b>500</b>   |
| Kobalt                           | g/t TS  | 6.6       | 6.6       | 5.5       | 6.4       | 5.6       | 6.4       | 6.4       | 5.7       | 5.6       | 5.7       | 4.9       | <b>5.9</b>  | <b>60</b>    |
| Kupfer                           | g/t TS  | 314       | 289       | 333       | 319       | 310       | 325       | 350       | 348       | 393       | 340       | 297       | <b>329</b>  | <b>600</b>   |
| Molybdän                         | g/t TS  | 14.5      | 12.3      | 16.3      | 19.8      | 20.5      | 66.0      | 18.3      | 17.5      | 17.8      | 16.8      | 21.3      | <b>21.9</b> | <b>20</b>    |
| Nickel                           | g/t TS  | 42.3      | 46.0      | 41.8      | 49.5      | 48.0      | 46.8      | 49.5      | 50.5      | 49.3      | 43.8      | 47.0      | <b>46.8</b> | <b>80</b>    |
| Quecksilber                      | g/t TS  | 0.5       | 0.5       | 0.3       | 0.5       | 0.4       | 0.4       | 0.4       | 0.6       | 0.5       | 0.4       | 0.5       | <b>0.5</b>  | <b>5</b>     |
| Zink                             | g/t TS  | 688       | 723       | 840       | 854       | 803       | 770       | 736       | 809       | 741       | 743       | 785       | <b>772</b>  | <b>2'000</b> |
| <b>Verhältnis zu Grenzwerten</b> | %       | <b>31</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>36</b>   |              |

## 12.2.4 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            | 1'312'559           | 439'097                         | 126'088          | 1'186'473          | 1'161'651            | 3'858          | 19'352                 |
| Februar           | 729'115             | 233'163                         | 21'171           | 707'944            | 689'093              | 3'234          | 24'340                 |
| März              | 732'922             | 272'408                         | 27'915           | 705'006            | 691'447              | 2'807          | 26'051                 |
| April             | 655'746             | 255'491                         | 3'377            | 652'369            | 638'518              | 3'726          | 33'879                 |
| Mai               | 743'889             | 317'659                         | 23'610           | 720'279            | 708'618              | 3'154          | 25'586                 |
| Juni              | 718'236             | 297'262                         | 25'055           | 693'181            | 680'753              | 2'863          | 26'024                 |
| Juli              | 618'614             | 237'616                         | 9'224            | 609'390            | 595'946              | 3'060          | 32'571                 |
| August            | 704'098             | 265'876                         | 30'588           | 673'510            | 658'304              | 3'516          | 32'358                 |
| September         | 675'579             | 243'449                         | 43'431           | 632'148            | 616'946              | 2'222          | 27'104                 |
| Oktober           | 675'345             | 248'247                         | 38'807           | 636'538            | 618'417              | 1'796          | 29'743                 |
| November          | 480'129             | 169'437                         | 0                | 480'129            | 471'903              | 2'515          | 30'060                 |
| Dezember          | 879'794             | 329'048                         | 56'952           | 822'842            | 809'136              | 3'574          | 29'828                 |
| <b>Total 2018</b> | <b>8'926'026</b>    | <b>3'308'753</b>                | <b>406'218</b>   | <b>8'519'809</b>   | <b>8'340'732</b>     | <b>36'325</b>  | <b>336'896</b>         |
| Total 2017        | 10'513'395          | 3'741'811                       | 507'796          | 10'005'596         | 9'805'497            | 34'247         | 282'587                |
| Total 2016        | 11'315'464          | 4'184'264                       | 658'464          | 10'657'002         | 10'473'012           | 32'726         | 302'982                |

\* Summe aus Messung Vorklärung und Entlastungsrinne

## 12.2.5 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        |      |      |      |      |      |
| Biogaseinspeisung Netz LGV    | kWh            | 6'260'287        | 6'698'000        | 6'028'007        | 6'717'194        | 7'086'714        |      |      |      |      |      |
| Erdgasbezug                   | kWh            | 3'008'784        | 2'951'042        | 2'773'869        | 3'083'249        | 3'225'711        |      |      |      |      |      |
| <b>Wärmebezug:</b>            |                |                  |                  |                  |                  |                  |      |      |      |      |      |
| Niedertemperatur von BGA      | NT kWh         | 64'739           | 38'607           | 10'518           | 15'190           | 3'760            |      |      |      |      |      |
| Hochtemperatur von BGA        | HT kWh         | 614'437          | 935'299          | 677'139          | 651'628          | 677'917          |      |      |      |      |      |
| Wärmerückgew. Trocknung **/** | kWh            | 407'751          | 422'163          | 474'704          | 492'090          | 479'298          |      |      |      |      |      |
| Wärmerückgew. Abgas Heizung   | kWh            | 197'918          | 176'273          | 158'620          | 209'020          | 202'405          |      |      |      |      |      |
| Wärmeproduktion BHKW *        | kWh            | 71'861           | 25'050           | 116'810          | 161'750          | 133'200          |      |      |      |      |      |
| Notheizung                    | kWh            | 56'090           | 51'734           | 14'165           | 8'347            | 8'778            |      |      |      |      |      |
| <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>Wärmeverbrauch:</b>        |                |                  |                  |                  |                  |                  |      |      |      |      |      |
| Boiler 1 Faulanlage           | kWh            | 129'163          | 115'677          | 122'288          | 107'013          | 96'363           |      |      |      |      |      |
| Boiler 2 Schlammwässerung     | kWh            | 181'360          | 188'990          | 166'465          | 177'906          | 173'192          |      |      |      |      |      |
| Schlammheizung Faulraum 1 **  | kWh            | 863'745          | 832'519          | 762'388          | 789'539          | 804'161          |      |      |      |      |      |
| Gebäudeheizung und Verlust    | kWh            | 238'528          | 511'940          | 400'815          | 463'567          | 431'642          |      |      |      |      |      |
| <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> |      |      |      |      |      |

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.

## 12.2.6 10 Betriebsjahre 2009 – 2018 in Zahlen

| KLÄRANLAGE BENDERN   |                    |     | 2009       | 2010       | 2011       | 2012       | 2013       | 2014       | 2015       | 2016       | 2017       | 2018       |
|--|--------------------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Der Anlage zugeleitetes Abwasser :                                 | m <sup>3</sup>     |     | 10'087'075 | 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  |
| - davon aus Vaduz, Triesen, Triesenberg, Balzers                   | m <sup>3</sup>     |     | 4'466'750  | 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  |
| Fällmittelverbrauch: Aluminiumsulfat *1)                           | l                  |     | 295.09     | 384.92     | 318.28     | 391.1      | 314.38     | 342.8      | 305596.00  | 302982     | 282587     | 336'896    |
| Fällmittelkosten   | CHF                |     | 145'400    | 141'574    | 136'339    | 133'749    | 110'755    | 134'456    | 104'458    | 88'949     | 82'053     | 89'318     |
| Spez. Kosten Phosphatelimination                                   | Rp./m <sup>3</sup> |     | 1.441      | 1.415      | 1.617      | 1.182      | 1.024      | 1.313      | 1.036      | 0.786      | 0.780      | 1.001      |
| Betriebsstunden *2)  |                    |     |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|  | BHKW 1             | h   | 1'906      | 1'490      | 2'213      | 1'576      | 1'782      | 46         | 25         | 344        | 478        | 304        |
|  | BHKW 2             | h   | 1'451      | 2'069      | 1'271      | 1'740      | 1'461      | 202        | 106        | 217        | 228        | 260        |
|  | BHKW 3             | h   | 1'435      | 1'778      | 2'445      | 3'049      | 2'337      | 56         | -          | -          | -          | -          |
| Stromproduktion  | BHKW 1-3           | kWh | 771'168    | 797'196    | 876'224    | 956'152    | 884'336    | 45'176     | 16'936     | 80'240     | 96'504     | 75'088     |
| Erlös aus Stromverkauf   | CHF                |     | 114'662.35 | 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  |
|  | Rp/kWh             |     | 14.870     | 14.69      | 14.69      | 14.63      | 13.42      | 4.52       | 14.03      | 14.50      | 14.50      | 14.50      |
| Strombezug LKW   | HT                 | kWh | 1'985'280  | 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  |
|  | NT                 | kWh | 2'642'520  | 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  |
| Total Strombezug LKW   |                    | kWh | 4'627'800  | 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  |
| Stromverbrauch BGA *2)   |                    | kWh |            |            |            |            |            | 164'053    | 149'445    | 147'136    | 154'603    | 153'076    |
| Stromverbrauch ARA ohne BGA  |                    | kWh | 4'627'800  | 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  |
| Stromkosten inkl. Höchstlast (Ankauf)                              | CHF                |     | 603'529.29 | 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 |
| Durchschnittlicher kWh-Preis, inkl. Höchstlasttarif (Bezug v. LKW) | Rp./kWh            |     | 13.04      | 13.65      | 13.24      | 12.41      | 12.00      | 10.91      | 11.10      | 10.07      | 9.73       | 9.96       |
| Spez. Stromverbrauch pro m <sup>3</sup> Abwasser (inkl. BGA)       | kWh/m <sup>3</sup> |     | 0.459      | 0.448      | 0.529      | 0.405      | 0.415      | 0.453      | 0.453      | 0.409      | 0.450      | 0.525      |
| Spez. Stromkosten pro m <sup>3</sup> Abwasser                      | Rp./m <sup>3</sup> |     | 5.98       | 6.12       | 7.01       | 5.03       | 4.99       | 4.94       | 5.03       | 4.12       | 4.38       | 5.22       |
| Betriebskosten pro Einwohnerzahl                                   | CHF/EG/a           |     | 49.48      | 46.90      | 51.98      | 49.42      | 45.01      | 59.13      | 40.36      | 39.87      | 43.10      | 45.13      |

\*1) bis 2014 Fällmittelanlieferung in to

\*2) Inbetriebnahme der Biogas-Aufbereitungsanlage am 27.11.2013

## **13 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 Bendern)

### **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 Schlammfäulung) und zur Entwässerung des Klärschlammes werden Flockungsmittel zu dosiert. Sie vermehren und vergrößern die Schlammflocken, womit Schlammwasser anfällt, welches abgetrennt und wieder der biologischen Reinigung zugeführt werden kann.

### **Fremdwasser**

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

### **Frischschlamm**

Feststoffe oder Fällungsprodukte, die im Vorklärbecken abgetrennt werden.

### **Granulat**

Getrockneter Klärschlamm, „Körner“ bis 4mm Durchmesser

### **GUS**

Gesamte Ungelöste Stoffe

### **Klärgas**

Bei der Faulung entstehendes Gasgemisch, das aus etwa 63% Methan ( $\text{CH}_4$ ), 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 Ausfäulung stabilisiert und energetisch im Zementwerk verwertet. Hierbei kann einerseits Brennstoff eingespart werden und andererseits hat die Klärschlammmasche dieselbe mineralische Zusammensetzung wie Mergel, welcher zur Zementherstellung benötigt wird.

### **Mechanische Abwasserreinigung**

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

### **mesophil**

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

### **Mischwasser**

Mischung aus Schmutz-, Regen- und gegebenenfalls Fremdwasser.

### **Nachklärbecken**

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

### **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

