



ENGELBERG
EINWOHNERGEMEINDE
ARA ENGELBERG

ARA ENGELBERG

JAHRESBERICHT 2023

DIE ABWASSERREINIGUNG...



MACHT KEINEN WINTERSCHLAF

INHALTSVERZEICHNIS

1	SPEZIELLE BETRIEBSZUSTÄNDE, BETRIEBLICHE UND BAULICHE MASSNAHMEN	2
2	EINHALTUNG DER GEFORDERTEN WERTE	8
2.1	EINLEITBEDINGUNGEN	8
2.2	WIRKUNGSGRAD ARA	9
2.3	ENTWICKLUNG DER VERGANGENEN JAHRE	10
3	ABWASSERREINIGUNG	12
3.1	EINWOHNERGLEICHWERTE	12
3.2	ABWASSERMENGE	13
3.2.1	Fremdwasser	13
3.2.2	Abwassermenge	13
3.3	FRACHTEN UND KONZENTRATIONEN IM ZU- UND ABLAUF	14
4	KLÄRSCHLAMM- UND KLÄRGASANFALL	18
5	CO-SUBSTRAT MOLKE	21
5.1	EINLEITUNG	21
5.2	AUSWERTUNG MOLKE AUF GASERTRAG UND ENERGIEPRODUKTION	21
6	ENERGIE	24
7	MIKROVERUNREINIGUNGEN (MV) IM ABWASSER	27
7.1	PARAMETER	28
8	SONSTIGES	29
8.1	WEITERBILDUNG	29
8.2	SPEZIELLES	29
Anhang 1	Kennzahlen 2023	
Anhang 2	Auswertung Betriebsdaten 2019 - 2023	
Anhang 3	Abbaugrad Faulung	
Anhang 4	Vergleich Auslegungsdaten	
Anhang 5	Wasseranalysen Engelberger Aa 2023	

1 SPEZIELLE BETRIEBSZUSTÄNDE, BETRIEBLICHE UND BAULICHE MASSNAHMEN

Nachstehend einige Informationen und ein Auszug der Aktivitäten im Jahr 2023.

Im Jahr 2023 war die Trockenheit im Frühling und Sommer deutlich spürbar, im Herbst gab es viel Regen.

Es war das wärmste Jahr seit "Meteo Schweiz" die Wetterdaten erfasst. Gemäss Angaben war der Sommer der heisseste seit der Erfassung der Wetterdaten. Der Frühling verzeichnete bereits sehr früh verhältnismässig hohe Temperaturen. In den Sommermonaten gab es einige heftige Hagelschläge. Diese führten in der Schweiz zu teils grossen Schäden in der Landwirtschaft aber auch bei Gebäuden. Auch die Häufigkeit der starken Böen im Zusammenhang nach Wetterumschlägen haben gegenüber den Vorjahren zugenommen. Die Herbstmonate waren sehr regnerisch, wodurch das Jahr 2023 in der Statistik von Meteo Schweiz als das zweit nässeste registriert wurde. Dank dem Regen wurde die Sommertrockenheit wieder ausgeglichen und die Grundwasserspeicher stiegen während dieser Zeit markant an. Dadurch wurde die allgemeine Wasserknappheit wieder verbessert und für den Winter eine Reserve aufgebaut. Im Winter schneite es im Vergleich zu den Vorjahren eher wenig.

Durch die sehr warmen Sommertemperaturen und die Regenfälle im Herbst bis 3500 m.ü.M. war die Gletscherschmelze überdurchschnittlich stark und gut sichtbar.

Der Wirkungsgrad der ARA ist gegenüber dem Vorjahr unverändert geblieben.

Dank des meist trockensten Wetters im Frühling und Sommer war der Zufluss weniger stark verdünnt durch Fremdwasser. Dadurch wird die ARA hydraulisch weniger belastet und somit ist eine effizientere Reinigung möglich.

Seit Herbst 2021 wird ein zusätzliches Fällmittel (mit einem Ladungsträger) in der Biologie eingesetzt. Dieses Fällmittel (55% Aluminiumanteil) verbessert die Schlammstabilität deutlich. Mit weiteren betrieblichen Optimierungen kann die Biologie mit einem höheren Trockensubstanzgehalt betrieben werden. Dadurch konnte die Reinigungsleistung erhöht und optimiert werden.

Flockungshilfsmittel (FHM)-Einsatz bei Schlammbehandlungsanlagen

Bei den Schlammbehandlungsanlagen, speziell bei der Schneckenpresse für die Entwässerung des Faulschlammes, wurden in der Prozessleitsteuerung diverse neue Parameter definiert, wodurch die Schlammeindickung verbessert werden konnte. Aufgrund der guten Erfahrungen des stabilen Betriebs und des geringeren Kontrollaufwandes mit dem bestehenden Flockungsmittel wurde entschieden, dass bis auf weiteres nur noch das Produkt der Firma Flonex verwendet wird. Ein als Notfall definiertes FHM von einem anderen Lieferanten ist definiert und wird bei Bedarf eingesetzt.

Die Dosierpumpen wurden durch Schlauchquetschpumpen ersetzt. Diese laufen linearer und sind im Unterhalt sehr günstig.

Stromversorgung durch Elektrizitätswerk Obwalden (EWO)

Im Jahr 2023 kam es zu wenigen, kurzen Unterbrüchen. Dabei gab es keine Schäden bei den Steuerungsanlagen hinsichtlich Überspannung im Netz.

Blockheizkraftwerk (BHKW)

Der Betriebsmechaniker erledigte anstehende Servicearbeiten und Reparaturen. Die Firma IWK musste nie für Reparaturen hinzugezogen werden.

Das BHKW mit dem ersetzten Motor (November 2020) läuft sehr gut. Die jährlichen Betriebsstunden haben sich gegenüber dem Vorjahr nicht wesentlich verändert. Die jährliche Laufzeit beträgt 5'600 Std.

Im März wurde die Aktivkohle im Gasbezugssystem ersetzt.

Gemäss Finanzplan der ARA ist vorgesehen, dass der neue Motor bis ca. im Jahr 2028 im Einsatz stehen soll. Zu diesem Zeitpunkt muss das ganze BHKW inkl. Technik und Steuerung ersetzt werden.

Di 12. Sept: Abgasmessung durch Fa. Messbar (alle 2 Jahre).

Kombibrenner (Gas / Öl)

Da der Brenner eine sehr geringe Einsatzzeit hat, wird der Service nur alle 2 Jahre ausgeführt. Ein Wartungsvertrag wurde bewusst nie abgeschlossen.

- 29. März: Kaminfeger führte Brennerreinigung und Kontrolle durch (seit einigen Jahren nur noch einmal pro Jahr).
- 29. März: Die Firma Elcotherm machte den Brennerservice. Da der Brenner weniger als 100 Stunden Betriebszeit aufwies, musste aufgrund der Luftreinhalteverordnung (LRV) keine Abgasmessung durchgeführt werden. Der Kanton hat dies schriftlich bestätigt. Die nächste Abgaskontrolle ist im Jahr 2025 fällig.

Kleinwasserkraftwerk (KWKW)

Im Jahr 2023 funktionierten die Turbine und Steuerung einwandfrei, der Kontroll- und Unterhaltsaufwand durch das Betriebspersonal ist gegenüber dem Vorjahr gleich geblieben.

- Im Sommer kam es zu kleinen Erdbewegungen im sehr steilen Gelände. Beschädigungen gab es jedoch keine.
Das Gelände musste punktuell gesichert werden. Die Massnahmen wurden mit einem spezialisierten Unternehmer vor Ort besprochen. Die Ausführung wird laufend erledigt. Einige weitere kleine Verbesserungen werden im Jahr 2024 ausgeführt.
- Die Wasserfassung beim Auslauf der Nachklärung wurde mehrmals entleert und gereinigt. Die Durchgangsleitung sowie Schieber wurden kontrolliert. Es wurden keine Mängel festgestellt.
- 19. Juli: Innere Kontrolle durch die Lieferfirma der Turbine
Ausführung: Fa. Lingenhöhle, Feldkirch. Es wurde ein Kontroll- und Prüfbericht erstellt inkl. Fotodokumentation). Die nächste Kontrolle findet im Jahr 2025 statt.
- 19. Juli: Montage und IBS des Generators nach der vierwöchigen Totalrevision im Werk der Gebrüder Meier in Emmenbrücke. Die nächste Generatorenkontrolle findet im Jahr 2025 statt.

Das KWKW liegt in sehr steilem Gelände, darum wird eine regelmässige Kontrolle der Umgebung durch das Betriebspersonal durchgeführt.

Das KWKW produzierte im laufenden Jahr deutlich mehr Strom. Dies ist auf die grosse Schneeschmelze im Frühling und die vielen Regenfälle im Herbst zurückzuführen. Die Stromproduktion hängt mit dem Zufluss der ARA zusammen.

Photovoltaikanlage (PVA)

Das Betriebspersonal kontrollierte die Technik und Panels um den Wirkungsgrad der Anlage zu gewährleisten.

Die PVA produzierte gegenüber dem Vorjahr mehr Strom (+9 %). Dies ist vor allem auf die sonnenreiche Tage im Frühling und Sommer zurückzuführen.

Die Panels werden zweimal pro Jahr gereinigt. Durch diese Massnahme kann eine höhere Stromerzeugung erzielt werden.

Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

Dieses Jahr wurden durch den Sicherheitsingenieur keine Kontrollen vor Ort durchgeführt.

Das EKAS-Handbuch wurde kürzlich aktualisiert. Es sind kleine Massnahmen umgesetzt worden. Daher gab es keine Kontrolle vor Ort.

An allen wichtigen Orten sind Gerätschaften für die Arbeitssicherheit bereitgestellt.

Der Gesundheitsschutz wird in der ARA schon seit langem nach Vorgabe der SUVA praktiziert. Alle nötigen Utensilien (Waschgelegenheiten inkl. Dusche, Arbeitskleider inkl. Reinigung durch externe Firma, Schutzhandschuhe für unterschiedliche Arbeiten, usw.) und Materialien (Reinigungsseifen, Desinfektionscremen, Handschutzcremen, usw.) werden vom Betrieb zur Verfügung gestellt.

An allen wichtigen Orten sind Mittel/Gegenstände für den Gesundheitsschutz vorhanden oder das Personal hat diese teilweise persönlich dabei.

Januar: Auslieferung neue Schneefräse

Lieferant: Amstad Landmaschinen, Wolfenschiessen.

Februar bis Mitte Dezember

Der Vorraum Rechen, Rechen und Zulauf inklusive Sandfang sowie diverse Leitungen wurden mit Spül-/Saugwagen der Firma ITS-Kanalservices gereinigt und gespült.

Februar: Diverse Malerarbeiten

Treppen EG bis 1.UG inkl. Zwischenboden

- Arbeitsausführung: Maler Goran, Engelberg

Mitte April bis Anfang Juni

- Wasserstrasse 1+2, Vorklärbecken 1+2 sowie Sandfang:
Entleerung und Reinigung.
- ZEO Bauingenieure (ARA-Berater für bautechnische Angelegenheiten):
Kontrolle der Betonbeschichtung bei Wasserstrassen 1+2.

Wasserstrassen 1+2: Bei den Kontrollen der Nachklärbecken wurde aufgrund des Protokolls (inkl. nummerierte Fotos auf Plan) gegenüber dem Vorjahr weitere negative Veränderung festgestellt. Vor allem im Nachklärbecken 1 wurden weitere Schäden an der bestehenden Beschichtung (Spachtel) festgestellt. Generell wurde festgestellt, dass sich bei beiden Wasserstrassen der Ist-Zustand weiter verschlechtert. Die Beschichtung ist nur noch im Minimum vorhanden. Der Grundbeton ist aber noch mehrheitlich geschützt. Bei den Fugen gibt es einige Problemzonen, welche aber keinen sofortigen Sanierungsbedarf hervorrufen.

- Wasserstrasse 1+2: Diverse Kontroll- und Wartungsarbeiten ausgeführt.
- Vorklärbecken 1 (Jahrgang 1967): Der Beton ist in einem guten Zustand. Die Technik wurde überprüft.
- Vorklärbecken 2: Die Beschichtung und Technik ist in einem tadellosen Zustand.
Aufgrund der eher zu grossen Vorklärung (Becken 1+2) wird das Becken nach der Entleerung erst wieder im November in Betrieb genommen. Damit kann das leere Becken im Notfall als Havariebecken genutzt werden.
- Sandfang: Die Technik sowie die Betonbeschichtung und die Epoxidharzbeschichtung sind in gutem Zustand.
- Ausführung diverser Servicearbeiten bei den oben genannten Anlagen.
- Di 21. Februar: Biologie 1, Messungen aus dem Jahr 2009 ersetzt.

Mi 19. April bis Fr 30. Juni:

- Betonsanierung Biologie 1: Ausführung durch Firma Betosan.

Betosan hat bereits viele Betonsanierungen in ARA- und Industriebetrieben ausgeführt (unter anderem auch im Kernkraftwerk Gösgen). Der noch im Minimum an Schichtstärke vorhandene Mörtel (Spachtel) wurde mittels Wasserhöchstdruck bis zum Beton abgetragen. Ebenso wurden die Fugen abgetragen und für einen Neueinbau vorbereitet. Anschliessend wurde ein zweischichtiger Mörtel (Spachtel) in zwei Arbeitsschritten von Hand aufgezogen. Abschliessend wurde die Spezialbeschichtung (Epoxidharz) mittels Roller bis zum Boden aufgetragen (Grundierung und zweimal Epoxidharz).

Damit eine Betonsanierung möglich ist musste vorgängig die Technik ausgebaut werden. Diese Vorarbeiten wurde durch das ARA-Personal ausgeführt. Ebenso wurde die Technik durch die ARA wieder installiert und getestet. Die Wasserstrasse wurde wieder erfolgreich in Betrieb genommen.

Die Sanierung der Wasserstrassen 1+2 ist im Finanzplan der ARA vorgesehen und soll in den Jahren 2023 bis 2026 umgesetzt werden.

Mai: Dachkontrolle und Unterhalt bei Fassade Nebengebäude

- Beim Nebengebäude wurden einige Fassadenplatten (Eternit) ersetzt.
- Arbeitsausführung: Fredy Hurschler Bedachungen, Engelberg.

28. März: Jährliche Prüfung und Eichung der Gassensoren

- Es wird ein Prüfprotokoll abgegeben. Da die Abwärme des Blockheizkraftwerks zu Heizzwecken genutzt wird, muss die Motorenkapsel sowie der Raum zwingend mit Gassensoren überwacht werden. Ein weiterer Sensor ist im Raum des BHKW und Brenner installiert
- Arbeitsausführung: Eco Analytics

11. Oktober: Wartungs- und Kontrollarbeiten bei diverser Messtechnik und Probenehmer

Ein Techniker der Firma Endress+Hauser war vor Ort und vollzog die Arbeiten in Zusammenarbeit mit dem Betriebselektriker. Diverse Messgeräte wurden neu kalibriert und eingestellt.

Ganzes Jahr

- In der ARA wurden diverse Optimierungsmassnahmen getätigt.
- Der Betriebsmechaniker der ARA führte laufend grössere und kleinere Wartungsarbeiten gemäss Vorgaben der ARA und Hersteller durch.
- Der Betriebselektriker der ARA erledigte laufend diverse Elektroreparaturen und führte mit dem Eidgenössischen Starkstrominspektorat ESTI periodische, vom Gesetzgeber vorgeschriebene, Kontrollen durch.
- Der Betriebssicherheitsbeauftragte (BESIBE) kontrollierte laufend die Arbeitssicherheit. Damit der Arbeitsschutz garantiert werden kann, werden in Zusammenarbeit mit einem externen Sicherheitsingenieur Betriebskontrollen gemäss dem vorhandenen EKAS-Betriebshandbuch (Suva) durchgeführt und notwendigen Massnahmen umgesetzt. Im Jahr 2023 wurde diese Kontrolle aufgrund diverser Terminkollisionen ausgesetzt. Dies ist vertretbar, da die ARA in Bezug auf die Arbeitssicherheit die nötigen Massnahmen zeitnah optimiert, sobald Mängel vom Betriebspersonal festgestellt werden.
- Bei den Gebäuden wurden diverse Reparaturen und Kontrollarbeiten durchgeführt.
- Die Dachkontrolle (inkl. Ersatz eines Dachfensters) erfolgte durch eine spezialisierte Firma aus Engelberg.

IT-Wartung und Optimierung

- Firma Chestonag Automation (CAG), Prozessleitsystem: Es wurden diverse zwingende sicherheitstechnische Optimierungen beim Leitsystem getätigt. Ebenso mussten sicherheitstechnische Anpassungen gemacht werden.
- Firma ARACOM, Betriebsdatensoftware: Diverse Anpassungen gemäss Angabe ARA.
- Firma Comed, Unterhalt internes Netzwerk und allgemeine IT: Sicherheitstechnische Anpassungen und Optimierungen gemäss Auftrag des IT-Verantwortlichen der Gemeindeverwaltung.

Nachrüstung und Optimierung von zwei Büroarbeitsplätzen gemäss Auftrag ARA.

Pumpwerke (Birren, Erlen, Rohr)

- Quartalsweise: Reinigungs- und Saugarbeiten bei allen Pumpwerken durch die Firma ITS-Kanalservices.
- Jährliche Kontrolle und Wartung der elektrischen und mechanischen Einrichtungen. Ergänzend wurden alle Anlageteile auf Korrosionsschäden überprüft.
- Überprüfung und Wartung der Förderpumpen.
- Chestonag Automation (CAG): Optimierungen beim Leitsystem, damit der Fernzugriff weiterhin gewährleistet ist.
- PW Birren: Mitte Mai bis Anfang Juni wurde eine Schachtsanierung (inkl. 20 cm Aufgiessen des Schachtboden mit Spezialbeton) durchgeführt. Alle Schachtringstösse wurden mittels Fugenbänder abgedichtet. Schadhafte Stellen bei der Schachtwand wurden mittels Spezialmörtel abgedichtet und reprofiliert.

Es wurde ein Provisorium ab dem davorliegenden Kontrollschacht eingerichtet. Die eingebauten mobilen Pumpen förderten das anfallende Abwasser zum nächstgelegenen Schacht nach dem Pumpwerk. Die Sanierung konnte wie vorgängig geplant, durchgeführt und wieder in Betrieb genommen werden. Bei dieser Gelegenheit wurden alle

Rohrleitungen und Schieber im Schacht ersetzt. Neu ist alles in Chromstahl ausgeführt.

Betriebsstörungen ausserhalb der Arbeitszeit

- Es waren sehr wenige Einsätze ausserhalb der regulären Arbeitszeit zu leisten.
- Durch die täglichen Rundgänge und visuellen Kontrollen können die Einsätze gering gehalten werden.
- Durch regelmässiges Spühlen des Kanalnetzes wird die Rechenanlage entlastet. Dadurch können Betriebsstörungen grösstenteils verhindert werden.
- Wenn im technischen und elektrischen Unterhalt alle Massnahmen gemäss Vorgaben der Hersteller und den betriebseigenen Erfahrungswerten gemacht werden, sind Betriebsstörungen mehrheitlich auszuschliessen.

Unterhalt Tierkörpersammelstelle

- Die neue Anlage (Ersatzbau im Jahr 2022) hat sich bewährt und funktioniert einwandfrei.
- Der Betriebselektriker und -mechaniker führten diverse Kleinreparaturen aus.
- Das Betriebspersonal überwachte und kontrollierte die Sammelstelle.
- Das Betriebspersonal organisierte die Entsorgung via Drittfirma und erledigte wiederkehrende Reinigungsarbeiten.

Unterhalt Schlachthaus

- Wartung bei den technischen Einrichtungen und Gerätschaften,
- regelmässige Kontrollrundgänge und Zwischenreinigungen,
- jährliche Grundreinigung.
- Ein einheimischer Metzger benutzte das Schlachthaus für Tierschlachtungen aus dem Raum Engelberg und Grafenort. Die Fleischschau wird durch den Metzger organisiert.

Unterhalt Gemeindeliegenschaften

- Der Betriebselektriker der ARA erledigte diverse Reparaturen und erledigte Elektroinstallationen nach Absprache mit der Liegenschaftsverwaltung oder Hauswarte der jeweiligen Gebäude. Die meisten Arbeiten wurden in den Liegenschaften vor Ort ausgeführt. Einige wenige Arbeiten wurden in der Werkstatt der ARA erledigt.
- Der Betriebselektriker der ARA führte mit dem Eidgenössischen Starkstrominspektorat (ESTI) periodische, vom Gesetzgeber vorgeschriebene Kontrollen durch damit die Betriebssicherheit gewährleistet ist.
- Der Betriebsmechaniker der ARA erledigte diverse Reparaturarbeiten. Die meisten Arbeiten wurden in der Werkstatt der ARA ausgeführt.

Im Jahr 2023 betrug der Anteil der Stellenprozente für externe Arbeiten beim Liegenschaftsunterhalt inklusive des Gemeindebetriebes "Sportingpark" 10%.

2 EINHALTUNG DER GEFORDERTEN WERTE

Reinigungsziele der ARA

Die einzuhaltenden Werte sind in der Gewässerschutzverordnung (GSchV) vorgeschrieben. Bezüglich Ammonium (NH₄-N) und Gesamtstickstoff wurden für die ARA Engelberg keine Reinigungsziele durch die kantonalen Behörden festgelegt. Die ARA ist jedoch so zu betreiben, dass bei der Abwasserreinigung und der Schlammbehandlung möglichst viel Stickstoff eliminiert wird.

2.1 EINLEITBEDINGUNGEN

Überblick Einleitbedingungen

Die vom Kanton geforderten Einleitbedingungen in den Vorfluter konnten 2023 mehrheitlich eingehalten werden. Beim Parameter Nitrit (NO₂-N) wurden 14 Überschreitungen gemessen und die Ammonium Messungen (NH₄-N) wiesen gesamthaft 21 Überschreitungen auf. Beim chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) sowie beim gelöstem organischen Kohlenstoff (DOC) wurde keine, bei den gesamten ungelösten Stoffen (GUS) 4 und beim Gesamtphosphor (P_{tot}) wurden 2 Überschreitungen verzeichnet.

NH₄-N

Die in der GSchV geforderte Einleitbedingung für Ammonium sowie Nitrit konnte 2023 nicht eingehalten werden. Für diese beiden Parameter gibt es vom Kanton jeweils nur einen Richtwert, da der Vorfluter grundsätzlich genügend Wasser führt für eine gute Durchmischung. Im Jahresverlauf schwankt der Wasserstand der Engelberger Aa jedoch stark. Im Winter führt die Engelberger Aa weniger Wasser, wodurch die eingeleitete Abwassermenge durch die ARA einen grossen Anteil am Gesamtabfluss des Baches hat. Dadurch wird das eingeleitete Abwasser weniger stark verdünnt, wodurch der Einfluss von Überschreitungen im Winter grösser ist als im Sommer. Die Überschreitungen für NH₄-N im Auslauf der ARA wurden vorwiegend in der kalten Jahreszeit registriert. Unter 10°C Wassertemperatur läuft die Nitrifikation langsamer ab, was zu Überschreitungen führen kann. Die Ammonium Fracht im Zulauf verzeichnete erneut einen geringen Anstieg gegenüber dem Vorjahr.

Die Einhaltung der geforderten Einleitbedingungen ist in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Einhaltung der Einleitbedingungen

Parameter	Grenzwert [mg/l]	Überschreitungen 2022		Überschreitungen 2023		Bemerkung
		Erlaubt	Gemessen	Erlaubt	Gemessen	
CSB	45	13	1	13	0	
DOC	10	6	1	6	0	
GUS	15	13	1	13	4	
P _{tot}	0.8	13	13	13	2	
NO ₂ -N	0.3	13	14	13	14	Richtwert
NH ₄ -N	2	13	33	13	21	Richtwert

2.2 WIRKUNGSGRAD ARA

CSB, P _{tot}	Der geforderte Wirkungsgrad bezüglich chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) und Gesamtphosphor (P _{tot}) konnte wie im vergangenen Jahr eingehalten werden. Der Wirkungsgrad bezüglich CSB ist auf 91.2 % (vgl. 2022 92.4 %) gesunken. Der Wirkungsgrad für die Phosphorelimination konnte auf 87.0 % (vgl. 2022 86.9 %) erhöht werden. Die Messungen des Laburk wiesen leicht höhere Wirkungsgrade auf und betragen für den CSB 94.75 % und für den Phosphor 90.25 %
DOC	Der geforderte Wirkungsgrad bezüglich des gelösten organischen Kohlenstoffes (DOC) konnte im Jahr 2023 erneut eingehalten werden. Der Wirkungsgrad ist gegenüber dem Vorjahr von 89.1 auf 88.4 % gesunken. Gemäss dem Laburk betrug dieser 95.75 %.
NH ₄ -N	Der in der Gewässerschutzverordnung (GSchV) festgelegte Wirkungsgrad bezüglich Ammonium (NH₄-N) konnte 2023, trotz vermehrten Grenzwertüberschreitungen, erneut eingehalten werden. Dieser betrug wie im Jahr 2022 erneut 96.1%, gemäss dem Laburk sogar 97.88 %.
Stickstoffelimination	Die totale Stickstoffelimination N _{tot} (keine Vorgabe für die ARA Engelberg) konnte 2023 erneut gesteigert werden und liegt nun bei 34.5% (vgl. 2022 26 %). Angesichts der nicht vorhandenen Vorgabe ist dies recht gut, andere Anlagen kommen aber teilweise auf Werte über 50 %.
Erläuterung	<p>Die Einhaltung der geforderten Wirkungsgrade ist in der Tabelle 2 dargestellt.</p> <p>Als Ergänzung und Überprüfung der Messungen der ARA analysierte das Labor der Urkantone (Laburk) ebenfalls die definierten Parameter, jedoch mittels spezialisierten Messgeräten anstatt den Küvetten-Tests. Die daraus ermittelten Wirkungsgrade des Laburk sind ebenfalls in der Tabelle 2 ersichtlich. Im Vergleich zu den in der ARA durchgeführten Laboranalysen sind geringe Abweichungen festgestellt worden. Dies lässt sich damit begründen, dass die jeweils verwendeten Messverfahren zu unterschiedlichen Messergebnissen führen, welche voneinander abweichen können. Vom Bund und den Kantonen werden jedoch beide Verfahren akzeptiert.</p> <p>Die ARA funktioniert weiterhin gut und wird fachmännisch betrieben. Das belegen die guten Ablaufwerte bei höherer Frachtbelastung im Zulauf. Nach wie vor führen die zu hohen Fremdwasseranteile sowie die teilweise sehr tiefen Abwassertemperaturen (Mindestwert 5.2 °C) im Winter zu Problemen.</p>

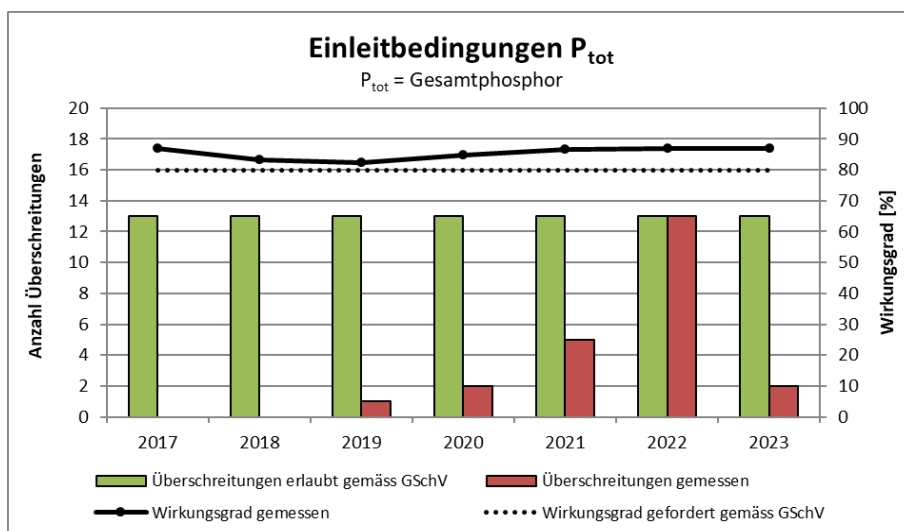
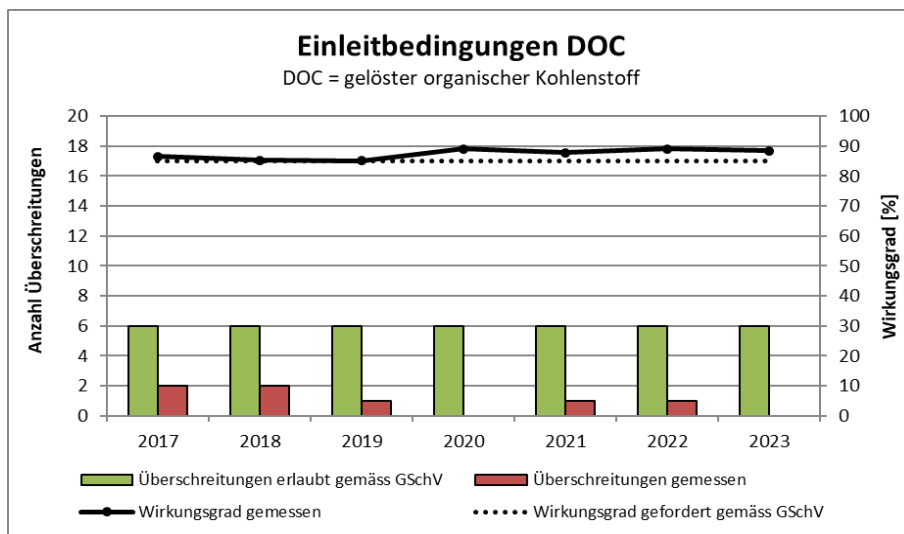
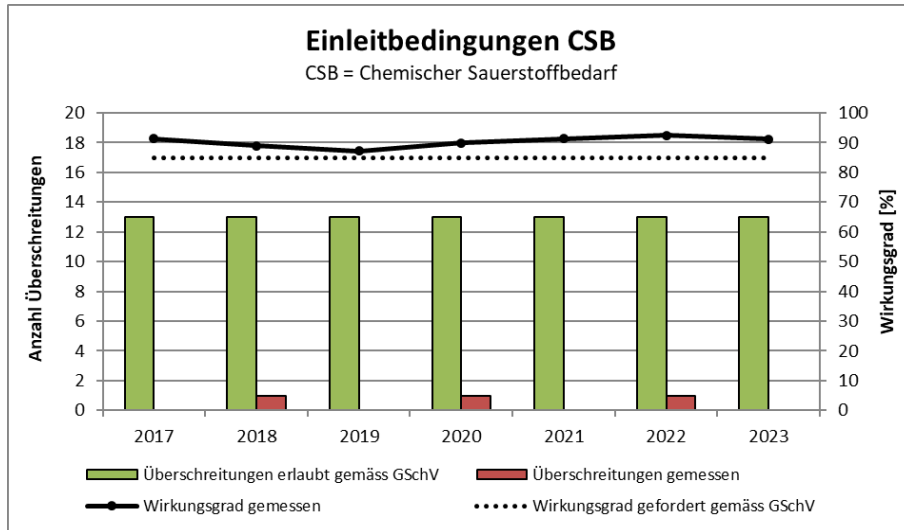
Tabelle 2: Wirkungsgrad

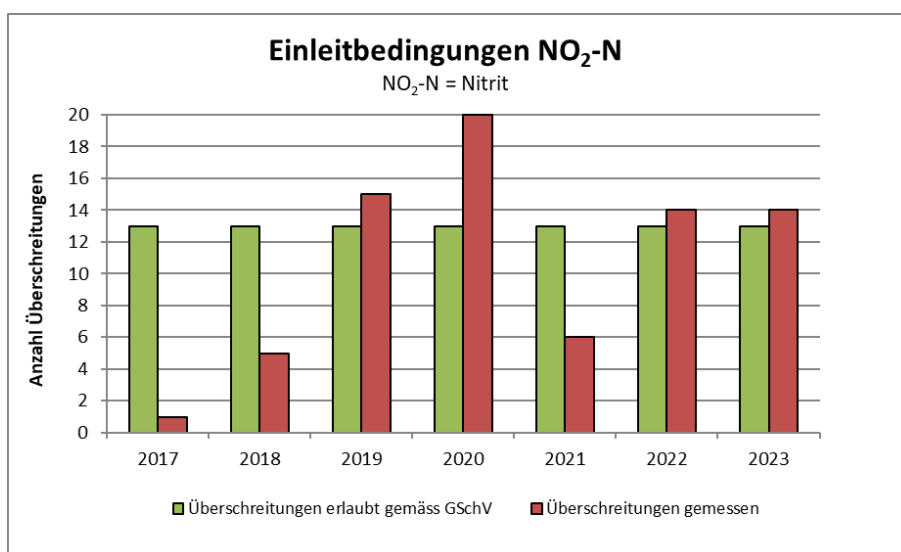
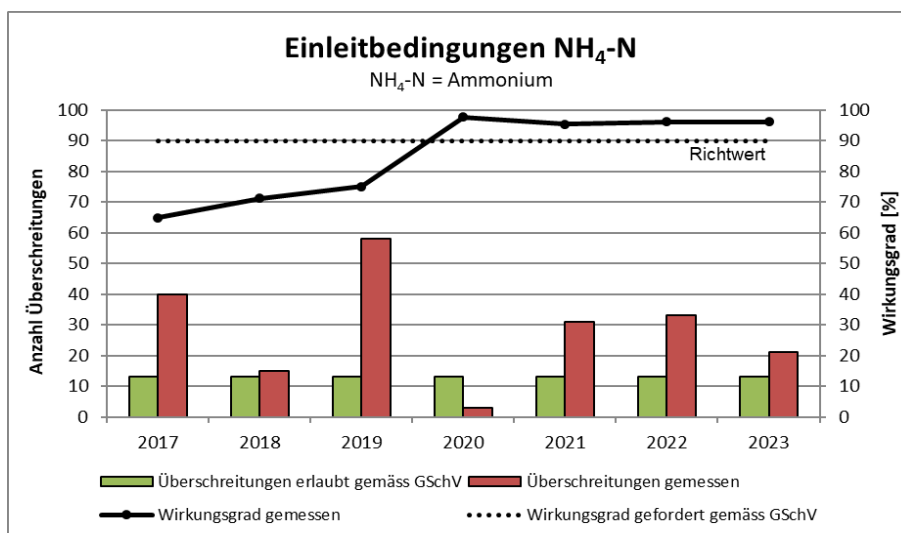
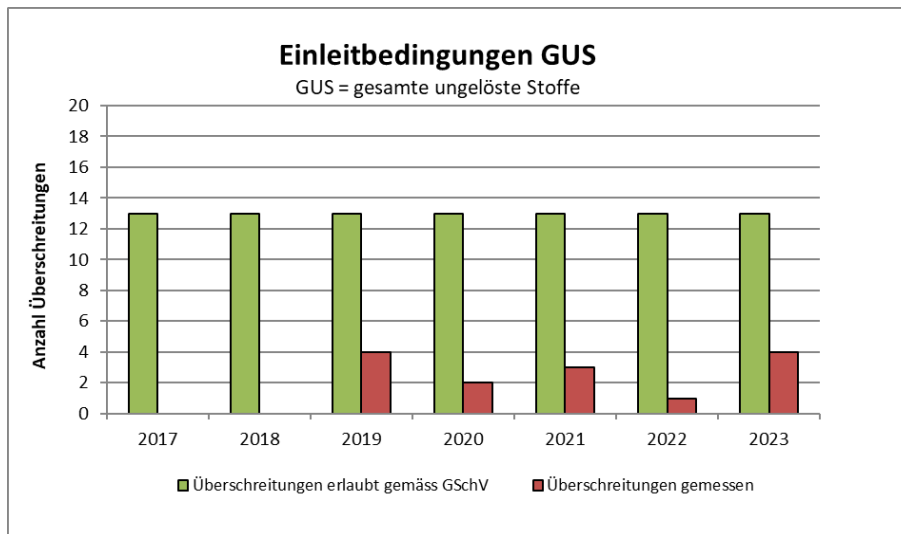
Parameter	Wirkungsgrad [%]			Bemerkungen
	gefordert	2022	2023	
CSB	85	92.4	91.2	Wirkungsgrad gem. Laburk: 94.75 %
DOC	85	89.1	88.4	Wirkungsgrad gem. Laburk: 95.75 %
P _{tot}	80	86.9	87	Wirkungsgrad gem. Laburk: 90.25 %
NH ₄ -N	90	96.1	96.1	Wirkungsgrad gem. Laburk: 97.88 % Keine Vorgabe durch Kanton
N _{tot}	-	26	34.5	Keine Vorgabe durch Kanton

2.3 ENTWICKLUNG DER VERGANGENEN JAHRE

Entwicklung

In den folgenden Abbildungen ist die Einhaltung der Einleitbedingungen und Wirkungsgrade der ARA Engelberg in den vergangenen Jahren dargestellt.





3 ABWASSERREINIGUNG

3.1 EINWOHNERGLEICHWERTE

Einwohner-gleich-
werte (EG)

Aus den Betriebsdaten ergeben sich für das Jahr 2023 folgende Einwohnergleichwerte:

Tabelle 3: Einwohnergleichwerte (CSB)

Einwohnergleichwerte (CSB)	2022	2023	Veränderung
Max. Wert	20'000 EW	20'300 EW	+ 2 %
85% Wert	11'300 EW	10'900 EW	- 4 %
Mittelwert	8'100 EW	8'300 EW	+ 2 %
Min. Wert	2'200 EW	3'100 EW	+ 41 %

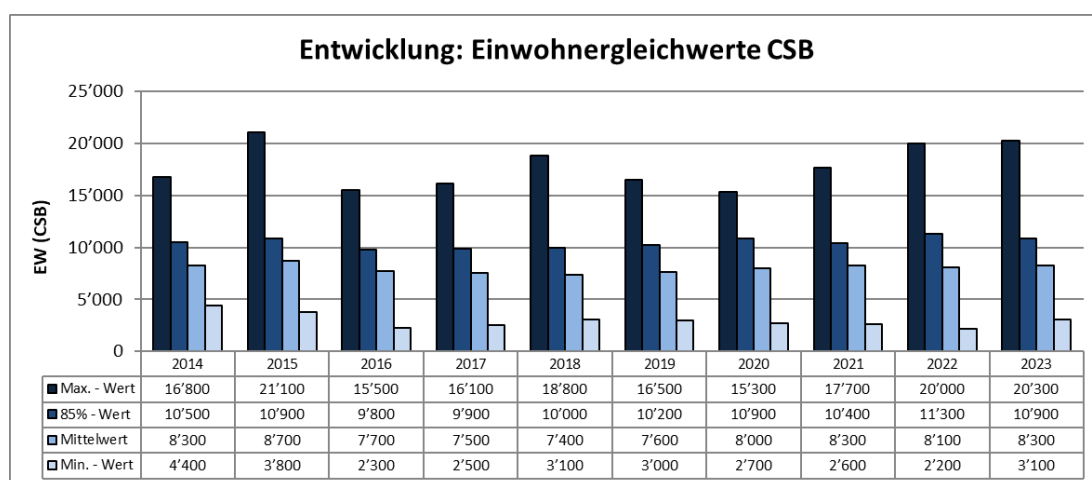
Bemerkung

Die grosse Differenz zwischen dem Maximum und Minimum der Einwohnergleichwerte kann durch die saisonale Belastung der ARA durch den Tourismus erklärt werden.

Gegenüber dem Vorjahr haben die mittleren Einwohnergleichwerte leicht zugenommen (+ 2 %). Der minimale Wert ist jedoch verhältnismässig stark angestiegen (+41 %).

Entwicklung

In der folgenden Abbildung ist die Entwicklung der Einwohnergleichwerte (CSB) über die vergangenen Jahre dargestellt.



3.2 ABWASSERMENGE

Aktuelle Situation

Ausschlaggebend für die Abwassermenge auf der ARA Engelberg ist das Fremdwasser (stetig fließendes Sauberwasser in die Kanalisation). Dieses fällt in Engelberg vorwiegend im Sommer an. In der kalten Jahreszeit ist der Grundwasserspiegel im Normalfall tiefer als im Sommer und der Niederschlag als Schnee gebunden.

3.2.1 Fremdwasser

Auswirkungen
Fremdwasser

Der hohe Fremdwasseranteil hat folgende negative Auswirkungen für die ARA:

- Die Konzentrationen im Zulauf der ARA sind aufgrund des Fremdwassers viel tiefer als in der Schweiz üblich. Dies führt zu einem vergleichsweise schlechten Wirkungsgrad der Anlage und einem Verlust von Schmutzwasser im Auslauf (erhöhte Belastung des Gewässers).
- Da Fremdwasser aufgrund seiner Herkunft meist kälter ist als Schmutzwasser, wird die Temperatur im Abwasser vermindert. Dies führt zu einer sinkenden Reinigungsleistung der Biologie, was besonders die Nitrifikation hemmt. Bei einer gut funktionierenden Nitrifikation kann das Ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$) fast zu 100% abgebaut werden. Das $\text{NH}_4\text{-N}$ ist in konzentrierter Form ein Fischgift.
- Der Wirkungsgrad in Bezug auf die geforderte Reinigungsleistung wird eingeschränkt.
- Erhöhte Energiekosten für die Rezirkulation des Schlammes.
- Erhöhte Unterhaltskosten bei diversen Anlageteilen.

In den vergangenen Jahren wurde sehr viel in den Werterhalt der bestehenden öffentlichen Kanalisation investiert (jährlich ca. CHF 350'000). Viele Leitungen wurden mittels Robotersystem saniert und einige Inliner wurden eingebaut. Ebenso wurden sehr viele Schächte saniert. Auch bei einigen privaten Abschnitten wurden (und werden) Massnahmen auf Kosten der privaten Eigentümerschaft getätigt.

Aufgrund der erwähnten Massnahmen im Kanalnetz kann der Wirkungsgrad der ARA auf einem guten Level gehalten werden. Das Fremdwasser ist aufgrund der oben beschriebenen Massnahmen abnehmend.

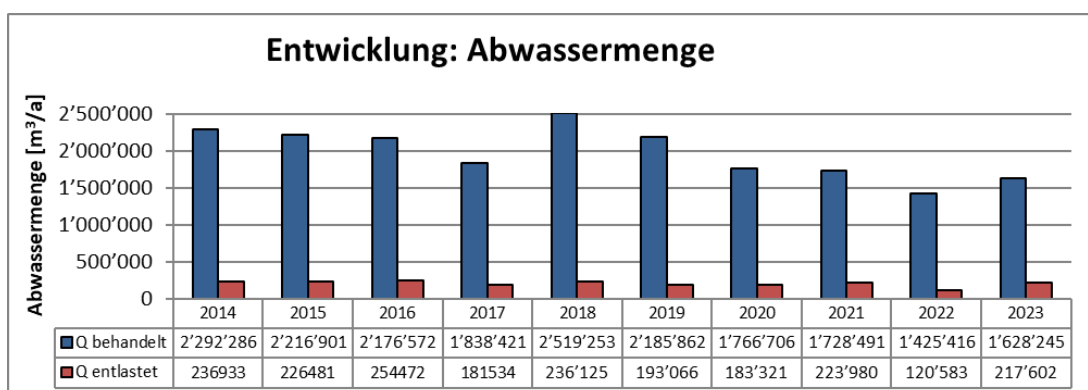
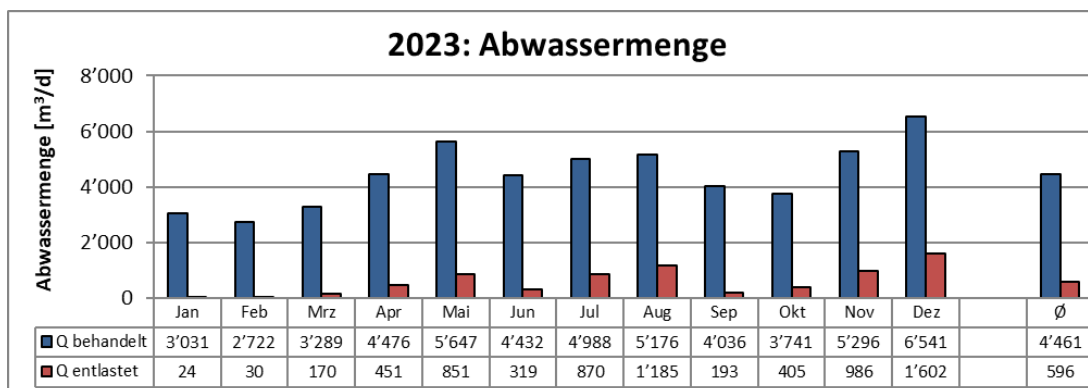
3.2.2 Abwassermenge

Veränderung der
Abwassermenge

Die Abwassermenge im Jahresmittel (m^3/d) ist gegenüber dem Vorjahr um insgesamt 14 % gestiegen, befindet sich jedoch im Vergleich zu den Jahren vor 2022 auf einem gleichbleibenden Stand.

Entwicklung

In den folgenden beiden Abbildungen ist die Entwicklung der Abwassermenge innerhalb des Jahres 2023 und über die vergangenen Jahre dargestellt.



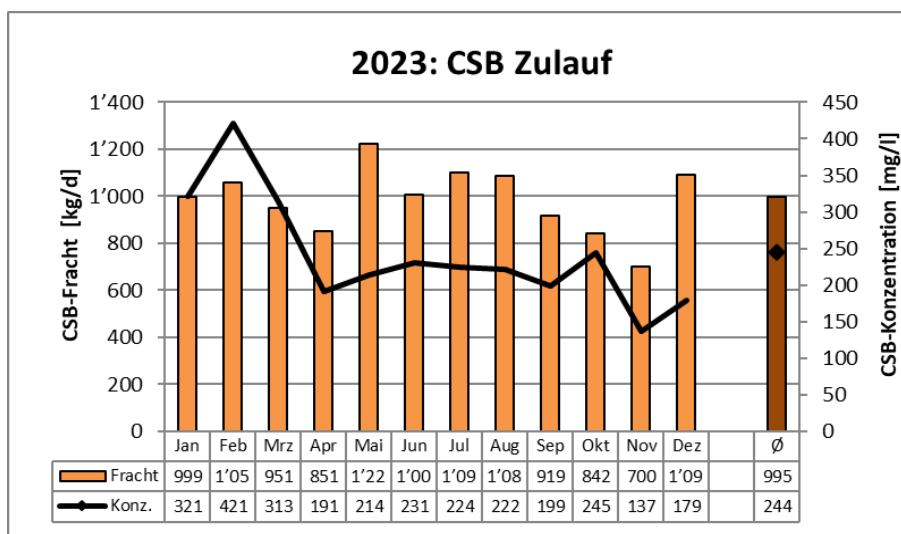
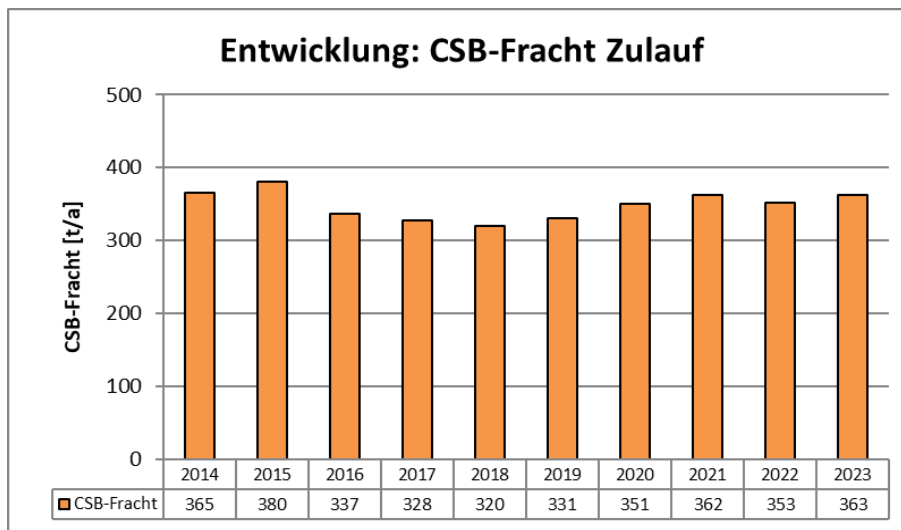
3.3 FRACHTEN UND KONZENTRATIONEN IM ZU- UND ABLAUF

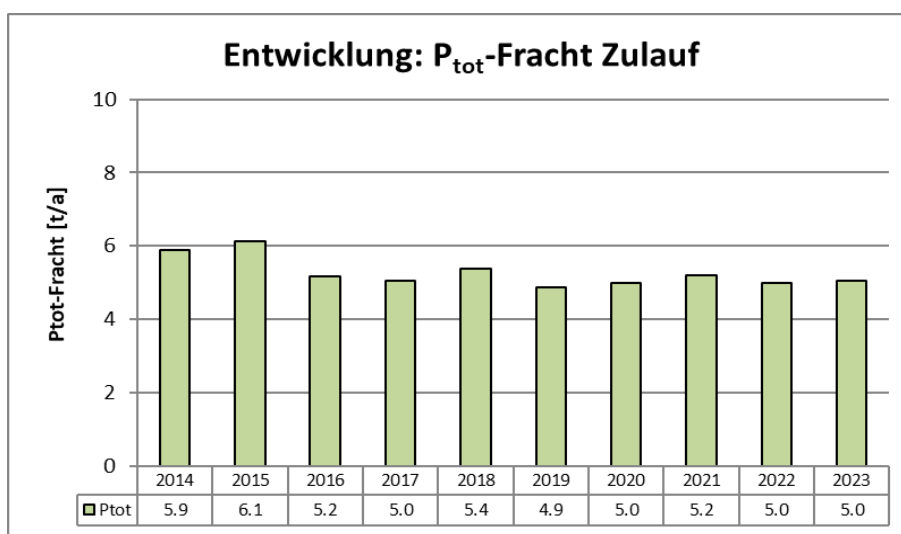
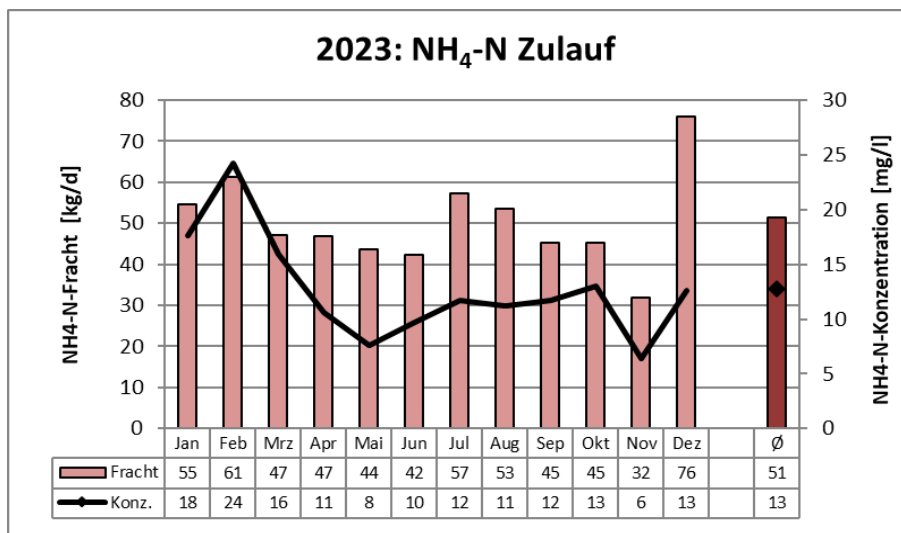
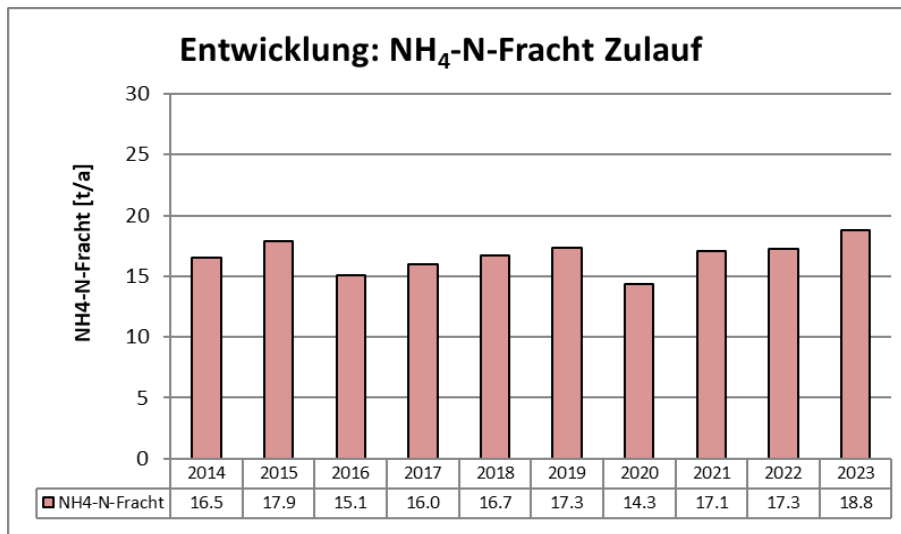
CSB	Die in die ARA eingeleitete mittlere Fracht an chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) hat gegenüber dem Vorjahr zugenommen (+ 3 %). Die CSB-Frachtspitzen (90 % Wert) hat sich nur geringfügig verändert (+ 0.2 %). Die mittlere CSB-Konzentration im Auslauf der ARA ist gegenüber 2022 um 1.9 % gestiegen.
TOC/DOC	Die Fracht an gesamtem organischem Kohlenstoff (TOC) im Zulauf der ARA hat gegenüber dem Vorjahr abgenommen (Mittelwert -17.2 %, Frachtspitze 90 %: -15.2 %). Die mittlere Konzentration von gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC) im Ablauf der Nachklärung hat sich gegenüber 2022 um - 27.7 % verändert.
P _{tot}	Die in die ARA eingeleitete Gesamtphosphor-Fracht hat gegenüber dem Vorjahr erneut leicht zugenommen (+ 1.1 %). Die Spitze hat im Vergleich zum Vorjahr 2022 leicht zugenommen (Frachtspitze 90%: + 2 %). Die mittlere Phosphor-Konzentration im Auslauf der ARA ist gegen dem Vorjahr um 15.1 % gesunken.
GUS	Die mittlere Konzentration an gesamt ungelösten Stoffen (GUS) im Auslauf der ARA hat sich gegenüber 2022 um 5.3 % erhöht.
NH ₄ -N	Die Ammonium-Fracht im Zulauf hat sich gegenüber dem Vorjahr wie folgt verändert: Mittel: + 8.7 %, 90 % Wert: + 7.1 %. Die mittlere NH ₄ -N Konzentration im Auslauf der ARA ist im Vergleich zum Vorjahr von 1.2 mg/l auf 0.8 mg/l gefallen.
NO ₂ -N	Die mittlere Nitrit-Konzentration (NO ₂ -N) Auslauf der ARA ist gegenüber 2022 erneut um 16.9 % gestiegen.

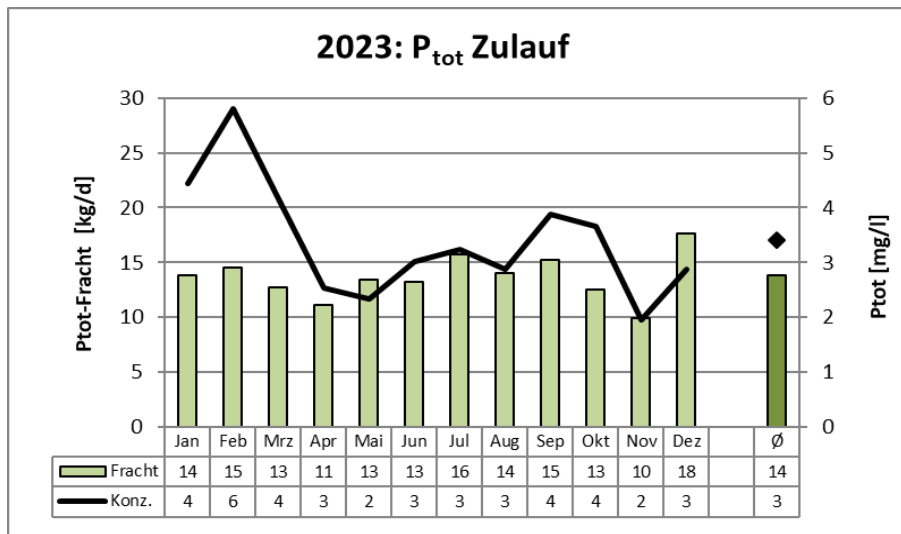
Fazit

Die Belastung der ARA verzeichnete im Jahr 2023 einen leichten Anstieg. Der CSB, Ptot, GUS sowie NH₄-N im Zulauf der ARA sind angestiegen. Der TOC im Zulauf hingegen ist stark gesunken (Frachtspitze 90%: -17%). Die gemessene Konzentration des NO₂ im Auslauf der ARA ist erneut gestiegen und liegt im Mittel bei 0.14 mg/l (hier ist jedoch kein Grenzwert einzuhalten, nur Richtwert). Anhand den Grafiken für die monatlichen Frachten lässt sich erkennen, dass im Dezember eine deutlich höhere Belastung war. Trotz der leicht höheren Belastung der ARA konnten die gesetzlich geltenden Grenzwerte und geforderten Wirkungsgrade eingehalten. Die Richtwerte für NH₄ und NO₂ wurden bei den Anzahl Überschreitungen nicht erfüllt, jedoch liegt der NH₄-Wirkungsgrad der ARA wie im Jahr zuvor bei ungefähr 96%.

Der Anstieg des GUS ist darauf zurückzuführen, weil die Trockensubstanz (TS) in der Biologie dauerhaft deutlich erhöht wurde. Aufgrund der Beckenkonstruktion ist bei Regenfällen eine höhere hydraulische Belastung. Das kann kurzzeitig zu leichtem Schlammabtrieb führen. Die Flockenstruktur ist aber so klein, dass diese nicht sichtbar ist im Abwasser.







4 KLÄRSCHLAMM- UND KLÄRGASANFALL

Aus den Betriebsdaten ergibt sich für das Jahr 2023 folgender Schlamm- und Gasanfall:

Tabelle 4: Klärschlamm- und Klärgasanfall

	2022		2023		Veränderung
Frischschlamm	8'600	m ³ /a	8'000	m ³ /a	- 7 %
	176	t TS/a	163	t TS/a	- 7 %
	2.0	%	2.0	%	
Frischschlamm entwässert	2'500	m ³ /a	3'000	m ³ /a	+ 20 %
	176	t TS/a	163	t TS/a	- 7 %
	7.0	%	5.4	%	- 23 %
Fettannahme (aus Fettabscheider)	44	m ³ /a	49	m ³ /a	+ 11 %
Molke Käserei E'berg + weitere	110	m ³ /a	110	m ³ /a	
Faulschlamm	4'200	m ³ /a	3'800	m ³ /a	- 10 %
	112	t TS/a	99	t TS/a	- 12 %
	2.7	%	2.6	%	
Faulschlamm entwässert	386	m ³ /a	342	m ³ /a	- 12 %
	102	t TS/a	91	t TS/a	- 11 %
	<i>Davon aus Molke</i>	2.2	t TS/a	2.8	T TS/a
	26.5	% TS	26.6	% TS	+ 1 %
Klärgas	82'800	Nm ³ /a	84'000	Nm ³ /a	+ 1.4 %

Grund für die Veränderung

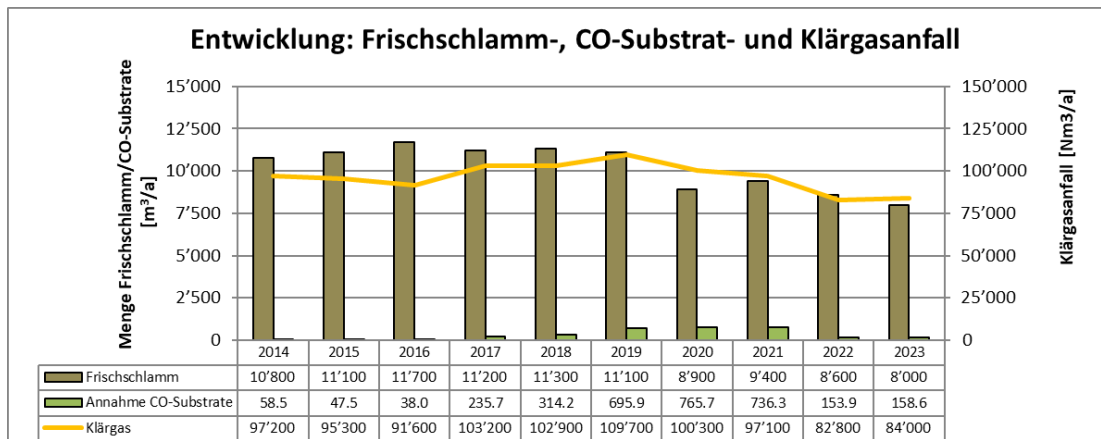
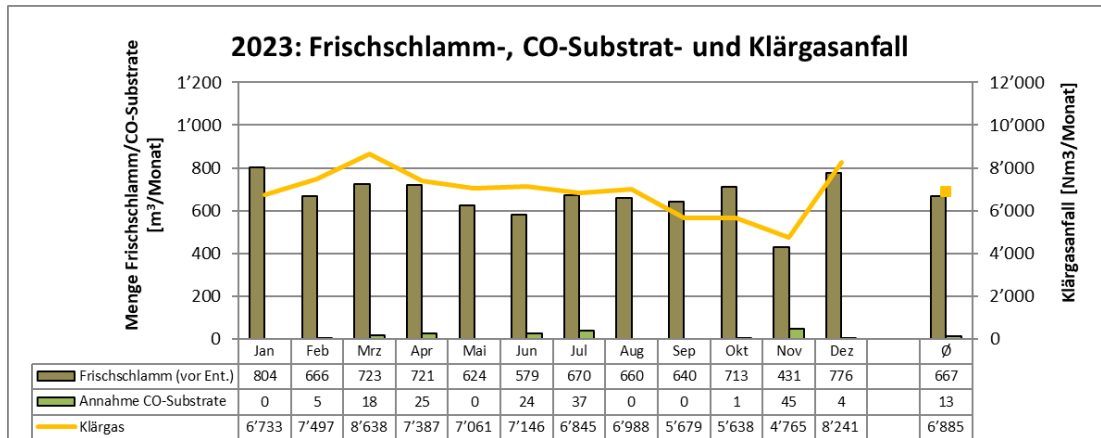
Die Frischschlammmenge hat sich, bezogen auf die effektive Menge, gegenüber dem Vorjahr um 7 % reduziert. Das Klärgas blieb auf einer konstanten Menge (+ 1.4 %).

Anlieferung Co-substrat

Die regelmässigen Molkenlieferung wurde per Ende März 2022 eingestellt. Die Molkenannahme im Jahr 2023 beträgt gleich viel wie im Jahr 2022. Die aber deutlich höhere gesamte Trockensubstanz (TS) der Molke lässt sich auf die Molkenlieferung Ende November zurückführen. Diese Betrag rund 20 % und ist im Vergleich mit den anderen Molkenlieferungen (ca. 5%) deutlich höher. Durch die generell geringe Molkenannahme hatte diese Lieferung einen starken Einfluss auf die ausgewerteten Kennzahlen.

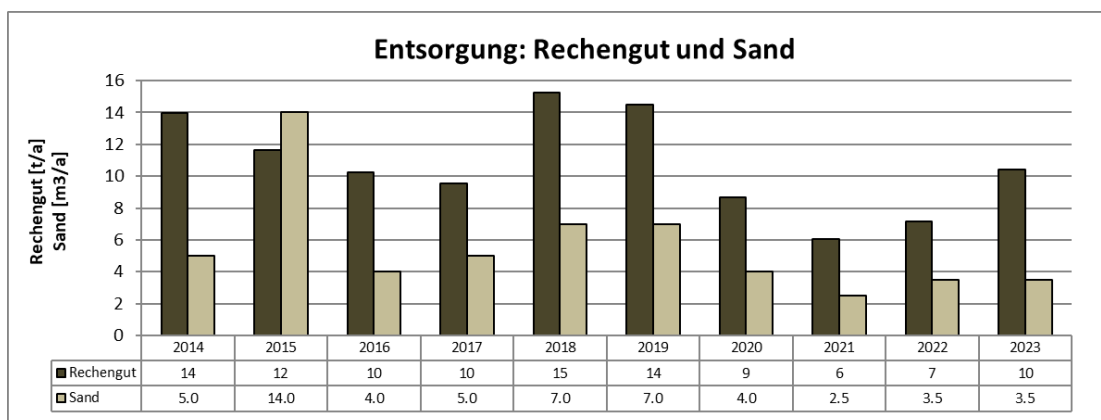
Entwicklung

In den folgenden beiden Abbildungen ist die Entwicklung der Klärschlamm- und Klärgasmenge innerhalb des Jahres 2023 und über die vergangenen Jahre dargestellt.



Sand, Rechengut

Neben dem entwässerten Klärschlamm (342 m³) musste im Jahr 2023 zusätzlich 3.5 m³ Sand (+/- 0 %) und 10 t Rechengut (+45.6 %) entsorgt werden. Die Entwicklung der Rechengut- und Sandmenge ist in der folgenden Abbildung dargestellt.



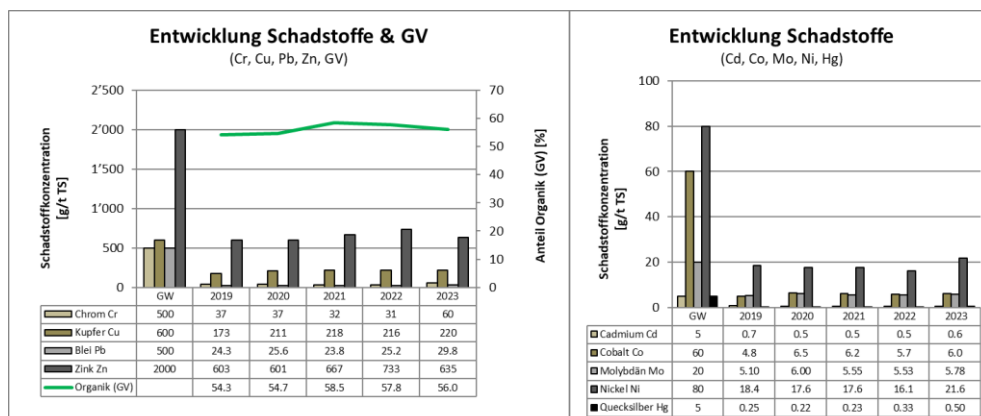
Schadstoffe im
Faulschlamm

Die eingeleiteten Schadstoffe und Nährstoffe können im Faulschlamm nachgewiesen werden. Im vergangenen Jahr wurden vom Faulschlamm zwei Proben durch das Labor der Urkantone analysiert. Die geforderten Grenzwerte und Richtwerte konnten bei allen Schadstoffen erneut problemlos eingehalten werden.

Gegenüber 2022 haben sich die Konzentrationen der Stoffe geringfügig verändert, liegen jedoch weiterhin im üblichen Schwankungsbereich der letzten Jahre. Die Grenzwerte konnten für alle Werte eingehalten werden. In der folgenden Tabelle und Abbildung ist die Entwicklung der Schadstoffe, Nährstoffe und Organik im Faulschlamm über die vergangenen Jahre dargestellt.

Tabelle 5: Nährstoffe und Schadstoffe im Klärschlamm

		Grenzwert/ Richtwert	2022 Ø	2023 Ø	Veränderung
Nährstoffe					
Phosphor (P)	kg/t TS		42.5	33.7	- 21 %
Schwermetalle (Richtwert)					
Cadmium (Cd)	g/t TS	5	0.6	0.5	- 2 %
Kobalt (Co)	g/t TS	60	5.7	6.0	+ 6 %
Chrom (Cr)	g/t TS	500	31	60	+ 96 %
Kupfer (Cu)	g/t TS	600	216	220	+ 2 %
Quecksilber (Hg)	g/t TS	5	0.33	0.50	+ 54 %
Molybdän (Mo)	g/t TS	20	5.53	5.78	+ 4.6 %
Nickel (Ni)	g/t TS	80	16.1	21.6	+ 35 %
Blei (Pb)	g/t TS	500	25.2	29.8	+ 18 %
Zink (Zn)	g/t TS	2'000	733	635	- 13 %
AOX (Grenzwert)					
AOX	g/t TS	500	108	112	+ 4 %
Anzahl Analysen			2	2	



5 CO-SUBSTRAT MOLKE

5.1 EINLEITUNG

In der ARA Engelberg wird schon seit vielen Jahren die elektrische und thermische Energie mit dem betriebseigenen Blockheizkraftwerk (BHKW) und dem Kleinwasserkraftwerk (KWKW) selbst produziert. Früher musste in der kalten und schwachlastigen Jahreszeit ab Mitte Oktober bis Mitte Dezember mit Heizöl zusätzlich geheizt werden.

Molke ist die wässrige grünlich-gelbe Restflüssigkeit, die bei der Käseherstellung als Nebenprodukt entsteht. Sie ist der flüssige Teil, der nach der Gerinnung der Milch zu Käse oder Quark abgesondert wird. Molke besteht zu 90% aus Wasser und zu 10% aus Milchzucker, Fetten und Eiweiss. Diese Zucker und Fette haben einen sehr hohen Energiewert.

Seit dem Jahr 2019 wird die Molke im Normalbetrieb angenommen und vergärt. Die Molke stammt aus Käsereien in der näheren Umgebung von Engelberg.

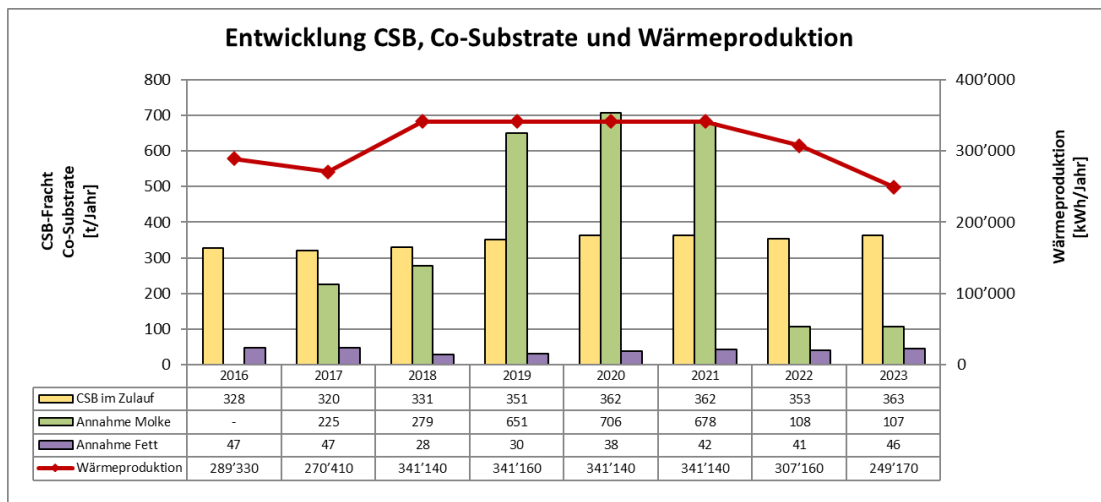
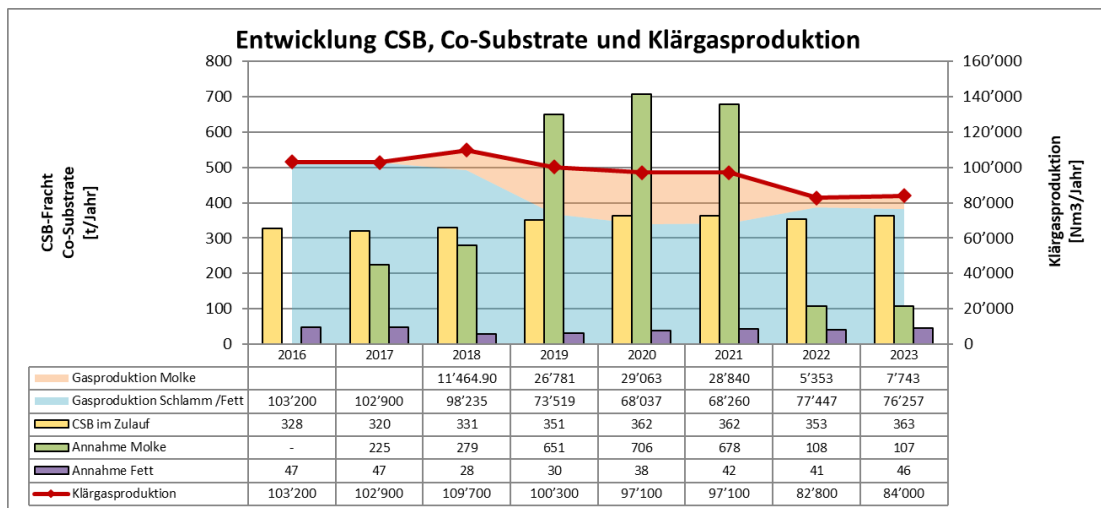
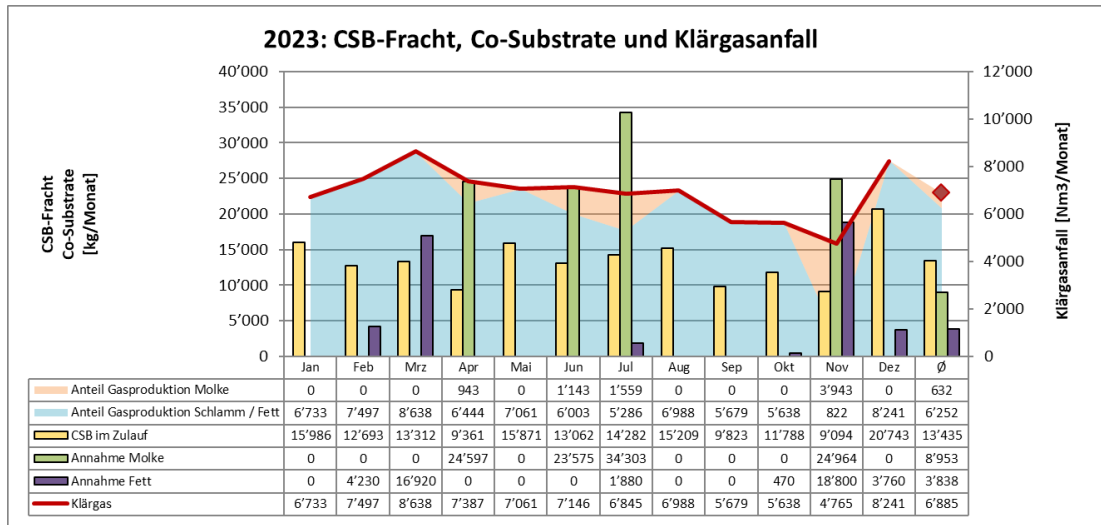
5.2 AUSWERTUNG MOLKE AUF GASERTRAG UND ENERGIEPRODUKTION

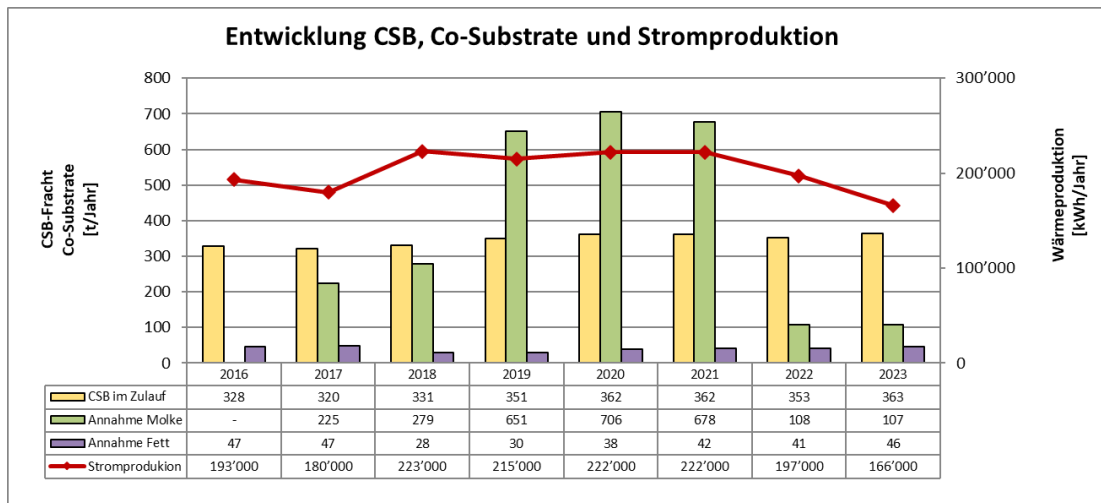
Über das ganze Jahr wurden insgesamt 49 m³ Speisefett und 110 m³ Molke angenommen. Die Molke ist ein hochwertiger Energieträger bei deren Eintrag in den Faulraum sehr viel Methangas entsteht. Grob abgeschätzt beträgt der Anteil der Gasproduktion der Molke im Jahr 2023 wie im Jahr 2021 rund 20%, wobei der Methangehalt und damit der Energiegehalt höher liegt als bei herkömmlichem Faulgas. Ebenfalls entstehen sehr wenig Rückstände im Faulschlamm, da die Molke zu mehr als 90% abgebaut werden kann. Lediglich 2.8 t entwässerter Faulschlamm wurde durch die Molke 2023 produziert. Die spezifischen Kennzahlen für Gasertrag, Stromertrag und Schlammproduktion sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Kennzahlen Molke 2023		
Gasertrag	m ³ /m ³ -Molke	70.4
Stromertrag	kWh/m ³ -Molke	137.3
Schlammproduktion	kg/m ³ -Molke	25.5

Vergleicht man den Gasertrag und den daraus berechneten Stromertrag mit dem Jahr 2021 stellt man fest, dass sich diese knapp um den Faktor 2 erhöht haben. Dies ist vor allem auf die Molkenlieferung Ende November zurückzuführen, welche einen TS von rund 20 % aufwies (vgl. anderer Molkenlieferung: ca. 5 %) und somit die Ertragswerte pro Molke verhältnismässig stark erhöht.

In den folgenden Auswertungen wurde der Einfluss der Molke auf die Gasproduktion visuell dargestellt.





Der Einfluss der Molke ist bei der Energieproduktion (Strom, Wärme) sehr gut erkennbar. Die starke Zunahme der Molkenannahme ab dem Jahr 2017 hat einen starken Einfluss auf die Strom- und Wärmeproduktion der ARA Engelberg. Im Jahr 2022 und 2023 erfolgte keine regelmäßige Lieferung.

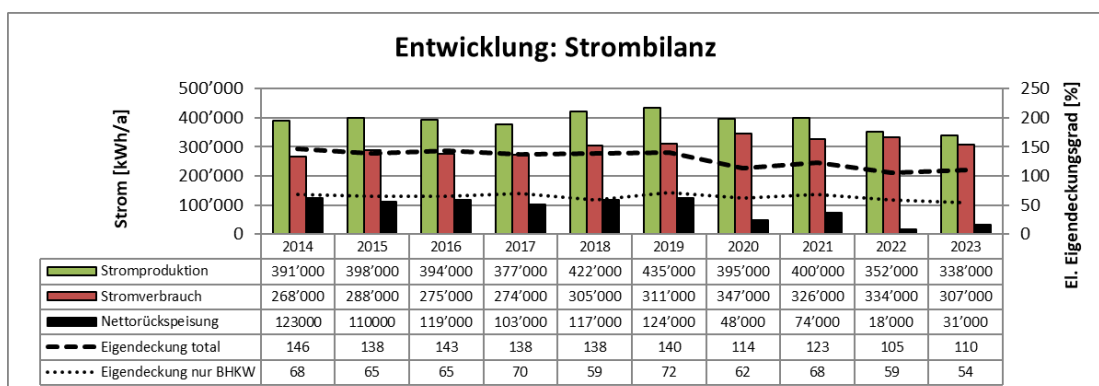
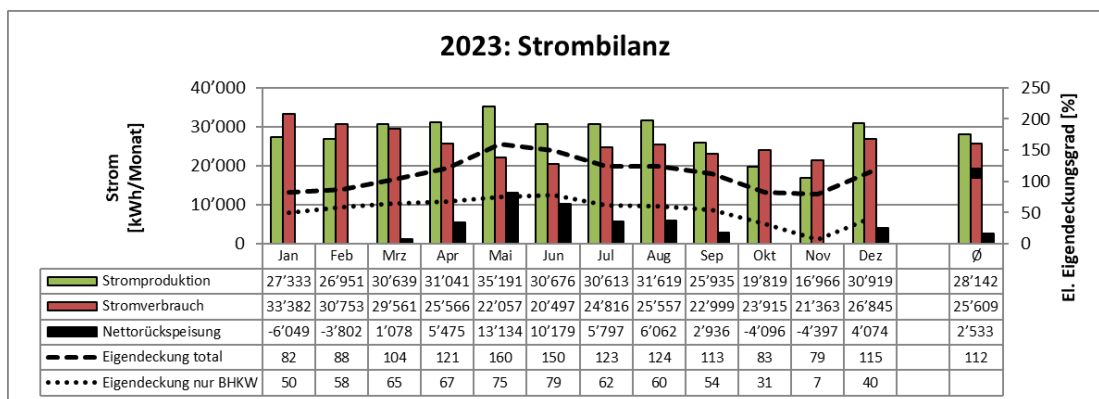
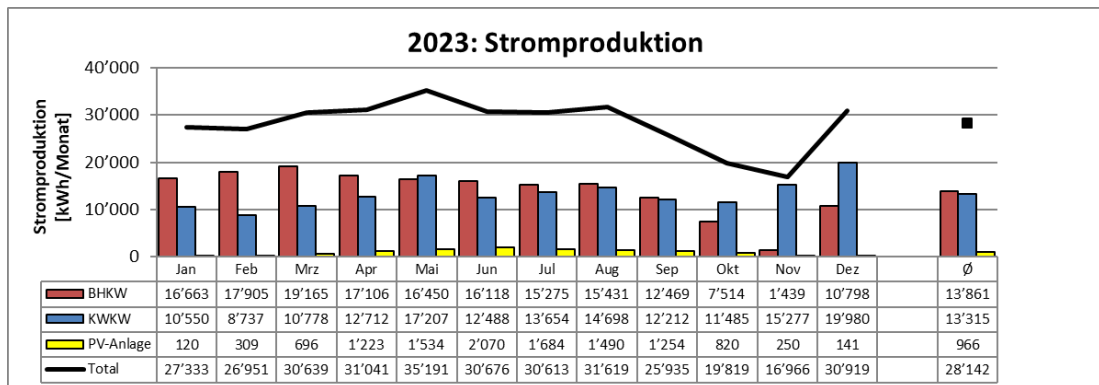
6 ENERGIE

Stromproduktion Auf der ARA Engelberg wurden im Jahr 2023 folgende Strommengen erzeugt und verbraucht:

Tabelle 6: Stromerzeugung und Strombedarf

	2022		2023		Veränderung
BHKW	197'000	kWh	166'000	kWh	- 16 %
KWKW	144'000	kWh	160'000	kWh	+ 11 %
PV-Anlage	11'000	kWh	12'000	kWh	+ 9 %
Produktion	352'000	kWh	338'000	kWh	- 4 %
entspricht Verbrauch (HH)= Anzahl Haushalte	88	HH	85	HH	- 3 %
Verbrauch	334'000	kWh	307'000	kWh	- 8.1 %
Einspeisung ins Netz	18'000	kWh	31'000	kWh	+ 72 %
Eigendeckungsgrad	105	%	110	%	+ 4 %
Eigendeckung mit BHKW	59	%	54	%	- 8 %

- BHKW** Der Ertrag aus dem Blockheizkraftwerk (BHKW) ist insgesamt um 16 % gesunken. Dies ist vor allem auf die Monate September bis und mit November zurückzuführen. In diesen Monaten war das BHKW aufgrund der Generatorenrevision weniger oder gar nicht in Betrieb.
- KWKW** Der Ertrag aus dem Kleinwasserkraftwerk (KWKW) ist um 11 % gestiegen und befindet sich wieder auf einem ähnlichen Niveau wie im Jahr vor 2021. Der Stromertrag des KWKW hängt immer vom Zufluss der ARA ab, welcher in diesem Jahr um rund 14 % gestiegen ist.
- PVA** Der Ertrag aus der Photovoltaikanlage (PVA) hat um 9 % zugenommen.
- Stromverbrauch** Der Stromverbrauch der ARA Engelberg konnte im Jahr 2023 um insgesamt 8.1 % gesenkt werden. Dadurch konnte in diesem Jahr die Nettorückspeisung, trotz geringeren Stromproduktion, um rund 70 % erhöht werden.
- Eigendeckungsgrad** Der elektrische Eigendeckungsgrad mit allen Energieerzeugungsanlagen der ARA ist gegenüber dem Vorjahr um 4% gestiegen und liegt aktuell bei 110 %. Die ARA Engelberg ist somit weiterhin ein Nettostromproduzent. Der elektrische Eigendeckungsgrad mit dem BHKW liegt bei 54 % und hat sich gegenüber dem Vorjahr um 8 % verringert. Dies ist hauptsächlich auf die Generatorenrevision des BHKW zurückzuführen. Verglichen mit anderen Kläranlagen weist die ARA Engelberg jedoch weiterhin einen hervorragenden Wert auf (Idealwert Kläranlage 5'000 – 10'000 EW Mittel: 52%).
- Einspeisung ins Netz** Im Jahr 2023 wurden insgesamt 31'000 kWh an Stromüberschuss ins Netz eingespeist. Dies ist vor allem auf den deutlich geringeren Stromverbrauch im Jahr 2023 zurückzuführen. Dies entspricht ungefähr dem Strombedarf von 8 Haushalten.
- Entwicklung** In den folgenden drei Abbildungen ist die Entwicklung der Stromproduktion und des Stromverbrauchs der ARA innerhalb des Jahres 2023 und über die vergangenen Jahre dargestellt.



Wärmebedarf

Im Jahr 2023 benötigte die ARA Engelberg 258'080 kWh Wärme. Dies ist ein erneut deutlich geringerer Bedarf als im Vorjahr (2021: 341'140 kWh, 2022: 308'200 kWh). Dies ist auf diverse Optimierungen bei den Wärmeverbrauchern zurückzuführen. Die benötigte Wärme konnte wieder mittels Klärgasverwertung bereitgestellt werden. Der Gasbrenner kam im Jahr 2023 vermehrt zum Einsatz und stieg im Vergleich zum Vorjahr um gesamthaft 756 %. Grund dafür ist das reduziert betriebene BHKW von September bis November.

In der Gesamtbilanz konnte die ARA im Jahr 2023 energieautark betrieben werden.

Bewirtschaftung Faulraum

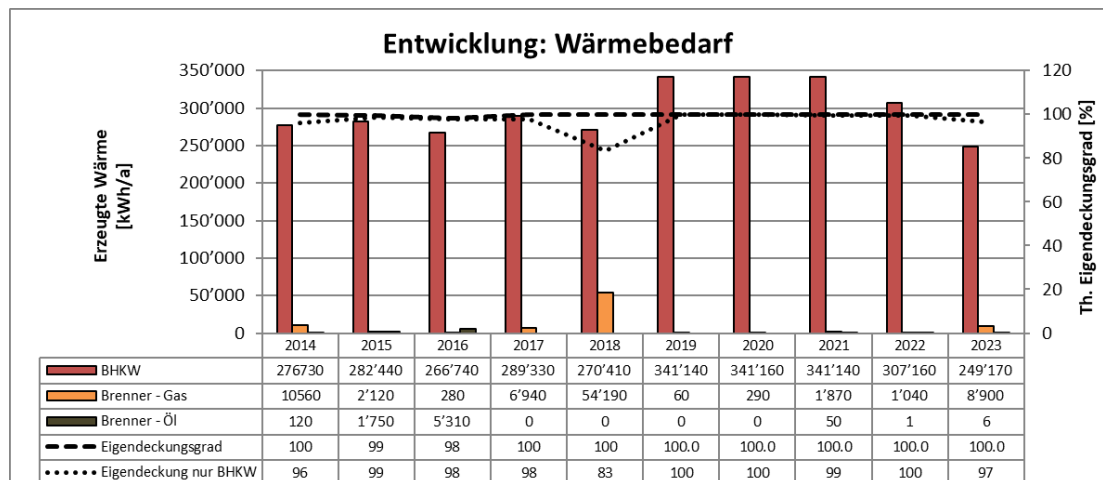
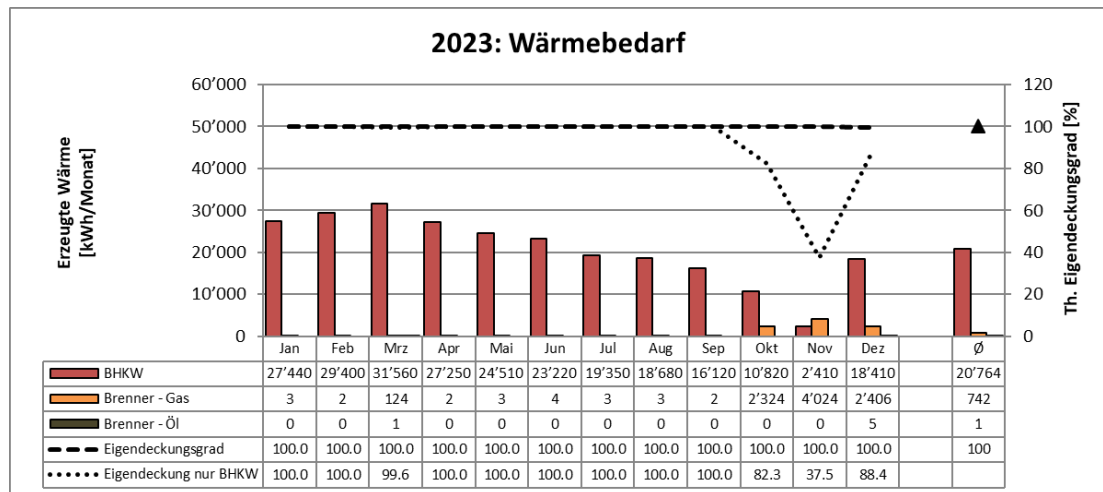
Während den Monaten Mai bis Oktober wird der Faulraum mit einer Temperatur von über 36 °C betrieben (Höchstwert: 40.4 °C), während in den Herbst- und Wintermonaten dieser mit einer tieferen Temperatur betrieben wird (Tiefstwert: 29.9 °C). Da die Aufenthaltszeit im Faulraum mit rund 70 Tagen sehr hoch ist, hat die tiefe Temperatur in den Herbst- und Wintermonaten keinen nennenswerten Einfluss auf die Gasproduktion. Durch die beschriebene Bewirtschaftung des Faulturms kann auf den Einsatz von Heizöl verzichtet werden.

Entwicklung

In den folgenden zwei Abbildungen ist die Entwicklung des Wärmebedarfs der ARA Engelberg innerhalb des Jahres 2023 und über die vergangenen Jahre dargestellt.

Einsparung
Heizöl

Mit Ausnahme von kurzen Inbetriebnahmen, um Standschäden beim Oilbrenner zu verhindern, konnte im Jahr 2023 auf den Einsatz von Heizöl verzichtet werden. Durch den Gebrauch des betriebseigenen produzierten Klärgas konnte auf 20'800 Liter verzichtet werden.



7 MIKROVERUNREINIGUNGEN (MV) IM ABWASSER

Einleitung	Die revidierte Gewässerschutzverordnung (GSchV), welche am 01.01.2016 in Kraft getreten ist, definiert den Gewässerschutz hinsichtlich Mikroverunreinigungen in Form von Pestiziden, Arzneimittel und weiteren Chemikalien neu. Dadurch soll das Ökosystem von durch Menschen verursachten Einflüssen geschützt sowie eine nachhaltige Trinkwasserqualität sichergestellt werden.
Grenzwerte	Grundsätzlich gilt für alle Bäche, Flüsse und Seen ein Grenzwert für Pestizide von 0.1 Mikrogramm (μg). Zusätzlich wurden insgesamt 12 Leitsubstanzen (gemäss Verordnung des UVEK) definiert, um die Überprüfung des Reinigungseffektes von Massnahmen zur Elimination von organischen Spurenstoffen bei Abwasserreinigungsanlagen nachzuweisen. Diese zwölf Substanzen sind in zwei Kategorien unterteilt: <ol style="list-style-type: none">1. Sehr gut abbaubare Substanzen (Kategorie 1) – blau markiert2. Gut abbaubare Substanzen (Kategorie 2) – rot markiert
Erfüllung des Reinigungseffekts	Der Reinigungseffekt gilt als erfüllt, sobald der Mittelwert der Einzeleliminationen aller Substanzen mindestens 80 % beträgt. Dieser prozentuale Abbaueffekt ist jedoch nur für solche ARA verbindlich, welche den Betriebsprozess für die Elimination von MV schon gebaut haben. Diese Betriebsprozesse sind sehr teuer im Betrieb und Unterhalt.
Situation ARA Engelberg	Nur bestimmte Abwassereinigungsanlagen sind zur Inbetriebnahme einer vierten Reinigungsstufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen gesetzlich verpflichtet. Aktuell muss die ARA Engelberg jedoch keine MV-Stufe realisieren. Aufgrund des bestehenden Betriebskonzeptes der Abwasserreinigung könnte ohnehin keine MV-Stufe realisiert werden.
Schlussfolgerung	Die Ermittlung der Leitsubstanzen, ersichtlich in den nachfolgenden Abbildungen, dient als Situationsanalyse der gegenwärtigen Belastung.

7.1 PARAMETER

Zulauf ARA

Substanz	Kategorie	28.1./1.2.18	18./22.11.18	4.3./7.3.19	27./31.10.19	26./30.1.20	11./13.10.20	15./17.3.21	03.04.22	23.03.23	11.10.23	Ø	Ø	Anzahl
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	Engelberg	Laburk
Amisulprid	Neuroleptika	28	8	10	5	11	5	5	91	5	19	19	120	47
Benzotriazol	Korrosionsschutz	2500	215	2450	1125	4454	986	1598	3481	4103	1666	2258	9400	56
Candesartan	Blutdrucksenker	314	285	373	199	396	226	354	376	619	478	362	880	46
Carbamazepin	Antiepileptikum	96	46	134	67	183	104	106	201	233	216	139	410	61
Citalopram	Antidepressivum	52	100	14	5	50	9	17	40	41	41	37	96	49
Clarithromycin	Antibiotikum	108	1850	113	5	316	18	31	5	158	113	272	310	49
Diclofenac	Analgetikum	1360	581	1060	580	1481	1141	1319	1720	2375	1312	1293	2600	60
Hydrochlorothiazid	Diuretikum	687	730	675	247	471	287	368	439	554	483	494	1400	42
Irbesartan	Blutdrucksenker	314	603	774	481	968	588	698	863	917	748	695	950	49
Methylbenzotriazol	Korrosionsschutz	952	337	1980	332	1416	345	703	5885	177	174	1230	2600	47
Metoprolol	Betablocker	262	349	267	153	395	151	179	181	305	261	250	600	49
Venlafaxin	Antidepressivum	5070	110	124	46	141	39	79	89	85	137	592	430	49

Ablauf ARA

Substanz	Kategorie	28.1./1.2.18	18./22.11.18	4.3./7.3.19	27./31.10.19	26./30.1.20	11./13.10.20	15./17.3.21	03.04.22	23.03.23	11.10.23	Ø	Ø	Anzahl
		ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	ng/L	Engelberg	Laburk
Amisulprid	Neuroleptika	22	6	10	5	9	5	5	39	5	18	12	63	47
Benzotriazol	Korrosionsschutz	1950	216	2190	979	3962	568	1215	1877	2763	1031	1675	4800	58
Candesartan	Blutdrucksenker	225	383	358	200	483	160	323	327	612	420	349	870	46
Carbamazepin	Antiepileptikum	144	46	124	143	273	132	182	277	313	261	189	310	61
Citalopram	Antidepressivum	19	94	5	5	34	19	17	29	47	43	31	63	49
Clarithromycin	Antibiotikum	90	1890	51	12	270	12	32	7	125	111	260	310	49
Diclofenac	Analgetikum	1270	528	1070	581	1276	722	997	1143	1632	1183	1040	1900	58
Hydrochlorothiazid	Diuretikum	727	698	539	204	586	238	413	366	537	317	462	1300	44
Irbesartan	Blutdrucksenker	405	662	722	536	901	421	552	665	816	586	627	810	49
Methylbenzotriazol	Korrosionsschutz	1090	501	738	401	1402	300	547	1997	210	71	726	1800	47
Metoprolol	Betablocker	165	289	218	133	228	107	158	178	348	213	204	440	49
Venlafaxin	Antidepressivum	887	129	112	68	162	36	88	98	107	164	185	320	49

Die Durchschnittswerte des Laburk beinhalten Werte aller in den Urkantonen (Nid- und Obwalden, Uri, Schwyz) gemessenen Kläranlagen betreffend den Prüfsubstanzen. Sofern der gemessene Wert der ARA Engelberg diesen nicht überschreitet, wird die Zelle grün eingefärbt. Ist sie orange eingefärbt, ist der Wert überschritten.

8 SONSTIGES

8.1 WEITERBILDUNG

- Fr 26. Mai: Berufskollegentreffen in ARA Sempach
Teilnehmer: Niederberger Paul, Niederberger Viktor, Schleiss Robert
- Di 27. Juni: Betriebselektrikertagung in Zürich
Teilnehmer: Niederberger Viktor
- Mi 13. Sept : Klärmeistertagung der Zentralschweizer Kantone Luzern, Obwalden, Nidwalden, Schwyz, Uri, Zug im Campus Sursee
Teilnehmer: Niederberger Paul, Niederberger Viktor, Schleiss Robert
- Fr 25. Aug: Schubag Pumpentechnik
Thema: neue Pumpentechniken, Energieeffizienz, äussere Einflussfaktoren, Störfaktor "Gas", Diverses
Teilnehmer: Schleiss Robert
- Do 07. Sept: Jubiläumsanlass "10 Jahre Siedlungsentwässerung Holinger, Büro Hünenberg" in Hünenberg
Teilnehmer: Schleiss Robi
- Mi 27. bis Fr 29. Sept: VSA Kurs W 23 / W24 in Sarnen
Teilnehmer: Schleiss Robi, Niederberger Heinz (Bauamt, Fachperson Bauwesen)
- Mo 20. Nov: Sera-Pumpen: Vorführung neue mobile selbstansaugende Pumpen in ARA Surental
Teilnehmer: Schleiss Robi

Bemerkung zur Weiterbildung des ARA-Personals

Da in der Abwasserreinigung immer wieder neue Technologien eingesetzt werden, ist es für das Betriebspersonal notwendig an jährlich wiederkehrenden Weiterbildungen und Workshops teilzunehmen. Die Kurse, Fachtagungen, Seminare und Fachmessen dienen dazu neue und teilweise noch unbekannte Technologien kennenzulernen. Da der Kundenkontakt bei einer ARA nicht sehr ausgeprägt ist, ist es umso wichtiger, sich mit anderen, vor allem in der näheren Umgebung stehenden ARA, auszutauschen. Dies dient dazu, bereits in anderen Betrieben eingebaute neue Technologien im praktischen Einsatz kennenzulernen (Wissens-transfer). Das gleiche gilt auch im Sicherheitsbereich.

8.2 SPEZIELLES

Finanzplanung ARA

Die Finanzplanung ist ein Instrument, welches es der ARA ermöglicht, Investitionen genauer zu planen. Dabei werden auch Beträge unter CHF 50'000 berücksichtigt. Somit können die Investitionen bei der ARA und der Kanalisation frühzeitig aufeinander abgestimmt werden. Weitere Vorteile sind die langfristige Planung der Betriebsgebühren sowie die Koordination hinsichtlich den Gemeindefinanzen.

Die Finanzplanung wird jährlich überarbeitet und falls notwendig angepasst.

Baukontrolle Entwässerungsanlagen bei Neu- und Umbauprojekten

Seit dem Jahr 2021 wurde die Baukontrolle inkl. deren Bewilligungen in der Abteilung "Bau & Infrastruktur" neu organisiert. Die ARA unterstützt die Fachperson Tiefbau bei Fachfragen wie z.B. Bewilligungen, Baukontrolle vor Ort, Auskünfte für Bauherrschaft, usw. So ist unter anderem beim Bewilligungsprozess eine bessere Grundlage gewährleistet.

Bei Sanierungsprojekten der öffentlichen Entwässerungsanlagen wird die Ausführung und Überwachung durch die ARA organisiert und koordiniert (teilweise in Zusammenarbeit mit dem GEP-Ingenieur der Holinger AG).

Die ARA ist auch behilflich bei der Koordination der jährlichen Massnahmenplanung und der Budgetierung für die Folgejahre

Mitte April: Spühlen und Reinigung Kanalisation Zone 4. Anschliessend wurden einige sanierte Leitungen gespült und gereinigt betreffend der zwei- und fünfjährigen Garantieabnahmen (Inlinereinbau). Diese umfassen zusätzliche Kameraaufnahmen (KTV) mit anschliessender Auswertung durch den GEP-Ingenieur.

Ausführung: Kanal Engel, Abtwil, und Holinger Ingenieure, Büro Hünenberg.

Seit regelmässige Reinigungen und Kontrollen im Kanalnetz gemacht werden, gibt es in der Rechenanlage keine Betriebsstörungen mehr. Davon ausgenommen sind solche, welche durch aussergewöhnlich starken Regenereignis verursacht werden.

Seit Oktober 2019 sind im öffentlichen Kanalnetz vier mobile Messungen im Einsatz. Diese sind bei den wichtigsten Abwasserentlastungen zu den öffentlichen Gewässern eingebaut. Eine Messung wird gezielt dort eingesetzt wo Fremdwasser im Kanalnetz vermutet wird. Die Messergebnisse aller Messgeräte werden mittels GSM in den ARA-Server eingelesen und anschliessend ausgewertet.

08. Okt: Anschaffung einer mobilen Stosskamera für variable Kontrollen bei kleineren Leitungen im Kanalnetz bis 80m Reichweite. Die Kamera ist mit der aktuellen Software ausgerüstet wie sie bei den spezialisierten Kanalunterhaltfirmen auch eingesetzt wird. So kann bei aussergewöhnlichen Schlussabnahmen und kurzfristigen Einsätzen bei der öffentlichen Kanalisation schneller vor Ort reagiert werden. Auch bei den Gemeindeliegenschaften soll die Kamera zum Einsatz kommen

Im Jahr 2023 betrug der Anteil der Stellenprozente für die Kanalisation 12% (ohne die Fachperson Bauwesen vom Bauamt)

Finanzierung Kanalisation und Abwasser

Gemäss Gewässerschutzgesetz hat die Gemeinde die Aufsichtspflicht über das Abwasserwesen. Jedes Jahr werden Teile des öffentlichen und privaten Kanalisationsnetzes kontrolliert und teilweise repariert oder erneuert. Im Rahmen der generellen Entwässerungsplanung werden diese Massnahmen laufend umgesetzt.

Die jährlichen Kosten für die betrieblichen und baulichen Unterhaltsmassnahmen betragen ca. CHF 350'000.

Di 19. Sept: Teilnahme beim Laborringversuch von diversen Kantonen

Die Proben werden vom Labor der Urkantone vom Verteilzentrum der Organisation des Laborringversuchs an die ARA Rotzwinkel ausgeliefert. Dort werden die vorbereiteten Proben abgeholt. Am nächsten Tag werden die Proben ausgewertet. Zwei Personen des Betriebspersonal werten die Proben unabhängig voneinander aus. Die Messwerte werden gemäss Vorgabe des Organisators zur Gesamtauswertung weitergeleitet.

Der Bericht wurde den Teilnehmern des Ringversuches zugestellt. Die ARA war bis auf einen Messwert überall im Sollbereich der Gesamtauswertung.

Labor der Urkantone (Laburk)

Mo 20. März und Mi 22. März bis Fr 24. März 2023 sowie Mo 09. Okt. bis Do 12. Okt. 2023) fanden jeweils die Probenahmen statt. Das Laburk prüft sämtliche Abwasserparameter, inklusive den Proben "Mikroverunreinigungen" (nur im Frühling), welche das Gewässerschutzgesetz vorschreibt. Die Proben werden durch den Kanton angeordnet und kontrolliert.

Ebenso wurde pro Halbjahr je eine Schlammprobe aus dem Faulraum ausgewertet.

Überwachung Engelbergeraa durch ARA-Personal

Das ARA-Personal nimmt an festgelegten Orten (unter anderem auch dort wo das Laburk seine definierten Proben entnimmt) in der Engelbergeraa Wasserproben und wertet diese im betriebseigenen Labor aus.

Die Jahresauswertung ist gemäss der Vorgabe des Bundes in einem separaten Kapitel dargestellt.

Durch die monatliche Probenahme in der Engelbergeraa werden spezielle Gegebenheiten / Zustände nach der Einleitung frühzeitig erkannt. Ebenso können beim Zugang zur Engelbergeraa, im steilen Gelände des Kleinwasserkraftwerk (KWKW), Veränderungen frühzeitig wahrgenommen werden. Außerdem können allfällige Folgeschäden im Gelände, beim KWKW sowie der Ablaufrinne, verhindert werden.

Ganzes Jahr 2022

ARA-Führungen

Im Jahr 2023 nutzten einige Schulklassen der Oberstufe und des Gymnasium sowie ein Schullager aus Weggis die Möglichkeit, einen Rundgang durch die ARA zu erleben. In der Regel werden diese ARA-Besuche mit spezifischen Themen des Schulunterrichts als Unterrichtslektion gewertet. Manchmal werden von der ARA, auf Wunsch der Lehrkräfte, noch Flyer und/oder Fliessschema der ARA abgegeben, damit eine gezielte Vorbereitung der Schüler möglich ist.

Auch kamen einige Anfragen von anderen Kläranlagen um über bereits im Einsatz stehende Technik Auskunft zu erhalten. Dies betrifft vor allem die Schlammbehandlungsanlagen und Flockungsmittel.

Medienberichte

Im wöchentlichen "Engelbergeranzeiger" (ein Infomagazin für alle Einwohner und Gäste von Engelberg) publiziert die ARA in unregelmässigen Abständen kleine Berichte über die ARA.

Do 22. und Fr 23. Juni: "Energistädte Schweiz"

Durchführung der Jahrestagung: Teilnehmer waren ca. 120 Fachpersonen aus dem Energiebereich die direkt aus der Gemeindeverwaltung kommen oder externe Fachpersonen die für Gemeinden und Städte das "Energistadtlabel" betreuen und ein Beratermandat haben. Für diesen Anlass wurden drei "Leuchtturmprojekte" ausgewählt, um dabei aus erster Hand zu erfahren was umgesetzt wurde oder vorgesehen ist. Die ARA durfte an drei Vorträgen mitwirken und über die Energieanlagen (BHKW und KWKW) sowie die Co-Substratverwertung der Molke berichten und die gemachten Erfahrungen an die Fachleute weitergeben. Ebenso kamen 35 Personen in die ARA, um die Energieerzeugung vor Ort kennenzulernen.

Es gibt immer wieder überraschende und positive Rückmeldungen über die Aktivitäten der ARA Engelberg. Die Menschen sind sich oft nicht bewusst, dass in einer ARA, nebst der Hauptaufgabe der Abwasserreinigung, nachhaltige Energie erzeugt wird. Dies ermöglicht seit einigen Jahren einen energieautarken Betrieb der ARA.

ANHANG 1

KENNZAHLEN 2023

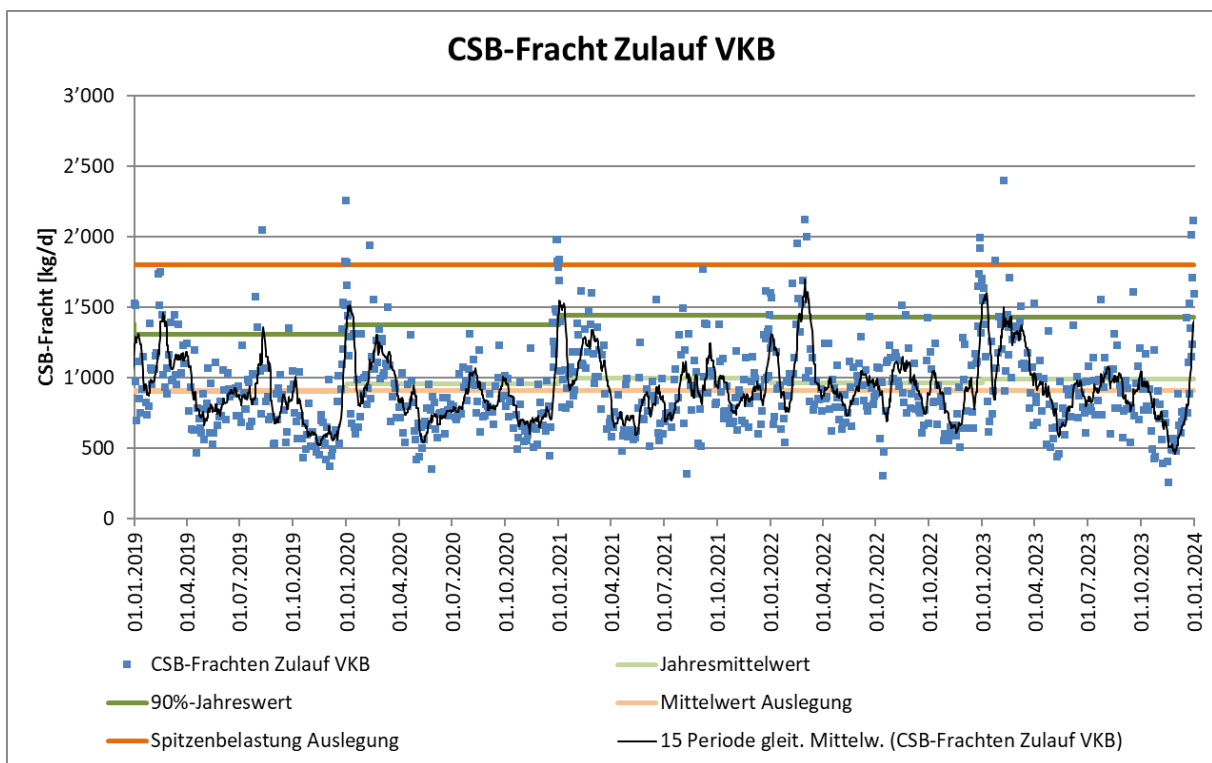
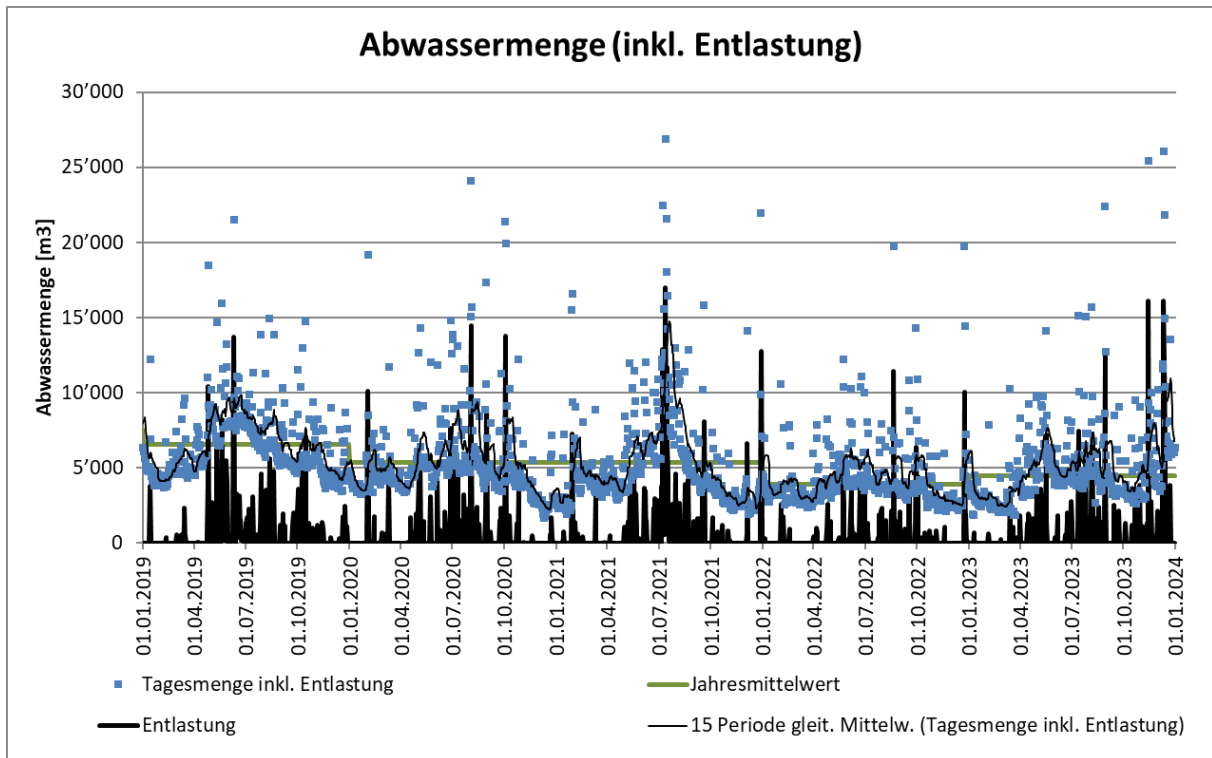
Kennzahlen 2022 / 2023

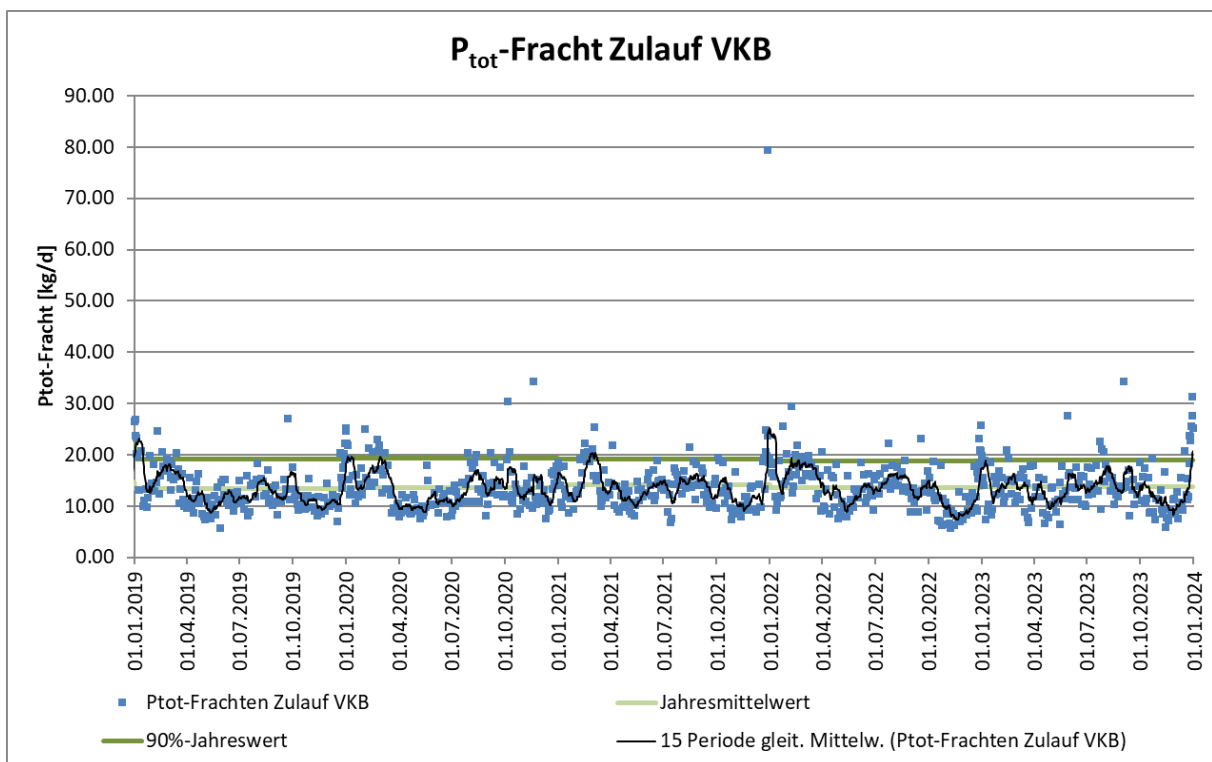
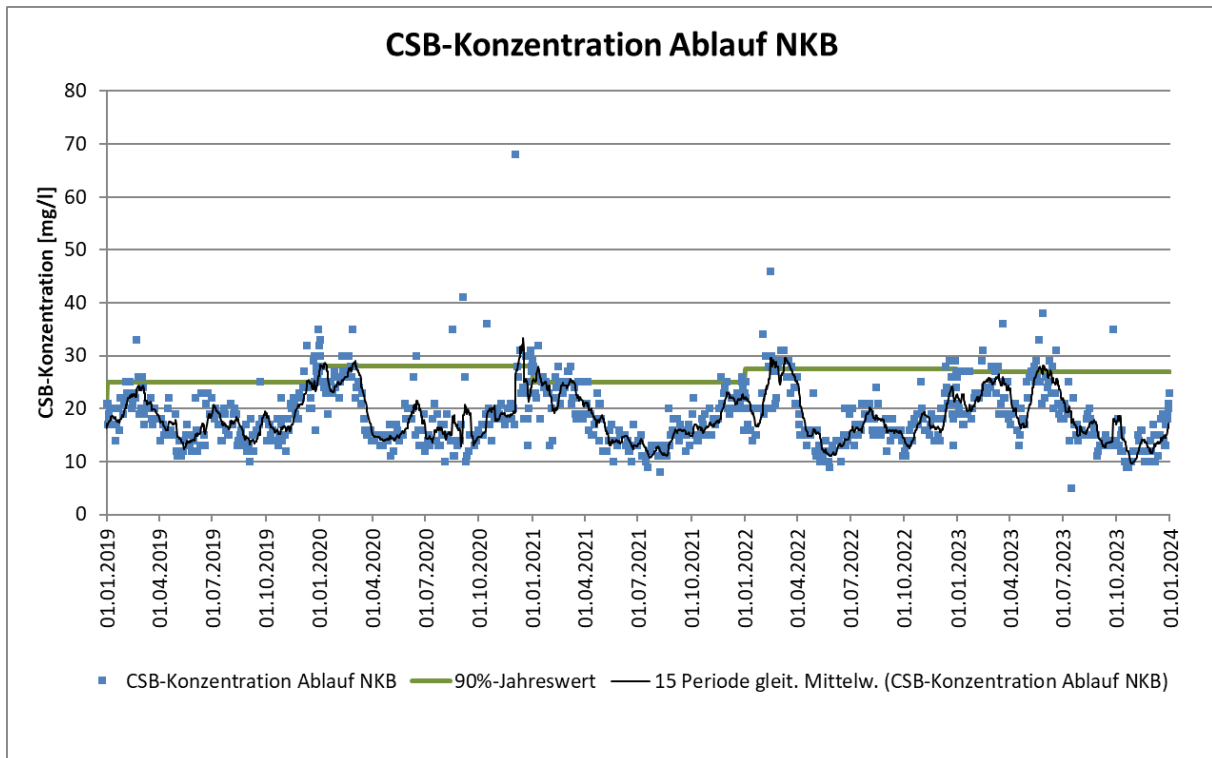
	2022	2023
Abwassermenge		
Behandelt auf Kläranlage	1'425'416 m ³	1'628'245 m ³
Entlastung Engelberger Aa	120'583 m ³	217'607 m ³
<i>Entlastung: grob gereinigt über Regenbecken</i>		
Einwohnergleichwerte		
<i>Einwohnerzahl (inkl. Tourismus und Gewerbe, 85%-Wert)</i>	11'300 EG	10'900 EG
Organische Schmutzfracht		
Fracht im Zulauf pro Tag	966 kg CSB	995 kg CSB
Fracht im Abfluss pro Tag	71 kg CSB	83 kg CSB
<i>CSB: Zur Oxidation der organischen Stoffe benötigte Sauerstoffmenge</i>		
Phosphor		
Fracht im Zulauf pro Tag	14 kg P	14 kg P
Fracht im Abfluss pro Tag	0.45 kg P	0.38 kg P
Reinigungsleistung		
Abgebaute organische Schmutzstoffe	92.4 %	91.2 %
Phosphorentfernung (Überdüngung)	86.9 %	87 %
Abbau Ammonium (Fischgift)	96.1 %	96.1 %
Stickstoffentfernung gesamt (Überdüngung)	26 %	34.5 %
<i>Überdüngung: starkes Wachstum von Wasserpflanzen (z. B. Algen)</i>		
Faulraumbeschickung und -entsorgung		
Frischschlammmenge (TS ca. 2 %)	8'600 m ³	8'000 m ³
Externe Annahme Co-Substrat (Fett aus Fettabscheider)	44 m ³	49 m ³
Externe Annahme Co-Substrat (Molke)	110 m ³	110 m ³
Faulschlammmenge (TS ca. 2.7 %)	4'200 m ³	3'800 m ³
Externe Entsorgung (TS ca. 27 %)	386 t	342 t
Klärgas		
Klärgas	82'800 Nm ³	84'000 Nm ³
<i>Davon Klärgasertrag aus Molke</i>	5'246 Nm ³	7'743 Nm ³
Strom (Eigendeckungsgrad: 110 %)		
Verbrauch	334'000 kWh	307'000 kWh
Eigenproduktion (BHKW, KWKW, PVA)	352'000 kWh	338'000 kWh
<i>Entspricht dem Verbrauch Anzahl Haushalte</i>	(~ 100 Haushalte)	(~ 100 Haushalte)
Einspeisung ins öffentliche Stromnetz	18'000 kWh	31'000 kWh
Wärme (Eigendeckungsgrad: 100 %)		
<i>Einsparung Heizöl: Der Anteil Klärgas entspricht der Menge von ca. 20'800 Liter (2023), bzw. 25'600 Liter (2022)</i>		
Wärmebedarf total	308'200 kWh	258'080 kWh
Anteil BHKW (Klärgas)	99.7 %	96.5 %
Anteil Brenner (Klärgas)	0.3 %	3.5 %
Anteil Brenner (Öl) >>für Testzwecke des Brenners	0 %	0 %

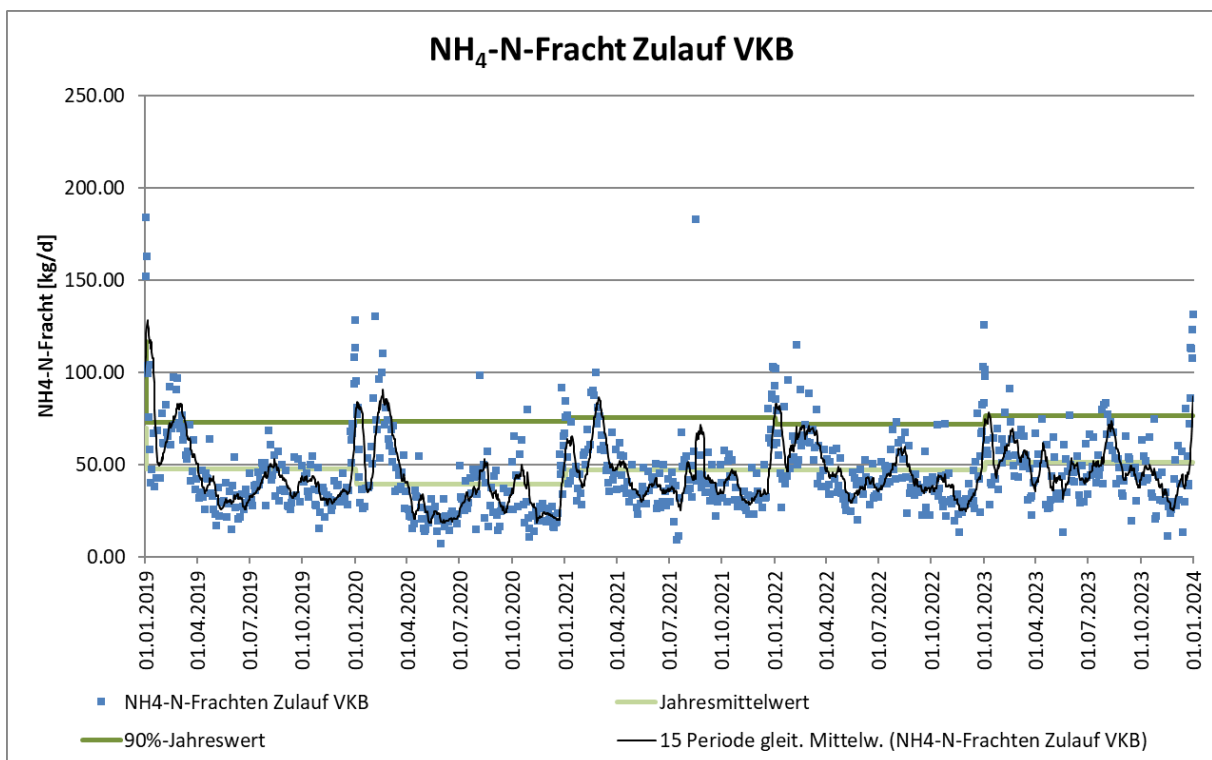
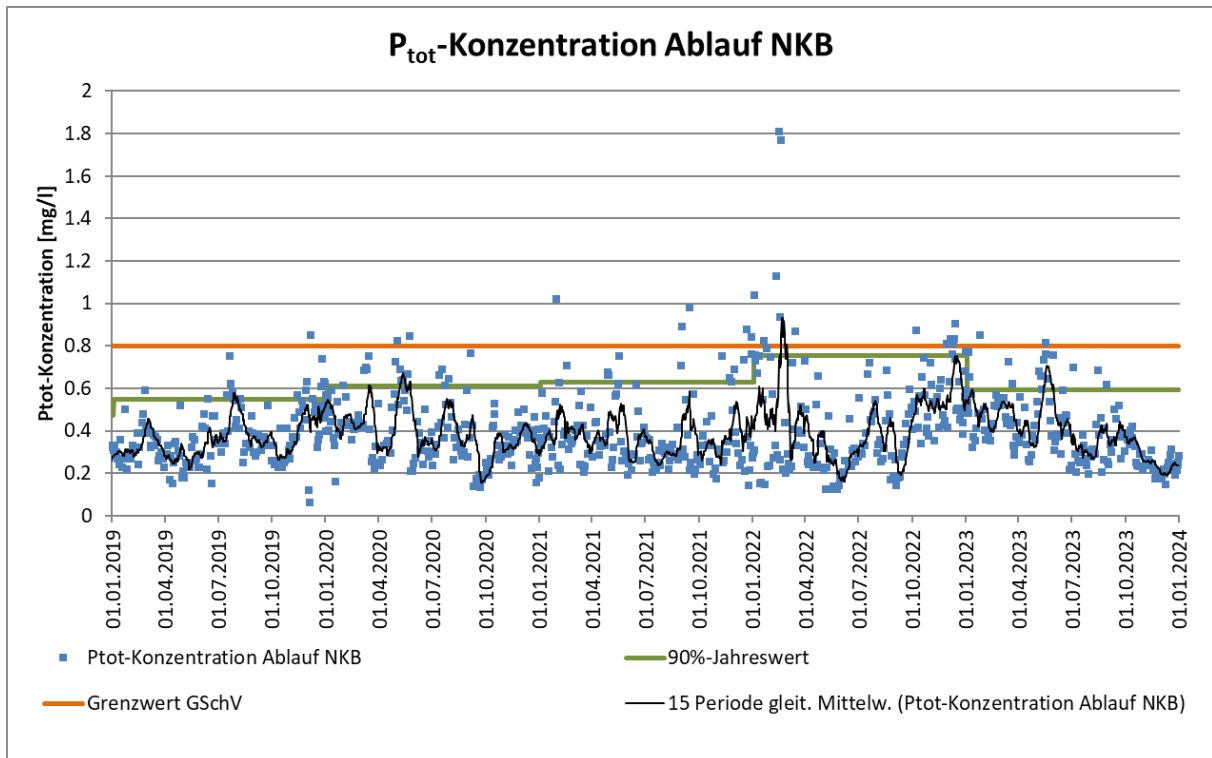
Die ARA konnte im Jahr 2023 energieautark betrieben werden

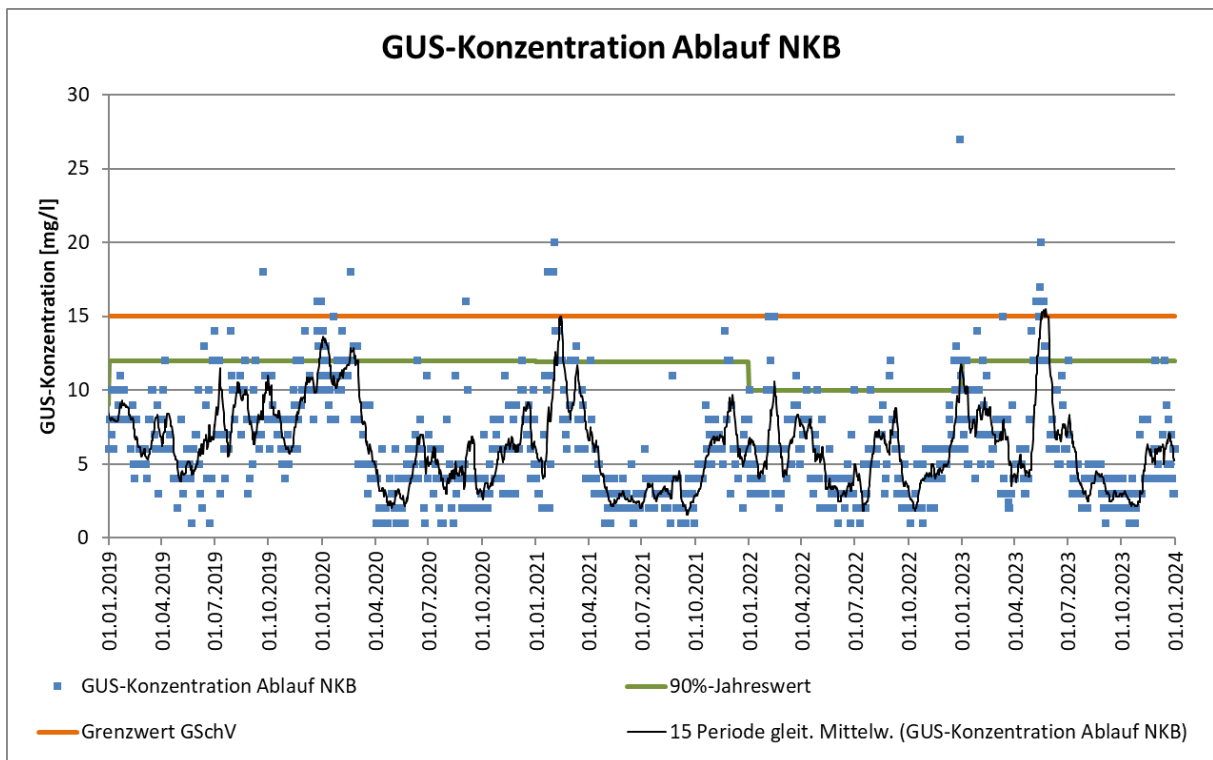
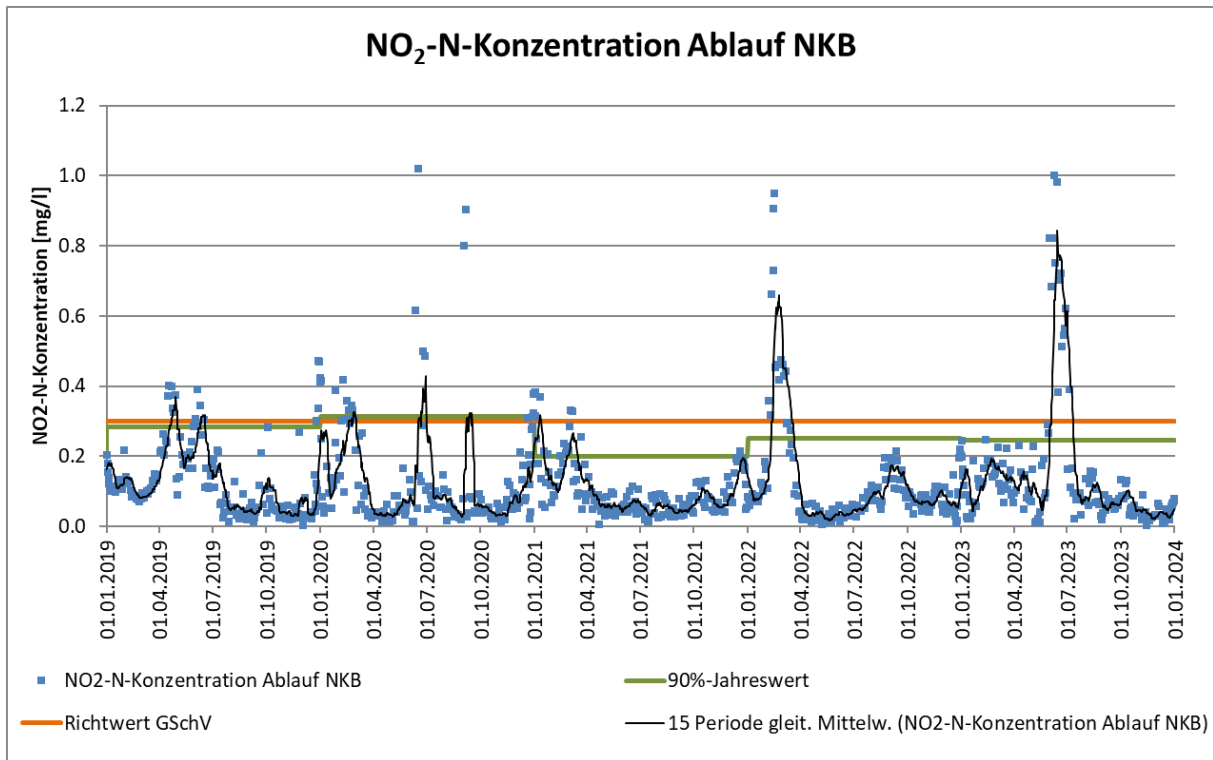
ANHANG 2

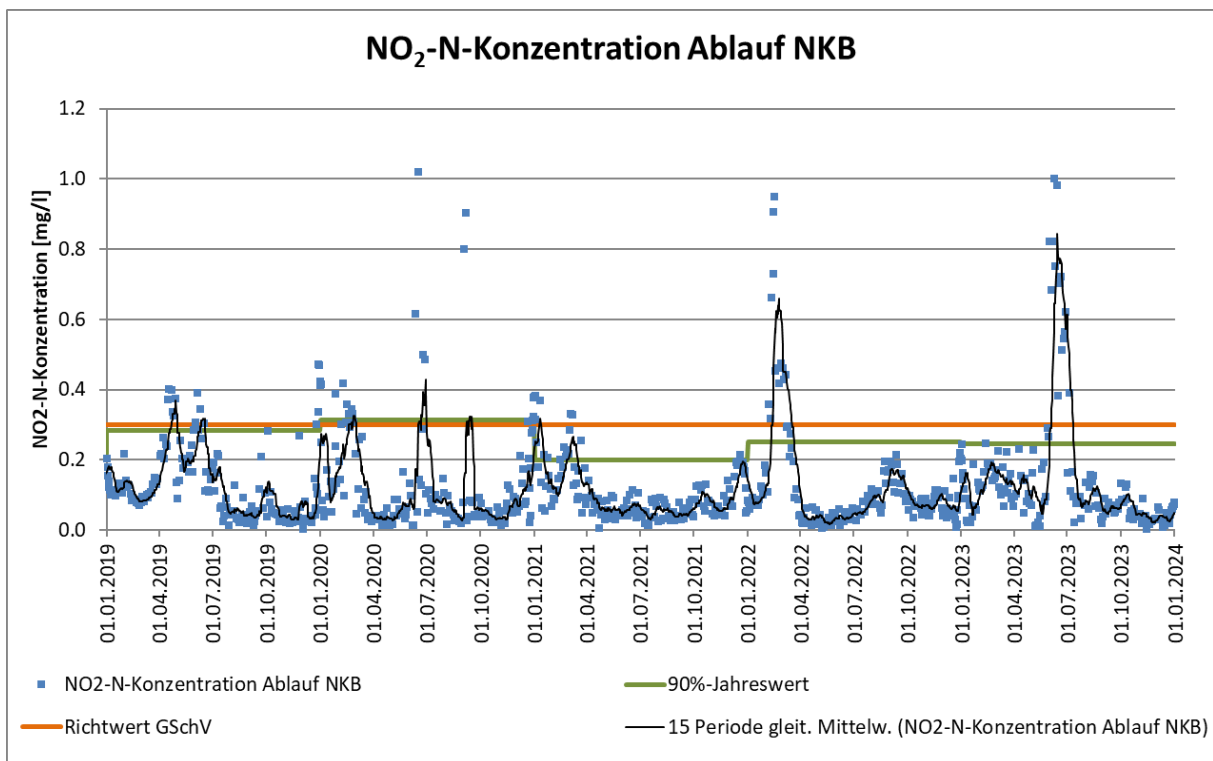
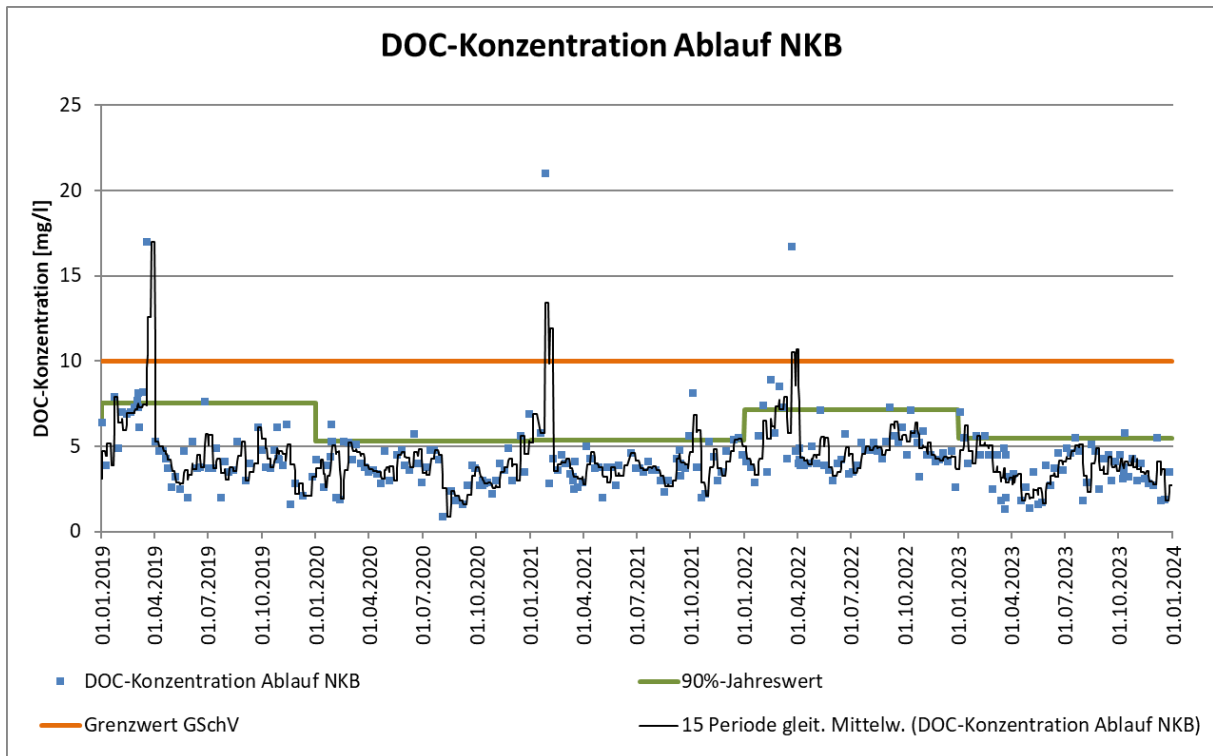
AUSWERTUNG BETRIEBSDATEN 2019 - 2023

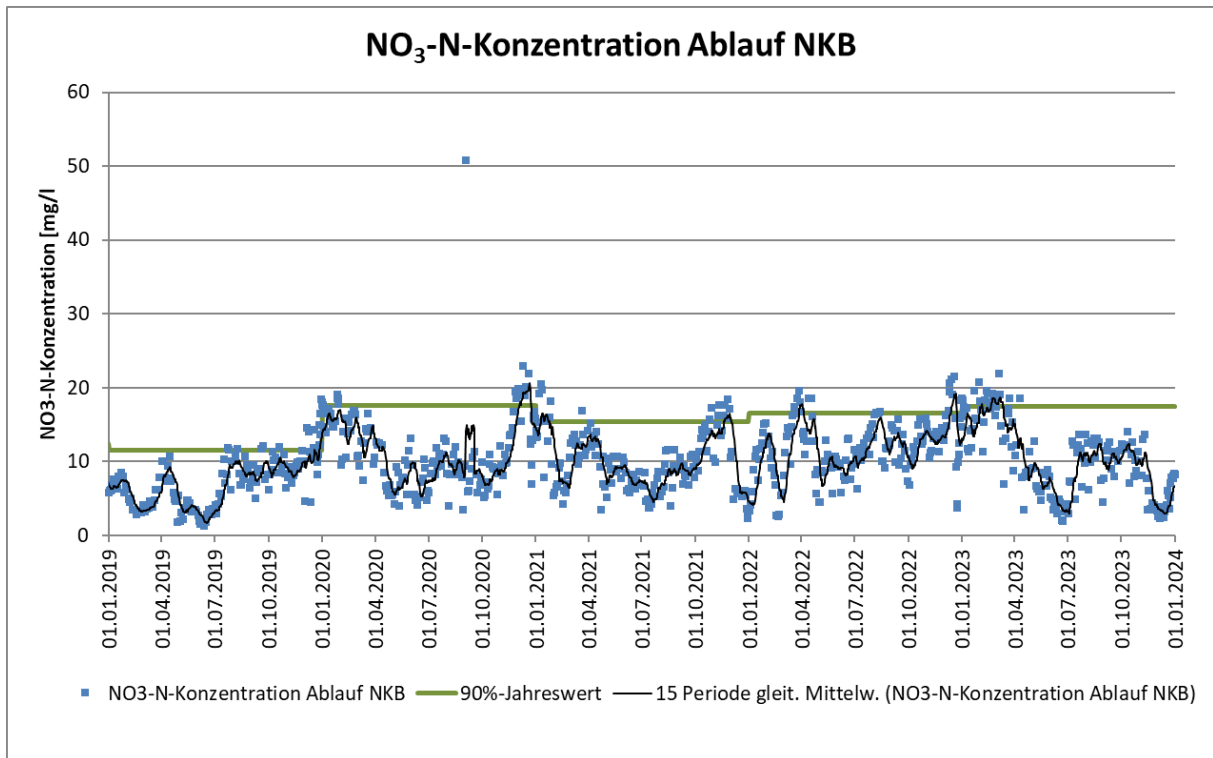












ANHANG 3

ABBAUGRAD FAULUNG

Parameter	Einheit	Formel	Zahlen ARA	Kennwerte Literatur
ARA				
Einwohnerwerte	EW		8'293	
CSB-Zulauffrachten	kg/d		995	
Überschussschlamm (ÜS)				
Menge $Q_{\text{ÜS}}$	m^3/d		59	
$TS_{\text{ÜS}}$	%		0.6	
$GV_{\text{ÜS}}$	%		68.7	
TS-Fracht $FTS_{\text{ÜS}}$	kg TS/d	$(TS_{\text{ÜS}} / 100) \times Q_{\text{ÜS}} \times 1'000$	338.8	
oTS-Fracht $FoTS_{\text{ÜS}}$	kg oTS/d	$FTS_{\text{ÜS}} \times (GV_{\text{ÜS}} / 100)$	232.8	
Spezifischer Anfall	g TS/(EW*d)	$FTS_{\text{ÜS}} \times 1'000 / EW$	40.8	35 - 48
Primärschlamm (PS)				
GV_{PS}	%	$100 \times FoTS_{\text{PS}} / FTS_{\text{PS}}$	108.6	
TS-Fracht FTS_{PS}	kg TS/d	$FTS_{\text{FSR}} - FTS_{\text{ÜS}}$	141	
oTS-Fracht $ToTS_{\text{PS}}$	kg oTS/d	$FoTS_{\text{FSR}} - FoTS_{\text{ÜS}}$	153	
Spezifischer Anfall	g TS/(EW*d)	$FTS_{\text{PS}} \times 1000 / EW$	17	38 - 42
Frischschlamm roh (FSR)				
Menge Q_{FSR}	m^3/d		24	
TS_{FSR}	%		2.0	
GV_{FSR}	%		80.5	
TS-Fracht FTS_{FSR}	kg TS/d	$(TS_{\text{FSR}} / 100) \times Q_{\text{FSR}} \times 1'000$	480.0	
oTS-Fracht $FoTS_{\text{FSR}}$	kg oTS/d	$FTS_{\text{FSR}} \times (GV_{\text{FSR}} / 100)$	386.2	
Spezifischer Anfall	g TS/(EW*d)	$FTS_{\text{FSR}} \times 1'000 / EW$	57.9	73 - 90
Frischschlammeindickung				
Filtratmenge	m^3/d	$Q_{\text{FSR}} - Q_{\text{FSE}}$	17	
Frischschlamm eingedickt (FSE)				
Menge Q_{FSE}	m^3/d		7	
TS_{FSE}	%		8.2	
GV_{FSE}	%		80.5	
TS-Fracht FTS_{FSE}	kg TS/d	$(TS_{\text{FSE}} / 100) \times Q_{\text{FSE}} \times 1'000$	576.8	
oTS-Fracht $FoTS_{\text{FSE}}$	kg oTS/d	$FTS_{\text{FSE}} \times (GV_{\text{FSE}} / 100)$	464.1	
Spezifischer Anfall	g TS/(EW*d)	$FTS_{\text{FSE}} \times 1'000 / EW$	69.6	
Co-Substrat (Molke)				
Menge Q_{CO}	m^3/d		0.3	
TS_{CO}	%		8.5	
GV_{CO}	%		87.3	
TS-Fracht FTS_{CO}	kg TS/d	$(TS_{\text{CO}} / 100) \times Q_{\text{CO}} \times 1'000$	25.6	
oTS-Fracht $FoTS_{\text{CO}}$	kg oTS/d	$FTS_{\text{CO}} \times (GV_{\text{CO}} / 100)$	22.4	
Rohschlamm (RS)				
Menge Q_{RS}	m^3/d	$Q_{\text{FSE}} + Q_{\text{CO}}$	7	
TS_{RS}	%	$100 / (Q_{\text{RS}} \times 1'000) \times FTS_{\text{RS}}$	8.3	
GV_{RS}	%	$100 / FTS_{\text{RS}} \times FoTS_{\text{RS}}$	80.7	
TS-Fracht FTS_{RS}	kg TS/d	$FTS_{\text{FSE}} + FTS_{\text{CO}}$	602.4	
oTS-Fracht $FoTS_{\text{RS}}$	kg oTS/d	$FoTS_{\text{FSE}} + FoTS_{\text{CO}}$	486.4	

Faulung				
Reaktorgrosse V	m ³		1'165	
Temperatur T	C°		37	35 - 37
Umwälzung - Rührwerk U _R	m ³ /h		27	
Umwälzung - Heizkreislauf U _H	m ³ /h		27	
Umwälzung	x pro Tag	$(U_R + U_H) * 24 / V$	1.1	
Faulzeit	d	V / Q_{RS}	159.6	25 - 30
Raumbelastung	kg oTS/(m ³ *d)	$FoTS_{RS} / V$	0.4	2 - 3
Abbaugrad oTS	%	$(1 - FoTS_{RS} / FoTS_{FS}) * 100$	66.4	43 - 51
Faulschlamm (FS)				
Menge Q _{FS}	m ³ /d		11	
TS _{FS}	%		2.6	
GV _{FS}	%		59.7	
TS-Fracht FTS _{FS}	kg TS/d	$(TS_{FS} / 100) * Q_{FS} * 1'000$	274	
oTS-Fracht FoTS _{FS}	kg oTS/d	$FTS_{FS} * (GV_{FS} / 100)$	163.5	
Spezifischer Anfall	g TS/(EW*d)	$FTS_{FS} * 1'000 / EW$	33	
Abbaugrad oTS (FRS zu FS)	%	$(1 - FoTS_{FS} / FoTS_{FRS}) * 100$	57.7	min 50%
Faulschlammentwässerung				
Abscheidegrad	%	$100 / FTS_{FS} * FTS_{DS}$	216.5	
Filtratmenge Q _F	m ³ /d	$Q_{FS} - Q_{DS}$	2	
Rückgeführte TS-Fracht	kg TS/d	$FTS_{FS} - FTS_{DS}$	-319	
NH4-Konzentration (Filtrat) C _{NH4}	mg/l		1'249	
Rückgeführte NH4-Fracht	kg/d	$C_{NH4} * Q_F / 1'000$	3	
Dickschlamm (DS) Faulschlamm eingedickt				
Menge Q _{DS}	m ³ /d		8.2	
TS _{DS}	%		7.2	
GV _{DS}	%		61	
TS-Fracht FTS _{DS}	kg TS/d	$(TS_{DS} / 100) * Q_{DS} * 1'000$	593	
oTS-Fracht FoTS _{DS}	kg oTS/d	$FTS_{DS} * (GV_{DS} / 100)$	362	
Klärgas				
Menge Q _{gas}	Nm ³ /d		230	
Gasproduktion P _{Gas}	l/kg oTS _{zu}	$Q_{gas} * 1'000 / FoTS_{RS}$	473	380 - 470
	l/(EW*d)	$Q_{gas} * 1000 / EW$	28	19 - 29
Methangehalt G _{CH4}	%		62	
Unterer Heizwert H _u	kWh/Nm ³	$G_{CH4} / 10$	6.2	
Energiegehalt E _{gas}	kWh/d	$H_u * Q_{gas}$	1'426	
	kWh/a	$H_u * Q_{gas} * 365$	520'490	
BHKW				
Wirkungsgrad elektrisch η _{el}	%		32.0	
Wirkungsgrad thermisch η _{th}	%		47.9	
Stromproduktion	kWh/d	$E_{gas} * η_{el} / 100$	456	
	kWh/a	$E_{gas} * η_{el} * 365 / 100$	166'333	
Wärmeproduktion	kWh/d	$E_{gas} * η_{th} / 100$	683	
	kWh/a	$E_{gas} * η_{th} * 365 / 100$	249'170	

ANHANG 4

VERGLEICH AUSLEGUNGSDATEN

ARA Engelberg - Vergleich mit Auslegungsdaten

Spitzenbelastung:	Belastung, die pro Jahr nicht mehr als an 20-30 Tagen überschritten wird → Ca. 90%-Wert
Aktuelle Belastung:	Gemäss Betriebsdaten 2022
Auslegung ARA:	Die Biologie und die Schlammbehandlung der ARA wurden auf die Spitzenbelastung (90%-Wert) ausgelegt
Prognose 2035:	Hochrechnung der aktuellen Belastung mit Zunahme der vergangenen (seit 2007)

Generell

Parameter	Aktuelle Belastung (Gemäss CSB-Fracht 2023)		Auslegung ARA		Prognose 2035	
	Mittel	Spitze	Mittel	Spitze	Mittel	Spitze
EW	8'293	11'949	7'600	15'000	8'000	11'900

Abwassermenge

Max. Abwassermenge Auslegung	160 l/s	(C-Abbau)
Max. Abwassermenge Heute	124 l/s	(C-Abbau und Nitrifikation)

Frachten

Im Zulauf der ARA (Rohabwasser)

Parameter [kg/d]	Aktuelle Belastung (Betriebsdaten 2023)		Auslegung ARA		Prognose 2035		Spezifischer EW [g/EW x d]
	Mittel	Spitze, 85%	Mittel	Spitze	Mittel	Spitze	
BSB ₅	-	-	456	900	480	714	60
CSB	995	1'308	912	1'800	960	1'428	120
P _{tot}	14	18	14	27	14	21	1.8
NH ₄ -N	51	67	61	120	64	95	8

Im Zulauf der Biologie

Parameter [kg/d]	Aktuelle Belastung (Betriebsdaten 2023)*		Auslegung ARA		Prognose 2035		Spezifischer EW [g/EW x d]
	Mittel	Spitze, 85%	Mittel	Spitze	Mittel	Spitze	
CSB	-	-	608	1'200	640	952	80
P _{tot}	-	-	12	24	13	19	1.6
NH ₄ -N**	-	-	61	120	64	95	8

* Keine Probenahme im Zulauf der Biologie

** Ohne interne Rückläufe aus der Schlammwässerung

Klärschlamm

Parameter	Aktueller Klärschlammfall (Betriebsdaten 2023)			
	Mittel		Spitze*	
	kg TS/d	m ³ /d	kg TS/d	m ³ /d
Frisch-, Rohschlamm (1.9% TS)	447	22	996	49
Dickschlamm (5.5% TS, eingedickt)	590	8	1'314	18
Faulschlamm (2.5% TS)	275	11	613	25
Faulschlamm (24.8% TS, entwässert)	249	0.9	555	2.0

* Abschätzung, ist aus den Betriebsdaten nicht ermittelbar

Parameter	Auslegung ARA				Spezifischer EW [g TS/EW x d]
	Mittel		Spitze		
	kg TS/d	m ³ /d	kg TS/d	m ³ /d	
Frisch-, Rohschlamm (2.1% TS)	608	30	1'200	59	80
Dickschlamm (6.4% TS, eingedickt)	608	8	1'200	16	
Faulschlamm (3.1% TS)	403	16	795	32	53
Faulschlamm (28.3% TS, entwässert)	403	1.5	795	2.9	

Parameter	Prognose 2035				Spezifischer EW [g TS/EW x d]
	Mittel		Spitze		
	kg TS/d	m ³ /d	kg TS/d	m ³ /d	
Frisch-, Rohschlamm (2.1% TS)	431	21	641	32	54
Dickschlamm (6.4% TS, eingedickt)	431	6	641	9	
Faulschlamm (3.1% TS)	265	11	395	16	33
Faulschlamm (28.3% TS, entwässert)	265	1.0	395	1.4	

Klärgas

Parameter [Nm ³ /d]	Aktueller Klärgasanfall (Betriebsdaten 2023)		Auslegung ARA		Prognose 2035		Spezifischer EW für Prognose 2035 [l/EW x d]
	Mittel	Spitze	Mittel	Spitze	Mittel	Spitze	
Klärgas	202	415	205	405	236	352	30

Fazit

Gemäss aktueller Hochrechnung sollte die Kapazität der bestehenden Biologie und der Schlammstrasse bis 2035 ausreichen.

ANHANG 5

WASSERANALYSEN ENGELBERGER AA 2023

Wasseranalysen Engelbergeraa + Erlenbach: Jahr 2023

Proben Laburk (alle 4 Jahre: Dauerüberwachung Fließgewässer der Urkantone (Düfur) >>Probenauswertung: Labor der Urkantone (Laburk))

Koordinaten: 2°672'960 / 1°185'730	NO4-N mg/l	NO3-N mg/l	NO2-N mg/l	G-P mg/l	DOC mg/l	Koordinaten: 2°672'365 / 1°185'853	NO4-N mg/l	NO3-N mg/l	NO2-N mg/l	G-P mg/l	DOC mg/l
13.02.2023: Erlenbach (Pumpwerk Birren)	<0.016	0.420	0.0009	<0.002	0.200	13.02.2023: Schwybogenbrücke	<0.016	0.390	0.0012	0.005	0.200
08.05.2023: Erlenbach (Pumpwerk Birren)	<0.016	0.460	0.0009	<0.002	0.300	08.05.2023: Schwybogenbrücke	<0.016	0.350	0.0012	0.023	0.400
16.08.2023: Erlenbach (Pumpwerk Birren)	<0.016	0.410	<0.0006	0.002	0.200	16.08.2023: Schwybogenbrücke	<0.016	0.210	0.0008	0.005	0.300
06.11.2023: Erlenbach (Pumpwerk Birren)	<0.016	0.420	0.0014	0.002	0.300	06.11.2023: Schwybogenbrücke	<0.016	0.330	0.0014	0.003	0.600

Bemerkungen

- 1 sehr wenig Wasser in Engelbergeraa
- 2 Wenig Wasser in Engelbergeraa
- 3 Normal Wasser in Engelbergeraa

Koordinaten: 2°671'080 / 1°188'060	NO4-N mg/l	NO3-N mg/l	NO2-N mg/l	G-P mg/l	DOC mg/l
13.02.2023: Arnibrücke (Obermatt)	<0.016	1.690	0.0070	0.019	0.200
08.05.2023: Arnibrücke (Obermatt)	<0.016	0.400	0.0018	0.057	0.600
16.08.2023: Arnibrücke (Obermatt)	<0.016	0.970	0.0024	0.011	0.500
06.11.2023: Arnibrücke (Obermatt)	<0.016	0.700	0.0015	0.010	0.050

Proben ARA: ausgeführt durch ARA-Personal

			ARA: Ablauf Nachklärung					Probe 1: Einlauf E'bergeraa			Probe 2: Tonisbalm (Grillplatz)				Probe 3: Arnibrücke (Obermatt)						
			Temp Ablauf	NO4-N Ammonium	NO3-N Nitrat	NO2-N Nitrit	G-P Phosphor	NO4-N Ammonium	NO3-N Nitrat	NO2-N Nitrit	G-P Phosphor	NO4-N Ammonium	NO3-N Nitrat	NO2-N Nitrit	G-P Phosphor	NO4-N Ammonium	NO3-N Nitrat	NO2-N Nitrit	G-P Phosphor		
			0.04 - 2.3	0.3 - 22	0.003-0.46	0.01 - 1.5	0.04 - 2.3	0.3 - 22	0.003-0.46	0.01 - 1.5	0.04 - 2.3	0.3 - 22	0.003 - 0.46	0.01 - 1.5	0.04 - 2.3	0.3 - 22	0.003-0.46	0.01 - 1.5			
Küvettentest: Messmethode von ARA	Datum	Zeit	Wetter	Messresultate von Ablauf Nachklärung																	
	2	04.01.23	11.00 h	trocken	8.4	0.04	17.40	0.164	0.485	0.01	4.71	0.022	0.223	0.01	3.88	0.015	0.198	0.02	1.21	0.001	0.063
	1	15.02.23	9.00 h	trocken	8.0	0.87	19.20	0.191	0.425	0.05	4.81	0.013	0.133	0.05	4.03	0.010	0.104	0.06	1.36	0.003	0.050
	1	08.03.23	10.00 h	trocken	8.0	0.09	19.10	0.122	0.466	0.02	5.68	0.026	0.133	0.02	5.58	0.013	0.110	0.02	1.26	0.001	0.022
	2	05.04.23	8.30 h	schön	8.0	0.04	12.30	0.102	0.380	0.02	4.30	0.008	0.133	0.01	3.57	0.006	0.100	0.01	0.99	0.001	0.088
	3	20.06.23	8.30 h	trocken	11.4	1.66	4.46	0.704	0.474	0.01	0.43	0.017	0.381	0.03	0.15	0.013	0.151	0.04	0.13	0.007	0.096
	2	17.08.23	10.00 h	schön	14.0	0.04	10.60	0.068	0.460	0.03	4.70	0.018	0.100	0.03	3.71	0.012	0.098	0.02	0.87	0.002	0.033
	2	05.09.23	10.00 h	schön	13.0	0.04	10.20	0.047	0.299	0.03	2.50	0.003	0.098	0.02	1.87	0.001	0.096	0.02	0.72	0.000	0.049
	2	09.10.23	10.00 h	schön	11.0	0.05	11.70	0.122	0.403	0.04	2.66	0.004	0.209	0.03	1.98	0.003	0.143	0.03	0.75	0.000	0.084
	2	09.11.23	10.00 h	trocken	8.5	0.03	13.60	0.033	0.252	0.01	3.57	0.004	0.049	0.01	2.57	0.012	0.020	0.01	0.78	0.000	0.010
	2	18.12.23	15.30 h	schön	8.0	5.11	4.06	0.048	0.313	0.59	1.58	0.023	0.086	0.47	1.36	0.018	0.061	0.07	0.61	0.002	0.027

Beurteilung gemäss BAFU, Bericht "Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer", Bern, 2010

Bewertung	NH ₄ -N, T > 10 °C	NH ₄ -N, T < 10 °C	NO ₂ -N	NO ₃ -N	G-P
sehr gut	0 - < 0.04	0 - < 0.08	0 - < 0.01	0 - < 1.5	0 - < 0.04
gut	0.04 - < 0.2	0.08 - < 0.4	0.01 - < 0.02	1.5 - < 5.6	0.04 - < 0.07
mässig	0.2 - < 0.3	0.4 - < 0.6	0.02 - < 0.03	5.6 - < 8.4	0.07 - < 0.10
unbefriedigend	0.3 - < 0.4	0.6 - < 0.8	0.03 - < 0.04	8.4 - < 11.2	0.10 - < 0.14
schlecht	0.4 -	0.8 -	0.04 -	11.2 -	0.14 -
GSchV	2.0	kein Wert	0.3	kein Wert	0.8