Zweckverband ARA Untermarch
Kanton Schwyz

ARA Untermarch
Zukunftsstudie 2040

Technischer Bericht

Objekt Nr. 1938.27
Zürich, 25. Mai 2018

Genehmigt an der Vorstandssitzung vom 29.06.2018

HUNZIKER BETATECH

EINFACH.
MEHR.
IDEEN.

Dokument Nr.: ZVAU-P-2018-01

Impressum:

Projektname:	Zukunftsstudie 2040
Teilprojekt:	Zukunftsstudie 2040
Erstelldatum:	5. April 2018
Letzte Änderung:	25. Mai 2018
Autor:	Hunziker Betatech AG Bellariastr. 7 8002 Zürich Tel. 043 344 32 82 E-Mail: zuerich@hunziker-betatech.ch Roman Hirzel Koref. Simone Bützer
Datei:	Q:\Projekte\1900\1938\1938.27 Zukunftsstudie 2040\04 Berichte\1938.27-180515-b-Zukunftsstudie 2040.docx

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 2
1.1 Ausgangslage 2
1.2 Ziele 2
2 Grundlagen 3
3 Abkürzungen 4
4 Rahmenbedingungen 4
4.1 Geltende Einleitbedingungen 4
4.2 Phosphor Recycling 5
4.3 Landreserven 5
4.4 Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter 6
5 Regionale Zusammenarbeit 6
6 Betriebsdatenauswertung 2017 8
6.1 Fazit aus der Betriebsdatenauswertung 2017 12
7 Dimensionierung 2040 13
7.1 Biochemische Belastung 13
7.2 Hydraulische Belastung 15
7.3 Zusammenfassung Dimensionierung 18
8 Kapazität der heutigen Anlage 19
9 Ausbaukonzept und Varianten 21
9.1 Sand-/Fettfang 21
9.2 Zulauf VKB 22
9.3 Biologie 22
9.4 Hebewerk Biologie 26
9.5 Nachklärung 26
9.6 Faulung 28
9.7 Stapel 29
9.8 Gassystem 29
9.9 Zentratwasser 30
9.10 P-Recycling 31
10 Schnittstelle MV-Stufe 31
11 Personalbedarf im Ausbauziel 32
12 Termine und Kosten 32
13 Schlussfolgerung 34
14 Weiteres Vorgehen 34
15 Beilagen 35
15.1 Tagesgang Zulauf ARA Trockenwetter 37
15.2 Dimensionierung Sand-/Fettfang 38
15.3 Massnahmen Zulauf VKB 39
15.4 Grobdimensionierung Biologie 40
15.5 Grobdimensionierung Hybrid-Wirbelbett 41
15.6 Grobdimensionierung Nachklärbecken 42
15.7 Übersicht Massnahmen 2018-2023 43

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die ARA Untermarch wurde im Jahr 1973 in Betrieb genommen. Gemäss Eröffnungsbroschüre wurde die Anlage auf 26'000 EW ausgelegt. Seit der Inbetriebnahme der Anlage wurden diverse Anpassungen und Ausbauten vorgenommen. Der letzte Ausbau der biologischen Stufe erfolgte zwischen 2004-2008 auf 34'000 EW. Heute reinigt die ARA das Abwasser aus den Gemeinden Lachen, Altendorf, Galgenen, Schübelbach und Wangen.

Mit dem Inkrafttreten der aktualisierten Gewässerschutzverordnung per 1. Januar 2016 hat das AfU Schwyz dem Zweckverband ARA Untermarch die Forderung zur Elimination von Mikroverunreinigungen erlassen, da an der ARA Untermarch mehr als 24'000 Einwohner angeschlossen sind und die ARA in einen See einleitet. Die neue Verfahrensstufe wurde bereits auf Stufe Vorprojekt geplant und die Filtration im Herbst 2016 submittiert. Die Vergabe der Filtration ist erfolgt. Das Bauprojekt für die Umsetzung der neuen Verfahrensstufe ist in Bearbeitung und wird bis im Sommer 2018 abgeschlossen.

Das Entwässerungskonzept V-GEP wurde im Jahr 2014 basierend auf den Daten von 2012 erstellt. Bei der Erarbeitung des Konzepts hat sich gezeigt, dass im Netz häufig entlastet wird. Zudem kann die hydraulische Belastung auf die ARA erhöht werden. Seit dem Jahr 2016 wurden deshalb die Weiterleitmengen der letzten beiden Regenbecken im Zulauf der ARA erhöht.

Im Rahmen der Erarbeitung des Gasverwertungskonzepts durch Hunziker Betatech AG im Januar 2017 hat sich gezeigt, dass die ARA Untermarch über keine langfristige strategische Planung verfügt. Eine langfristige strategische Planung beinhaltet unter anderem die notwendige Kapazität der ARA, die zukünftige Lösung im Schlammbereich und die Klärung von Platzreserven für zukünftige Verfahrensstufen. Aus dieser Planung kann eine solide Finanzplanung für den Zweckverband erarbeitet werden.

Gemäss der Verfahrensstudie von Kuster + Hager [1][9] verfügt die Anlage noch über genügend Kapazität und Reserve für den Kohlenstoff- und Stickstoffabbau. Gemäss den ausgewerteten Daten von 2011-2014 lag die durchschnittliche CSB-Belastung bei 73% resp. die NH_4-Belastung bei 87% der vorhandenen Kapazität. Die hydraulische Belastung im gleichen Zeitraum wurde mit 79% der vorhandenen Kapazität quantifiziert. Massnahmen zur Erhöhung der Kapazität waren gemäss Kuster + Hager nicht erforderlich.

Mit den zusätzlichen Informationen aus dem V-GEP, zur MV-Stufe und dem aktuellen kantonalen Richtplan wird die Aussage von Kuster + Hager aktualisiert und notwendige Massnahmen erarbeitet.

1.2 Ziele

Mit der hier vorliegenden Zukunftsstudie sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Aktualisierte Betriebsdatenauswertung und Überprüfung der heutigen Belastung der Anlage
- Erhebung der zukünftigen Entwicklung im Einzugsgebiet und Ermittlung des Kapazitätsbedarfs bis ins Jahr 2040
- Überprüfung der verfahrenstechnischen Konzeption durch gesamtheitliche Betrachtung aller Anlageteile der ARA
- Aufzeigen der notwendigen Erweiterungs- und Ausbaumöglichkeiten in der Abwasserstrasse und Schlammbehandlung anhand von Varianten
- Aufzeigen von weiteren notwendigen Untersuchungen zur Erhärtung der Erweiterungs- und Ausbaumöglichkeiten
- Darstellen der Massnahmen inklusive Kostenschätzung mit möglicher Termin- und Finanzplanung

2 Grundlagen

[1] Konzeptstudie Biologie, Betriebsdatenauswertung, Wochenuntersuchung, Messung im Nachklärbecken, Kuster + Hager Ingenieurbüro AG, 5. September 1996

[2] Konzeptstudie für den Ausbau der Biologie, Dimensionierungsgrundlagen und provisorische klärtechnische Berechnungen, Kuster + Hager Ingenieurbüro AG, 10. September 1996

[3] Merkblatt für Planung, Erstellung, Betrieb und Instandhaltung von Gasinstallationen in Biogasanlage, G10002, Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches, Februar 2011

[4] Abwasserplanung 2030, Kanton Schwyz, 17. März 2014

[5] Zusammenschluss ARA Inner- und ARA Vorderthal mit der ARA Untermarch, Machbarkeitsstudie, TBF + Partner AG, 26. Mai 2014

[6] Zusammenschluss ARA Inner- und ARA Vorderthal mit der ARA Untermarch, Vergleich der Wirtschaftlichkeit Alleingang – Zusammenschluss, TBF + Partner AG, 26. Mai 2014

[7] V-GEP Untermarch – Organisation, Hunziker Betatech AG, 26. Januar 2015

[8] V-GEP Untermarch – Fremdwasser, Hunziker Betatech AG, 29. April 2015

[9] Verfahrensstudie Elimination Mikroverunreinigungen, Kuster + Hager Ingenieurbüro AG, 1. Mai 2015

[10] GEP-Wegleitung, Gemeindeübergreifende Generelle Entwässerung, Amt für Umweltschutz Kanton Schwyz, 24. Februar 2016

[11] ARA Untermarch – Erweitertes Vorprojekt zur Elimination von Mikroverunreinigungen – Einleitbedingungen, Amt für Umweltschutz Kanton Schwyz, 30. März 2016

[12] Richtplan des Kantons Schwyz, Stand: 24. Mai 2017

[13] Mitbehandlung von Co-Substraten auf kommunalen Kläranlagen – Technische und wirtschaftliche Aspekte, Fachartikel Korrespondenz Abwasser, Abfall, 2017 (64) Nr. 12

[14] Protokoll der Sitzung vom 15. Januar 2018 zwischen der ARA Untermarch, dem AfU und der Hunziker Betatech AG, Hunziker Betatech AG, 19. Januar 2018

[15] Zweckverband ARA Untermarch – Anfrage Projekt Elimination Mikroverunreinigung, Schreiben vom BAFU, Abteilung Wasser vom 14. Februar 2018

[16] V-GEP Untermarch, Technischer Bericht – Erhöhung der Wassermenge ARA, Hunziker Betatech AG, 9. März 2018

3 Abkürzungen

AOX	Absorbierbare organische Halogenverbindungen	MV	Mikroverunreinigung sogenannte organische Spurenstoffe
AfU	Amt für Umweltschutz des Kantons Schwyz	MV-Stufe	Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen
ARA	Abwasserreinigungsanlage	NH_4	Ammonium
BAFU	Bundesamt für Umwelt	NO_2	Nitrit
BSB_5	Biochemischer Sauerstoffbedarf	NO_3	Nitrat
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf	P	Gesamtphosphor
DOC	Gelöster organischer Kohlenstoff	PAK	Pulveraktivkohle
E	Einwohner	SA	Schlammalter
EW	Einwohnerwert	SVI	Schlammvolumenindex
FHM	Flockungshilfsmittel	TS	Trockensubstanz
GEP	Genereller Entwässerungsplan	V-GEP	Genereller Entwässerungsplan im Verbandsgebiet
GschV	Gewässerschutzverordnung	VVEA	Verordnung über die Entsorgung und Vermeidung von Abfällen
GUS	Gesamte ungelöste Stoffe		

4 Rahmenbedingungen

4.1 Geltende Einleitbedingungen

Das Amt für Umweltschutz des Kantons Schwyz (AfU) hat bisher keine spezifischen Einleitbedingungen für die ARA Untermarch verfügt. Somit gelten die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung Anhang 3.1 (Stand 1. Januar 2016). Im Rahmen des erweiterten Vorprojekts zur MV-Stufe hat das AfU Einleitbedingungen definiert [11]. Gemäss der Besprechung vom 15. Januar 2018 sieht das AfU in Zukunft keine Verschärfung dieser Einleitbedingungen vor [14]. Deshalb bilden diese die Basis für die Zukunftsstudie.

Tabelle 1: Einleitbedingungen für die ARA Untermarch bei Inbetriebnahme der MV-Stufe, Basis 30. März 2016

Parameter		Ablaufkonzentrationen	Reinigungseffekt
Durchsichtigkeit nach Snellen		30 cm	
Biochemischer Sauerstoffbedarf	BSB_5	15 mg/l	90%
Chemischer Sauerstoffbedarf	CSB	45 mg/l	85%
Gelöster organischer Kohlenstoff	DOC	10 mg/l	85% (bezogen auf TOC im Rohabwasser)

Parameter		Ablauf-konzentrationen	Reinigungseffekt
Ammonium	NH_4-N	2 mg/l	90% (bezogen auf Gesamtstickstoff im Rohabwasser)
Nitrit	NO_2-N	0.3 mg/l	
Gesamtphosphor	P	0.2 mg/l	80%
Gesamte ungelöste Stoffe	GUS	15 mg/l resp. 5 mg/l mit Filtration	
Absorbierbare organische Halogenverbindungen	AOX	0.08 mg/l	
Organische Spurenstoffe (12 Richtsubstanzen zur Überprüfung)			80%
Schlammalter	SA	10 Tage	
Ganzjährige Nitrifikation			

Die aufgeführten Grenzwerte sind grösstenteils in der GschV definiert. Der Gesamtphosphor und der GUS sind aufgrund der Filtration verschärft. Vom Amt wird zudem eine Schlammalter von 10 Tagen und eine ganzjährige Nitrifikation gefordert. Aus diesem Grund sind folgende Massnahmen notwendig:

- Vergrösserung der Kapazität der Biologie für das Ausbauziel 2040 (siehe auch Kapitel 9.3), damit ein SA von 10 Tagen gewährleistet und die Nitrifikation ganzjährig garantiert werden kann.
- MV-Stufe, damit die organischen Spurenstoffe zu 80% eliminiert werden können.

4.2 Phosphor Recycling

Gemäss Artikel 15 der VVEA muss Phosphor aus dem kommunalen Abwasser, aus dem Klärschlamm oder aus der Asche von der thermischen Verwertung von Klärschlamm zurückgewonnen und stofflich verwertet werden. Diese Pflicht gilt ab dem 1. Januar 2026 (Art. 51 VVEA). Der Kanton Schwyz hat für die Umsetzung von diesem Artikel keine kantonale Planung. Somit sind die Anlagen selber verantwortlich für die Umsetzung.

4.3 Landreserven

Auf dem heutigen Areal der ARA befinden sich noch Landreserven. Die unbebaute Teilfläche östlich der Nachklärbecken von ca. 800 m^2 ist für die MV-Stufe vorgesehen. Somit ist nur noch westlich der neuen Biologiebecken eine Landreserve von rund 1000 m^2 vorhanden. Der Grenzabstand von 5 m ist dabei berücksichtigt. Nach dem Ausbau der MV-Stufe ist nur noch eine Landreserve neben der Biologie. Die aufgeführten Ausbaukonzepte unter Kapitel 9 zeigen, dass die ARA auf allen Seiten an die Grenzen stösst.

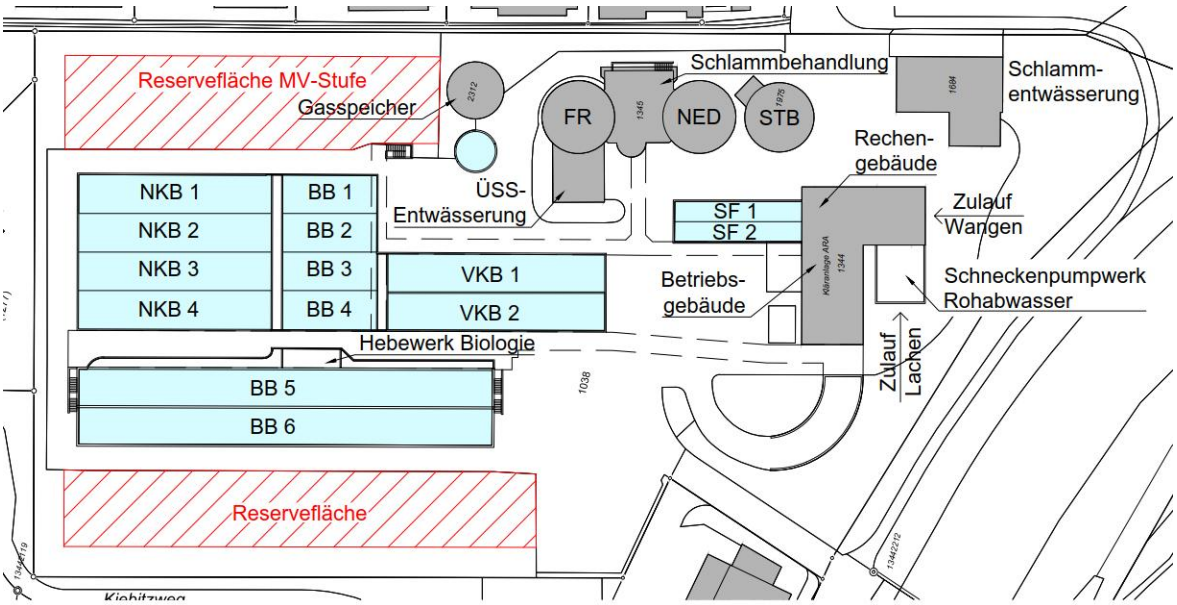


Abbildung 1: Übersichtsplan ARA mit Reserveflächen

4.4 Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter

In der Wegleitung GEP des Kantons Schwyz [10] sind die Anforderungen an die Entlastungraten definiert. Ziel ist, dass weniger als 10% vom Zufluss auf die ARA im gesamten Einzugsgebiet entlastet wird.

Zudem wird eine neue VSA/BAFU Richtlinie erarbeitet, wo die Anforderungen über die entlasteten Stofffrachten definiert sind. Für Ammonium und GUS sind dabei folgende Werte in Diskussion:

- Maximaler Entlastungsanteil Ammonium: 2% der über das Schmutzwasser eingetragenen Fracht im Netz
- Maximaler Entlastungsanteil GUS: 1.5% der über das Schmutzwasser eingetragenen Fracht im Netz

Die Anforderungen im Vergleich mit der heutigen Situation sind im Bericht [16] erläutert.

5 Regionale Zusammenarbeit

In der nachfolgenden Abbildung sind die ARA in der Umgebung der ARA Untermarch dargestellt. Die nächstgelegene ARA befindet sich in 3 km Entfernung in Jona. Gesamthaft leiten 4 ARA das gereinigte Abwasser in den Obersee. Neben der ARA Untermarch und der ARA Jona sind dies die ARA Eschenbach und die ARA Schmerikon-Obersee. Mit rund 8 km Distanz sind die ARA Höfe und die ARA Obermarch die nächstgelegenen ARA auf dem Gebiet des Kantons Schwyz.

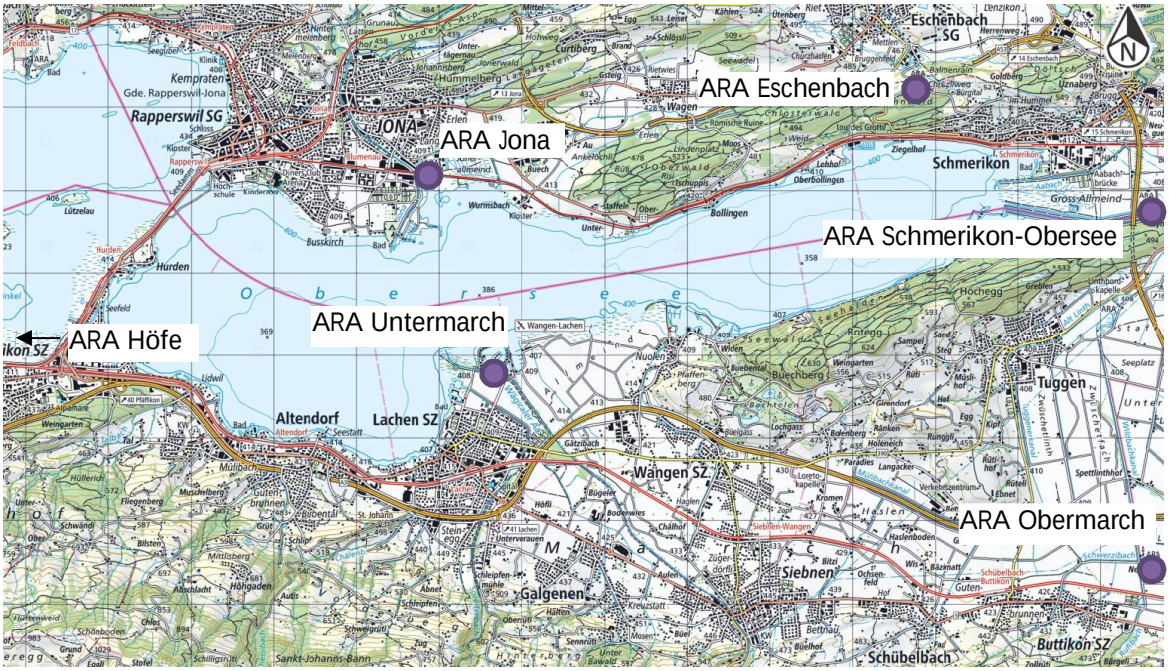


Abbildung 2: ARA in der Region Obersee

Die Abwasserplanung 2030 des Kantons Schwyz [4] sieht vor, dass die ARA Inner- und Vorderthal langfristig an die ARA Untermarch anschliessen (siehe nachfolgende Abbildung). Diese Planung wurde an der Besprechung vom 15. Januar 2018 vom AfU nochmals bestätigt [14].

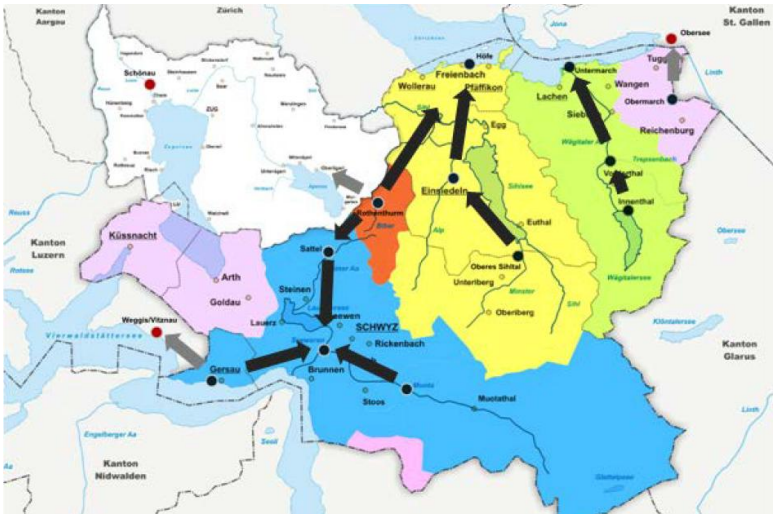


Abbildung 3: Abwasserplanung 2030 [4], Hydraulisch zusammenhängende Einzugsgebiete

Die Machbarkeit und die Wirtschaftlichkeit von einem Zusammenschluss der ARA wurde durch die TBF + Partner AG überprüft [5][6]. Ein Zusammenschluss ist machbar und aus ökologischer Sicht sinnvoll. Das Abwasser muss aus dem Wägital mit mehreren Pumpstationen zur ARA Untermarch gefördert werden. Für die ARA Inner- und Vorderthal ist ein solcher Zusammenschluss derzeit nicht wirtschaftlich. Aus diesem Grund wird das Projekt zurzeit nicht weiterverfolgt. Für die vorliegende Zukunftsstudie wird der Anschluss ARA Inner- und Vorderthal in der Dimensionierung dennoch berücksichtigt.

Eine betriebliche Zusammenarbeit zwischen diesen ARA wäre für die ARA Inner- und Vorderthal attraktiv. Beide ARA erfüllen die Anforderungen an den Pikettdienst nicht. Ein Anschluss der beiden Anlagen ist derzeit aus folgenden Gründen im Zeithorizont 2040 nicht realistisch:

- Der Anschluss ist mit hohen Kosten verbunden und für das Wägital derzeit nicht wirtschaftlich.
- Die bestehenden Anlagen im Wägital können noch ausgebaut resp. zusammengelegt werden.
- Die verantwortlichen Personen im Wägital sind zurzeit nicht an einem Zusammenschluss interessiert.

Die hydraulische und biochemische Belastung aus dem Wägital wird in Kapitel 7 aufgezeigt. Beim beschriebenen Ausbaukonzept in Kapitel 9 wird aufgrund der genannten Gründe der Anschluss nicht berücksichtigt.

6 Betriebsdatenauswertung 2017

Zur Beurteilung der Reinigungsleistung wurden die Betriebsdaten vom Januar bis November 2017 ausgewertet. Die massgebenden Parameter für die Eliminationsleistung der Biologie sind Ammonium (NH_4), Nitrit (NO_2) und Nitrat (NO_3) im ARA Ablauf, sowie die Temperatur. Wird der Stickstoff gut abgebaut, ist auch die gelöste organische Belastung eliminiert. Massgebend für die Elimination von gesamt ungelösten Stoffen (Schwebstoffen) ist die Absetzung in den Nachklärbecken. Die Absetzung ist abhängig von der Konzentration an Bakterien in der Biologie (TS-Konzentration) und dem Schlammvolumenindex (SVI), welcher die Absetzeigenschaft des Schlamms beschreibt. Die hydraulische Belastung der ARA wird im Kapitel 7.2 beschrieben.

In der ausgewerteten Betriebsperiode konnte der Grenzwert von 2 mg/l für Ammonium in 15 Proben nicht eingehalten werden. Mit den 73 durchgeführten Messungen sind gemäss Gewässerschutzverordnung nur 7 abweichende Proben erlaubt. Der Richtwert der Nitritkonzentration wurde in 10 Proben überschritten (Abbildung 4), auch hier sind nur 7 abweichende Proben erlaubt. Die Abweichungen sind während dem ersten Quartal vom Jahr 2017 aufgetreten. Dies zeigt sich auch in der tieferen Nitratkonzentration während dieser Zeitperiode (Abbildung 5).

Die Nitrifikation (Bildung von Nitrat aus Ammonium über Nitrit) hat in dieser Zeitperiode nur ungenügend funktioniert. Die Probleme mit der Nitrifikation beginnen häufig, wenn es geschneit hat und innert kurzer Zeit regnet. Das kalte Abwasser (4-5 °C) mit dem Streusalz führt zu Problemen in der Nitrifikation. Nach einem solchen Ereignis dauert die Regeneration der Biologie immer eine gewisse Zeit. Dies führt auch dazu, dass die Nitrifikation bei Temperaturen >10°C noch ungenügend funktioniert. Die Erholung der Biologie von einem solchen Ereignis kann zusätzlich durch die Stossbelastungen aus den Rückläufen verzögert werden. Der Betrieb geht nicht von einem Kapazitätsproblem aus.

Im Jahr 2016 wurde der Grenzwert von Ammonium in 2 Proben resp. der Richtwert von Nitrit bei 23 Proben überschritten.

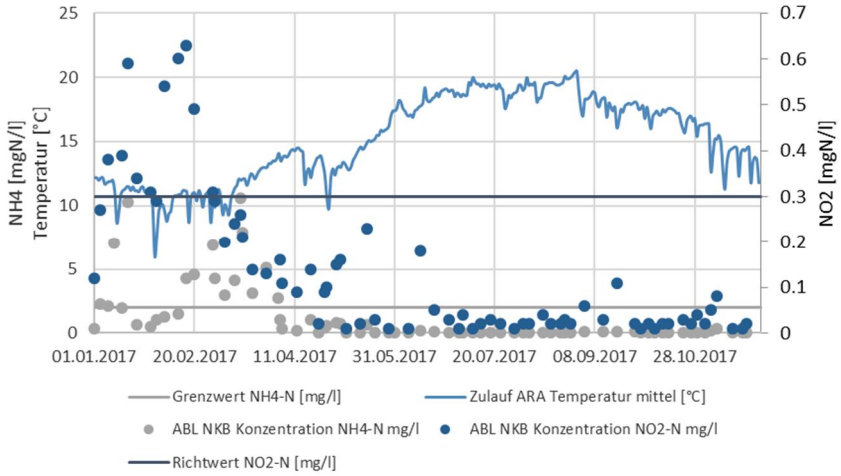


Abbildung 4: Ammonium (NH4) und Nitritkonzentration (NO2) im Ablauf der Kläranlage mit entsprechendem Grenzwert für Ammonium und dem Richtwert für Nitrit und Temperatur im Zulauf der ARA

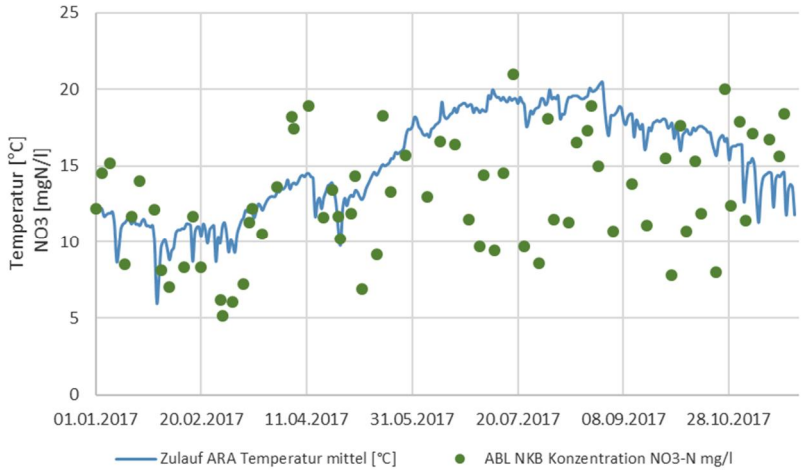


Abbildung 5: Mittlere Temperatur und Nitratkonzentration (NO_3) im Ablauf

Das Schlammalter lag im Mittel bei 13.8 Tagen. Nur an 6 Tagen lag es unter der Anforderung vom AfU von 10 Tagen. Auch während der ungenügenden Nitrifikation im März lag es mit einzelnen Ausreissern deutlich über 10 Tagen. Im Vergleich zu den Vorjahren 2015 und 2016 ist das Schlammalter aufgrund der höheren TS-Konzentration im Mittel rund 2-3 Tage höher.

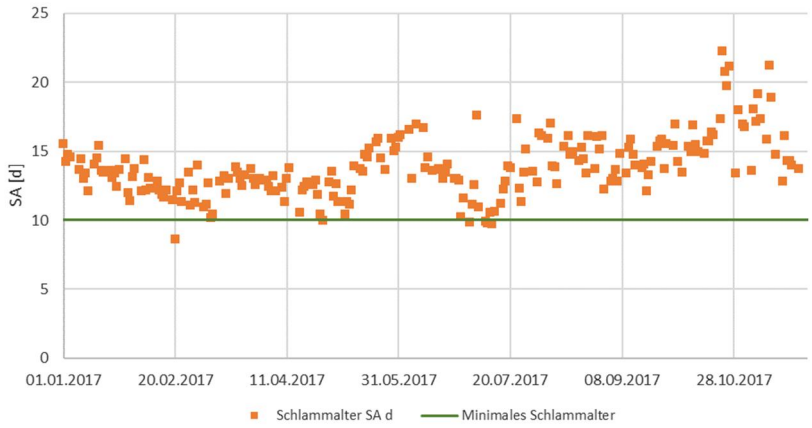


Abbildung 6: Schlammalter in Tagen

Der Grenzwert für GUS konnte problemlos eingehalten werden. Es gab keine Überschreitungen. Zudem gab es auch während den Wintermonaten bei hohem SVI resp. bei schwankenden TS-Gehalt keine erhöhten GUS-Konzentrationen im Ablauf. Die Nachklärung funktioniert wie in den vorherigen Jahren gut. Der neue Grenzwert von 5 mg/l wird gefordert, wenn eine Filtration gebaut wird.

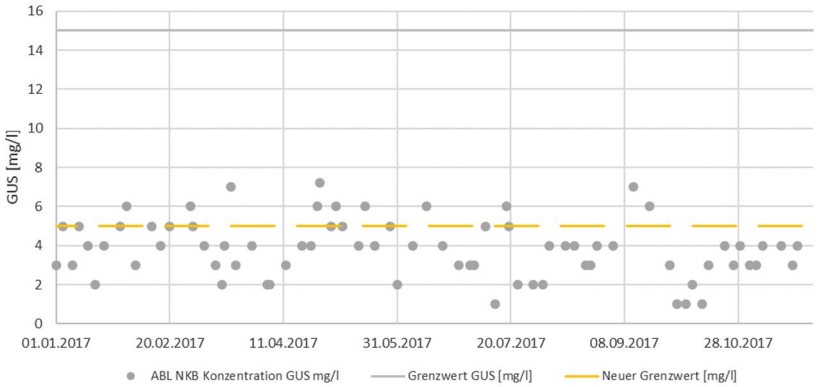


Abbildung 7: GUS-Konzentration im Ablauf der Kläranlage mit dem entsprechenden Grenzwert von 15 mg/l und neuem Grenzwert von 5 mg/l

Der Schlammvolumenindex wurde in den beiden neueren Biologiebecken BB5 und BB6 gemessen. Im Mittel lag der SVI bei 105 ml/g und das 85%-Quantil bei 125 ml/g. Während den Wintermonaten Januar bis März lag der SVI im Mittel bei 125 ml/g. Im März gab es während kurzer Zeit sogar ein deutlich erhöhten SVI von rund 160 ml/g (Abbildung 8). Der SVI ist im Vergleich zu den Jahren 2015 und 2016 höher. In diesen beiden Jahren lag der SVI im Durchschnitt bei 98 resp. 93 ml/g.

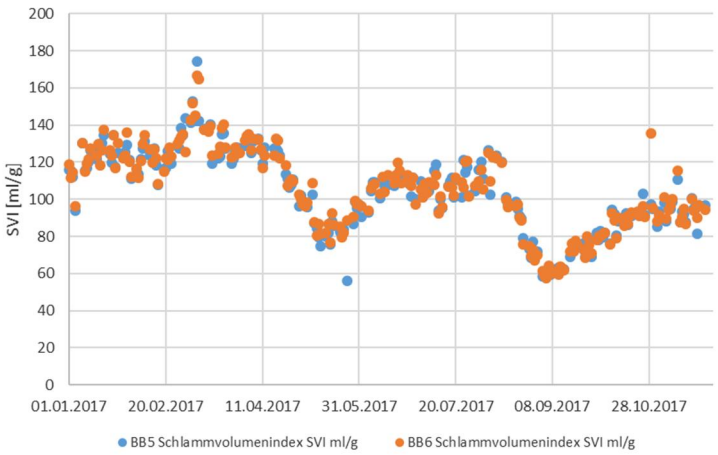


Abbildung 8: Schlammvolumenindex der beiden neueren Biologiebecken BB5 und BB6

Die TS-Konzentration liegt im Mittel bei 3.0 gTS/l resp. beim 85%-Quantil bei 3.4 gTS/l (Abbildung 9). Im März resp. April 2017 sind starke tägliche Schwankungen vorliegend. Im restlichen Jahresverlauf war der TS-Gehalt wieder konstant. Gegen Ende Jahr wurde die Konzentration wieder auf rund 3.5 gTS/l geregelt. Die TS-Konzentration ist wie der SVI gegenüber den Vorjahren leicht angestiegen. Im Jahr 2015 und 2016 wurde die Biologie bei 2.7 resp. 2.6 gTS/l gefahren.

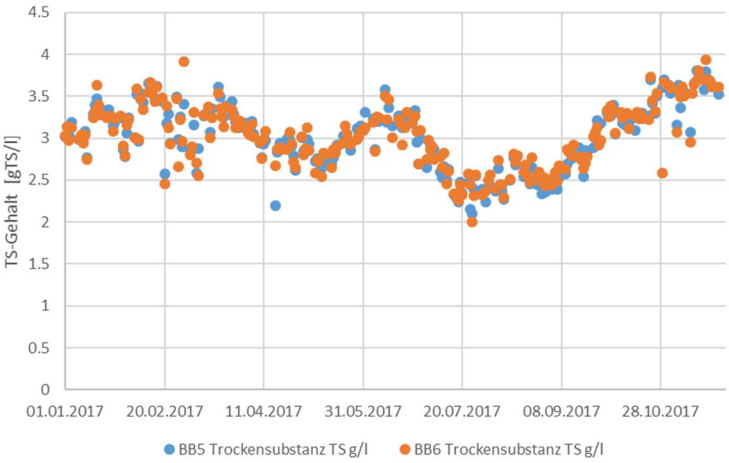


Abbildung 9: TS-Gehalt der beiden neueren Biologiebecken BB5 und BB6

6.1 Fazit aus der Betriebsdatenauswertung 2017

Die Betriebsdatenauswertung kann folgendermassen zusammengefasst werden:

- Die Einleitbedingungen können bis auf den Stickstoff eingehalten werden.
- Der Stickstoff konnte während einer Periode von einem Monat nur ungenügend abgebaut werden. Die Probleme mit der Nitrifikation beginnen häufig, wenn es geschneit hat und innert kurzer Zeit regnet.
- Die Filtrationsstufe ist zur Einhaltung der neuen GUS- und P-Grenzwerte notwendig.
- Die ARA hat ausreichend Kapazität. Weiteres wird nachfolgend im Kapitel 7 beschrieben.

7 Dimensionierung 2040

7.1 Biochemische Belastung

7.1.1 Betriebsdaten

Als Basis für die Dimensionierung 2040 wurde die biochemische Belastung in Bezug auf die Abwasserparameter CSB, BSB_5, Phosphor und Ammonium (NH_4) für die Jahr 2011-2017 anhand von spezifischen Einwohnerwerten ausgewertet. Für die Berechnung wurden die 85%-Frachten im Rohabwasser verwendet. Die Ammoniumwerte wurden aufgrund vom ungeregelten Rücklauf des Zentratwassers vor der Probenahme um 13% reduziert (Gujer, 2007).

Die jährliche Anlagenbelastung schwankt zwischen 29‘997 EW im Jahr 2015 und 35‘217 EW im Jahr 2017, in den Jahren vor 2015 war die Belastung konstant. Im Mittel über die Jahre 2011 bis 2017 liegt die Belastung bei 31‘452 EW. Im Vergleich zu den Vorjahren ist die höhere Belastung in den Jahren 2016 und 2017 auf das Bevölkerungswachstum und auf höhere Zuflussdaten zurückzuführen. Im Jahr 2016 wurden die Weiterleitmengen der Regenbecken erhöht und so ist mehr Abwasser auf die ARA gelangt. Ein Teil vom Anstieg wird somit nicht mehr über die Regenbecken in den Obersee entlastet. Vom Jahr 2016 auf das Jahr 2017 sind zudem die durchschnittlichen Konzentrationen der Nährstoffe leicht angestiegen.

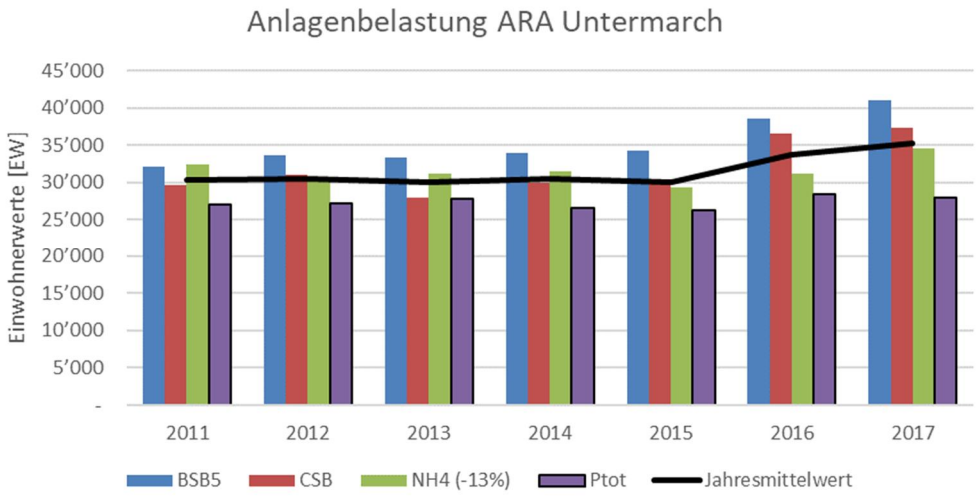


Abbildung 10: Berechnete Einwohnergleichwerte basierend auf Konzentrationen im Rohabwasser mit folgenden spez. Einwohnerwerten: 120 gCSB/(EW*d), 60 gBSB/(EW*d), 1.8 gP_{tot}/(EW*d), 7.5 gNH_4-N/(EW*d). Das Jahr 2017 ist bis Ende November berücksichtigt.

Die Differenz zwischen der Belastung der ARA und den angeschlossenen Einwohner ergibt die Belastung aus der Industrie. Gemäss den vorliegenden Daten aus dem Jahr 2011 und 2015 bis 2017 ergibt sich ein durchschnittlicher Industrieanteil von 14% (siehe Tabelle 2).

Die Käserei Wick hat der Gemeinde Wangen ein Projekt vorgestellt, dass der Betrieb ab 1. Quartal 2018 wiederaufgenommen werden soll. Bis Ende März wurde jedoch kein Gesuch zur Inbetriebnahme eingereicht. Mit der Wieder-Inbetriebnahme der Käserei Wick würde eine zusätzliche Fracht von maximal 100 kg BSB_5 (1‘700 EW) auf die ARA belastet. Alles was über die 100 kg BSB_5/d ist, muss die Firma Wick vor Ort behandeln. Mit den Zahlen aus dem Jahr 2017 würde der Industrieanteil auf 23% steigen.

Tabelle 2: Vergleich ARA Belastung und angeschlossene Einwohner resp. Industrieanteil, für die Jahre 2012-2014 sind die angeschlossenen Einwohner nicht vorhanden

Jahr	Belastung ARA [EW]	Angeschlossene Einwohner [E]	Industrieanteil [%]
2011	30‘266	25‘569	16 %
2015	29‘997	28‘166	6 %
2016	33‘644	28‘462	15 %
2017	35‘217	28‘564	19 %
Mittelwert 2011, 2015-2017			14 %
Mittelwert 2016-2017			17 %

7.1.2 Biochemische Dimensionierungsgrösse

Der Kanton Schwyz geht im kantonalen Richtplan von einer Bevölkerungs- und Beschäftigtenentwicklung bis ins Jahr 2040 von +0.77% pro Jahr aus [12]. Da die Wachstumsprognosen für die Bevölkerung und die Anzahl beschäftigte Personen identisch sind, wird angenommen, dass der Industrieanteil im Abwasser konstant bleibt.

In der nachfolgenden Abbildung ist die Entwicklung der angeschlossenen Einwohner und der Belastung der ARA dargestellt. Als Basis für die Berechnung wurde der Mittelwert der Belastung im Jahr 2016 und 2017 genommen (34‘430 EW, Industrieanteil 17%). Mit dieser Berechnung sind im Jahr 2040 34'075 Einwohner an der ARA angeschlossen und daraus resultiert mit einem Industrieanteil von 17% eine Belastung von 41'073 EW.

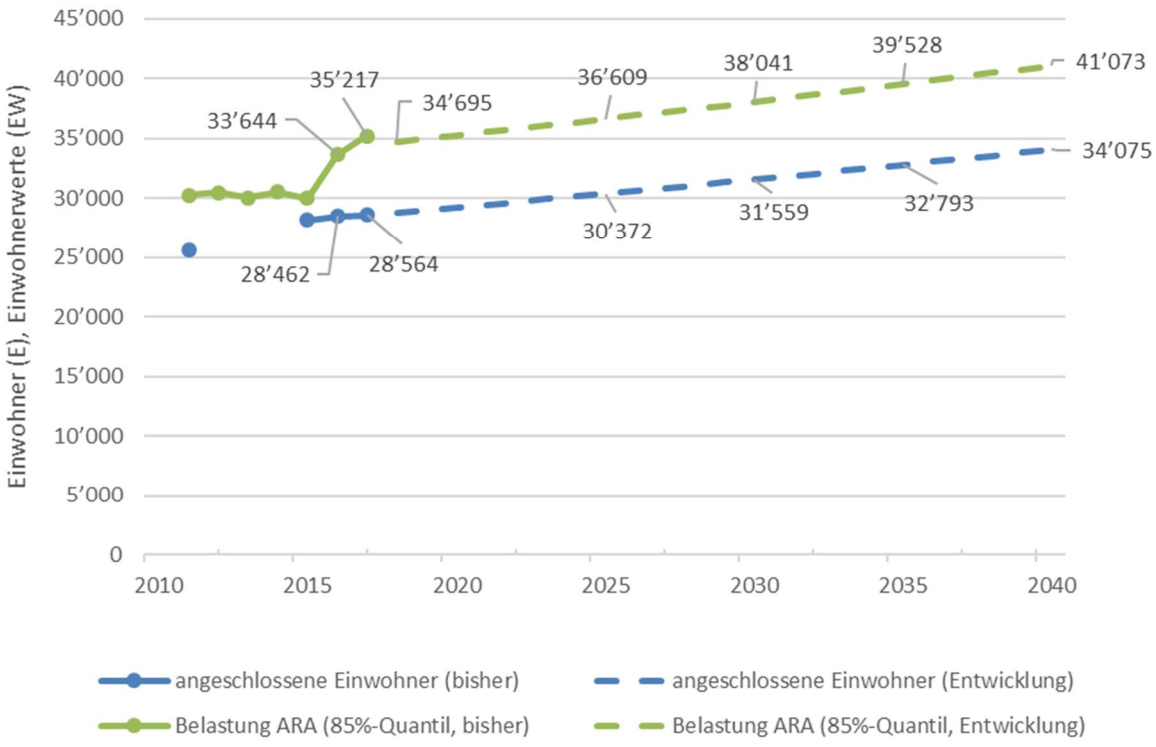


Abbildung 11: Angeschlossene Einwohner und Belastung der ARA bisher sowie als Prognose bis 2040

Dieses Entwicklungsszenario kann mit den Zahlen vom V-GEP verglichen werden. Im V-GEP sind für die Bauzonen Einwohnerwerte hinterlegt. Mit allen überbauten Bauzonen kann ein aktueller Einwohnerwert für das Einzugsgebiet definiert werden. Zudem kann mit allen ausgeschiedenen Bauzonen ein Ausbauwert definiert werden. In nachfolgender Tabelle sind diese beiden Werte mit den aktuellen und der Dimensionierungsgrösse verglichen. Es zeigt sich, dass die Werte aus dem V-GEP mit der aktuellen Belastung und dem Dimensionierungswert für das Jahr 2040 übereinstimmen.

Neben der berechneten Belastung aus der Bevölkerungsentwicklung muss die ARA zusätzlich Reserven für die Käserei Wick und den Anschluss der ARA Vorder- und Innerthal ausweisen. Die Käserei Wick darf maximal 1‘700 EW (100 kg BSB_5/d) auf die ARA ableiten. Die ARA Vorder- und Innerthal weisen eine Kapazität von 1'750 EW und 750 EW auf. Eine Wachstumsprognose für das Wägital liegt nicht vor. Deshalb wird angenommen, dass auf der ARA Untermarch maximal eine Kapazität von 2'500 EW für den Anschluss benötigt wird. Mit diesen zusätzlichen Reserven müsste die ARA im Jahr 2040 eine Kapazität von 45'300 EW aufweisen.

Tabelle 3: Aktuelle Belastung und Ausbauwerte gemäss Varianten und V-GEP

	Dimensionierung [EW]	V-GEP [EW]
Aktuelle Belastung	34‘430	34‘624
2040	41‘073	40‘505
2040 mit Käserei (aufgerundet)	43‘800	
2040 mit Käserei und Wägital (aufgerundet)	45’300	

7.2 Hydraulische Belastung

7.2.1 Betriebsdaten

Zur Bestimmung des Abwasseranfalls wurde wiederum der Zeitraum von 2011-2017 ausgewertet. In nachfolgender Abbildung ist der Gesamtzufluss zur ARA als Mittelwert sowie der Trockenwetterzufluss gemäss VSA und DWA (ATV-DVWK-A 198) dargestellt. Der Trockenwetterzufluss gemäss VSA entspricht dem Mittel vom 20%- und 50%-Quantil. Ein Trockenwetterzufluss gemäss der DWA Norm A198 ist vorliegend, wenn der Tageszufluss das Tagesminimum der vorangegangen und nachfolgenden 10 Tagen um nicht mehr als 20% übersteigt. Der Mittelwert des Trockenwetterzuflusses der beiden Varianten beträgt für die Jahre 2011-2017 7‘600 m³/d.

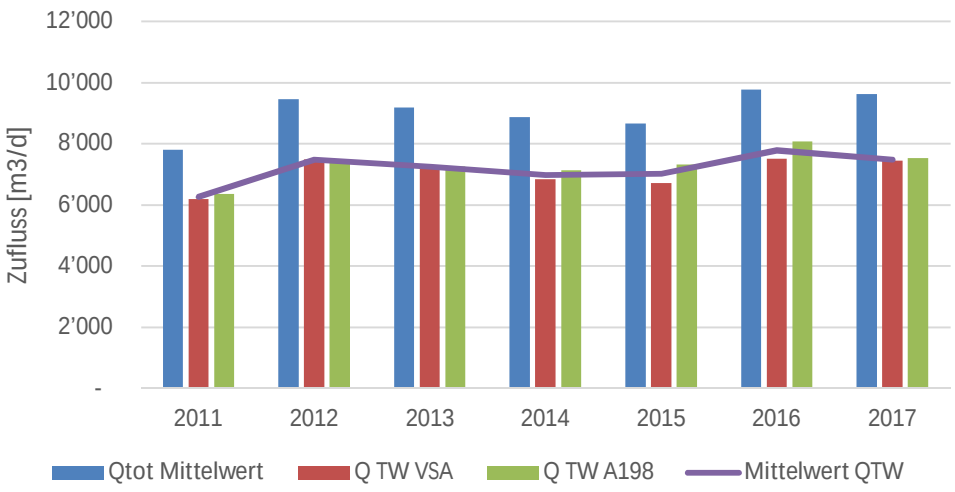


Abbildung 12: Tageszufluss zur ARA als Mittelwert sowie als Trockenwetterzufluss gemäss VSA und A198, Daten 2017 bis Ende November

Die Zuflussdaten zeigen, dass im Jahr 2016 und 2017 die behandelte Abwassermenge im Vergleich zu den Vorjahren deutlich zugenommen hat. Dies ist auf Massnahmen im Netz von Lachen zurückzuführen. Gesamthaft hat sich die Zuflussmenge von Lachen auf die Jahre 2016-2017 um 10% erhöht.

Gemäss dem Technischen Bericht aus dem Jahr 2015 von HBT zum Fremdwasser [8] liegt der Trinkwasserverbrauch der Gemeinden Wangen und Lachen bei durchschnittlich 167 Liter pro Tag und Einwohnerwert. Zum Vergleich liegt zudem der Wasserverbrauch von Wangen für das Jahr 2016 vor (359'213 m3). Mit der Anzahl Einwohner (4'961) und einem Industrieanteil von 15% liegt der Wasserverbrauch bei durchschnittlich 172 l/EW/d. Der Verbrauch wird bestätigt durch den schweizerischen Durchschnitt von 165 Liter pro Tag und Einwohnerwert.

7.2.2 Hydraulische Dimensionierungsgrössen

In der Tabelle 4 wird die heutige und die zukünftige hydraulische Belastung der ARA berechnet. Bei der heutigen hydraulischen Belastung werden wie bei der biochemischen Belastung der Durchschnitt der Jahre 2011-2015 und das Jahr 2016/2017 dargestellt. Mit dem spezifischen Trinkwasserverbrauch von 167 Liter pro Tag pro Einwohner und den berechneten täglichen Trockenwettermengen ergibt sich ein Fremdwasseranteil von 28%. Die schweizerische Richtgrösse für Fremdwasser liegt bei 30%.

Für die Berechnung der maximalen Schmutzwassermenge wurde ein Stundenteiler von 16 h angenommen. Dieser wurde basierend auf den Tagesgangkurven vom 02.05.2012 [8] und 01./03./15.11.2017 (siehe Beilage) und der Grösse des Einzugsgebiets festgelegt. Die breite Verästelung des Netzes führt zu einem besseren Ausgleich der Spitzen. In der Literatur entspricht der Stundenteiler einem Einzugsgebiet einer Kleinstadt. Der Stundenteiler wird sich bis ins Jahr 2040 wenig verändern.

Die hydraulische Belastung im Jahr 2040 wird mit und ohne einem Anschluss vom Wägital berechnet. Da der Fremdwasseranteil mit 28% bereits tief ist, gehen wir nicht von einer weiteren Reduktion aus. In Absprache mit der Bauherrschaft kann mit der Diskussion um den Klimawandel und dem Bewusstsein in der Bevölkerung von einer Reduktion des Trinkwasserverbrauchs ausgegangen werden. Bei einer Reduktion um 10% ergibt sich ein spezifischer Trinkwasserverbrauch von 150 l pro Einwohnerwert und Tag. Daraus folgt ein Trockenwetteranfall von 140 l/s ohne den Anschluss resp. 150 l/s beim Anschluss vom Wägital.

Zur Verifizierung kann der Trockenwetteranfall mit den Daten aus dem V-GEP verglichen werden. Im V-GEP ergibt sich mit der Berücksichtigung von allen vorhandenen Bauzonen ein identischer Trockenwetteranfall von 140 l/s. Der Trockenwetteranfall von Vorder- und Innerthal ist gemäss [5] bei 10 l/s. Zusammen ergibt sich somit auch ein identischer Trockenwetteranfall von 150 l/s.

Tabelle 4: Hydraulische Belastung ARA

Szenario		2011-2015	2016/2017	2040 ohne Wägital	2040 mit Wägital	
Belastung						
Anzahl Einwohnerwerte		30'260	34'430	42'800	45'300	EW
Tägliche Schmutzwassermenge Q_d						
Spezifischer Trinkwasserverbrauch pro EW		0.167	0.167	0.150	0.150	m^3/EW·d
Q_S		5'053	5'750	6'420	6'795	m^3/d
Q_F	Fremdwasseranteil 28%	1'965	28% 2'236	28% 2'497	28% 2'643	m^3/d
Q_d	$Q_d = Q_S + Q_F$	7'019	7'986	8'917	9'438	m^3/d
	QTW gemessen	7'000	7'700			m^3/d
Maximale Schmutzwassermenge bei Trockenwetter Q_{tw}						
Spitzenwert im Tagesverlauf						
Q_S	Stundenteiler	16	16	16	16	h/d
	$Q_S = Q_S$ / Stundenteiler	316	359	401	425	m^3/h
		88	100	111	118	l/s
Q_F	Stundenteiler	24	24	24	24	h/d
	$Q_F = Q_F$ / Stundenteiler	82	93	104	110	m^3/h
		23	26	29	31	l/s
Q_{tw}	$Q_{tw} = Q_s + Q_F$	110	126	140	150	l/s
		398	453	505	540	m^3/h
Maximale Schmutzwassermenge bei Regenwetter Q_m - Massgebend für Bemessung						
Q_m	Qm = 2.5*Qtw	280	310	350	375	l/s
		1'008	1'116	1'260	1'350	m^3/h
		24'192	26'784	30'240	32'400	m^3/d

Mit den neuen Anforderungen an die Entlastungsraten im Netz müssen entweder die Regenbecken massiv ausgebaut oder der Zulauf auf die ARA muss erhöht werden. Im Bericht [16] wird diese Thematik beschrieben. Daraus folgt, dass bei einer Erhöhung des Zulaufs auf die ARA auf 350 l/s die Entlastungsraten im bestehenden Netz deutlich gesenkt werden und kein massiver Ausbau der Regenbecken notwendig ist. Im Ausbauziel ohne Anschluss würde somit das 2.5-fache des Trockenwetterzufluss über die ARA geleitet werden. Heute liegt die maximale Schmutzwassermenge bei 280 l/s und somit dem 2.2-fachen des Trockenwetterzuflusses von 16/17 (126 l/s).

Bei einem Anschluss vom Wägital müssten weitere 25 l/s resp. total 375 l/s über die ARA geleitet werden. Die 25 l/s entsprechen dem 2.5-fachen des Trockenwetteranfalls von Inner- und Vorderthal. Zudem entspricht dies der abgeschätzten Dimensionierungsgrösse für die Anschlussleitung von 24 l/s [5]. In dieser Menge sind die Bevölkerungsentwicklung und das Wachstum im Tourismus berücksichtigt.

7.3 Zusammenfassung Dimensionierung

Die nachfolgende Zusammenfassung dient als Grundlage für die Ausbaukonzepte in Kapitel 9. Der Anschluss von den beiden ARA im Wägital wird dabei nicht berücksichtigt (siehe Kapitel 5).

Einwohnerwerte:

- Basis Mittelwert 2016/2017: 34‘430 EW
- Wachstum Bevölkerung / Beschäftigte: 0.77% pro Jahr
- Industrieanteil: 17% (Mittelwert 2016/2017)
- Anschluss der Käserei Wick: 1'700 EW
- *Anschluss Inner- und Vorderthal: 2'500 EW (nicht eingerechnet)*

Hydraulische Kapazität:

- Aktueller Wasserverbrauch 167 l/EW/d
- Wasserverbrauch 2040: 150 l/EW/d (10% Reduktion gegenüber heute)
- Stundenteiler: 16 h
- Fremdwasseranteil: 28%
- Maximale Schmutzwassermenge: 2.5-fache des Trockenwetteranfalls
- *Anschluss Inner- und Vorderthal: Q_{tw}: 10 l/s, Q_{max}: 25 l/s (nicht eingerechnet)*

Mit den aufgeführten Annahmen ergeben sich für das Jahr 2040 folgende Ausbaugrössen:

- Einwohnerwerte: 42’800 EW
- Trockenwetterzufluss: 140 l/s
- Hydraulische Kapazität: 350 l/s

Basierend auf den berechneten Einwohnerwerten und der hydraulischen Kapazität ergibt sich folgende Rückläufe, Schlamm- resp. Gasproduktion:

- Interne Zirkulation: 40 l/s ($0.3*Q_{tw}$)
- Rücklaufschlamm: 140 l/s ($1* Q_{tw}$)
- Maximaler Zulauf Biologie (Zufluss ARA und Rücklaufschlamm): 490 l/s
- Primärschlammproduktion: 1'500 kg TS/d (35 g/EW/d)
- Überschussschlammproduktion: 1'700 kg TS/d (40 g/EW/d)
- Frischschlammproduktion: 3'200 kg TS/d (75 g/EW/d)
- Gasproduktion: 1'300 Bm^3/d (30 l/EW/d), 1'100 Nm^3/d

Die interne Zirkulation wird während einem Regenereignis abgestellt, da im Zulauf viel Sauerstoff vorhanden ist und somit keine Denitrifikation stattfindet. Deshalb wird die interne Zirkulation basierend auf dem Zufluss reduziert oder ganz abgestellt. Deshalb setzt sich der maximale Zulauf auf die Biologie aus dem maximalen Zufluss auf die ARA und der Menge Rücklaufschlamm zusammen.

In den Zahlen sind die Rückläufe der MV-Stufe nicht berücksichtigt. Eine detaillierte Aufstellung der Zahlen ist in der Beilage ersichtlich.

8 Kapazität der heutigen Anlage

In den beiden nachfolgenden Tabellen wurde die heutige Kapazität der einzelnen Verfahrensstufen abgeschätzt und mit der definierten Ausbaugrösse für das Jahr 2040 (42'800 EW und 350 l/s) verglichen. Die Beurteilung ist mit den Farben grün, orange und rot hinterlegt. Grün bedeutet, dass keine Massnahmen notwendig sind bis ins Jahr 2040. Bei den orange beurteilten Verfahrensstufen sind für die Aufrechterhaltung vom Betrieb keine Massnahmen notwendig. Es wird jedoch empfohlen Massnahmen zu treffen. Bei den rot markierten Verfahrensstufen müssen zwingend Massnahmen getroffen werden, damit die Reinigungsleistung der ARA bis in Jahr 2040 garantiert werden kann. Nicht beurteilt wurden die hydraulischen Kapazitäten der Gerinne und Rohrleitungen. Nicht berücksichtigt sind die Rückläufe aus der zukünftig vorhandenen MV-Stufe.

Der Kanton Schwyz hat keine Vorgaben an die Redundanz der einzelnen Anlageteile. Eine sinnvolle Grösse für die Redundanz liegt bei 1.5 Qtw resp. 75 % der biochemischen Belastung. Diese Redundanz wird in der nachfolgenden Tabelle geprüft.

Tabelle 5: Kapazität Verfahrensstufen Abwasserstrasse und Beurteilung Kapazität bis ins Jahr 2040

Verfahrensstufen	Kapazität	Beurteilung
Hebewerk Lachen	600 l/s	Mit zwei Schneckenpumpen von 150 l/s resp. einer von 300 l/s ist die Kapazität als auch die vollständige Redundanz bei einem Ausfall der Schnecke gewährleistet.
Rechen	480 l/s (2*240 l/s)	Ausgelegt wurden die beiden Rechen auf je 120 l/s. Bei einem Test konnten die Rechen mit je 240 l/s belastet werden. Die Kapazität genügt.
Sand-/Fettfang	300 l/s	Im Ausbauziel liegt die Aufenthaltszeit im Regenwetter bei 7 Minuten und somit über dem Richtwert von 5 Minuten. Die Oberflächenbeschickung beträgt 23 m/h betragen und liegt über dem Richtwert von 18 m/h.
Zulauf VKB		Vom Sandfang wird das Abwasser über eine Rinne zum VKB geleitet. Eine gleichmässige Beschickung beider VKB ist so nicht möglich. Da eine zweite Rinne bereits vorbereitet ist, kann mit geringem Aufwand der Zulauf angepasst werden.
Vorklärbecken	480 l/s (2*240 l/s)	Mit beiden Becken kann die Vorklärung mit maximal 480 l/s (2*240 l/s) beschickt werden. Somit liegt genügend Kapazität vor.
Biologie	34'000 EW	Gemäss Kuster+Hager (1996, 2015) wurde die Biologie auf 34'000 EW ausgelegt. Dies bestätigen die Nachkalkulationen. Die Kapazität genügt langfristig nicht.
Zwischenhebewerk Biologie	640 l/s (2*320 l/s)	Die Kapazität genügt. Eine Redundanz von 1.5 Q_{tw} von 420 l/s genügt nicht.
Nachklärbecken	260 l/s	Mit den Dimensionen der Nachklärbecken ergibt sich gemäss DWA-A 131 eine Kapazität von 260 l/s. Bereits heute können die Becken stärker beschickt werden. Der limitierende Faktor bei den Nachklärbecken ist die Beckentiefe in Abhängigkeit vom TS-Gehalt und vom Schlammvolumenindex.

Tabelle 6: Kapazität Verfahrensstufen Schlammbehandlung und Beurteilung Kapazität bis ins Jahr 2040

Verfahrensstufen	Kapazität	Beurteilung
ÜSS-Entwässerung	40 m^3/h	Die Kapazität genügt.
Faulturm	33‘000 EW (bei 18 d Faulzeit)	Ein Faulturm würde bis ins Jahr 2040 nicht genügen. Mit der Ausrüstung des Nacheindickers zu einem Faulturm wäre die doppelte Kapazität vorhanden.
Stapelbehälter	500 m^3	Bei einer Belastung von 45‘300 EW könnte im Stapelbehälter der Faulschlammanfall von rund einer Woche gelagert werden (Faulschlammanfall ca. 1.7 l/EW/d). Die Kapazität genügt. Je nachdem wie häufig der Stapel befüllt wird, sollte dieser aufgrund von Geruchsbelastung und Methanemissionen abgedeckt werden.
Faulschlamm Entwässerung	25 m^3/h	Die Kapazität des Dekanters genügt. Im jetzigen Betrieb wird der Faulschlamm an 2-3 Tagen pro Woche entwässert. Im Ausbauziel müsste an 3-4 Tagen entwässert werden.
Zentratwasser-becken	100 m^3	Im heutigen Betrieb fallen an den Tagen, an denen der Faulschlamm entwässert wird, rund 225 m^3 Zentratwasser an. Somit wird 125 m^3 direkt in den Zulauf der ARA rückgeführt. Idealerweise wird das Zentrat nur während tiefer Belastung (z.B. in der Nacht) rückgeführt. Sollte sich die Problematik mit der ungenügenden Nitrifikation verschärfen, ist ein Ausbau oder eine Anpassung des Entwässerungsregimes notwendig.
Gasspeicher	300 m^3	Idealerweise kann im Gasspeicher der mittlere tägliche Gasanfall gespeichert werden. Bereits heute kann der Gasanfall von rund 7 h gespeichert werden. Bis ins Jahr 2040 sinkt dieser Wert auf 5 h (Gasproduktion 30 l/EW/d). Eine Vergrösserung auf 50% des Tagesanfalls im Ausbauziel wäre zu empfehlen (700 m^3).
BHKW	39‘000 EW	Das BHKW wurde im Jahr 2017 in Betrieb genommen. Die Kapazität des BHKW genügt für die Lebensdauer von 10 Jahren. Bei dessen Ersatz müsste die alternative Gaseinspeisung erneut evaluiert werden.

9 Ausbaukonzept und Varianten

Nachfolgend werden die orangen resp. rot beurteilten Verfahrensstufen beurteilt und Massnahmen aufgezeigt.

9.1 Sand-/Fettfang

Der Sand- und Fettfang weist folgende Dimensionen ohne Ein- und Auslaufzone (Nutzvolumen, gerundet) auf:

- Dimensionen pro Sandfang: 19 x 1.7 x 3.5 m (LxBxH)
- Dimensionen pro Sand-/Fettfang: 19 x 2.8 x 3.5 m (LxBxH)
- Oberfläche und Volumen Sandfang (total): 60 m^2 resp. 220 m^3
- Oberfläche und Volumen Sand-/Fettfang (total): 100 m^2 resp. 300 m^3

Im heutigen Betrieb mit 280 l/s liegt die Belastung knapp unter der maximalen Belastung (siehe nachfolgende Tabelle). Die maximal mögliche Belastung liegt bei 300 l/s. Die Oberflächenbeschickung ist der limitierende Faktor bei der Auslegung. Die Aufenthaltszeit ist im Ausbauziel noch bei 10 Minuten und somit genügend. Dies zeigt, dass das vorhandene Volumen vom Sand-/Fettfang grundsätzlich genügt.

Tabelle 7: Oberflächenbeschickung und Aufenthaltszeit Sandfang resp. Sand- und Fettfang

	Maximale Belastung	Heutige Belastung	Belastung 2040	Richtwert
Q max [l/s]	300	280	350	
Sandfang				
Oberflächenbeschickung [m/h]	18	17	21	3-18
Aufenthaltszeit [min]	12	13	11	mind. 5
Sand-/Fettfang				
Oberflächenbeschickung [m/h]	11	10	13	3-18
Aufenthaltszeit [min]	17	18	14	mind. 5

Um der traditionellen Dimensionierung gerecht zu werden, müsste ein dritter identischer Sandfang realisiert werden. Der Sand-/Fettfang kann jedoch nicht direkt mit einer dritten Strasse erweitert werden. Dafür ist der Werkleitungsgang resp. der Abstand zum Schlammstapel zu klein. Einen komplett neuen Sand-/Fettfang zu bauen ist vom Aufwand und Ertrag nicht verhältnismässig. Somit wird vorgeschlagen den Sand-/Fettfang im bestehenden Bauwerk zu optimieren.

Neben der Problematik der Oberflächenbeschickung sind die Verhältnisse der Dimensionen nicht optimal. Der Sandfang ist für die bestehende Tiefe zu wenig breit. Das Verhältnis sollte möglichst bei 1:1 liegen. Die Problematik kann gelöst werden, wenn der Fettfang rückgebaut und das Fett neu im Vorklärbecken entfernt wird. Gemäss der obigen Tabelle wäre die Oberflächenbeschickung unter 18 m/h und das Verhältnis Tiefe zu Breite besser. Der Erfolg dieser Massnahme kann mit den vorhandenen Daten grob abgeschätzt werden. Bei Bedarf kann die Hydraulik des Sandfangs mit einer Simulation überprüft werden.

In den Vorklärbecken kann das Fett mit dem Schwimmschlamm entfernt werden. Da die Rinne vom Schwimmschlammabzug zu den Frischschlammschächten ein geringes Gefälle aufweist, müsste diese angepasst werden. Ein Probebetrieb kann zeigen, ob Massnahmen an dieser Rinne notwendig sind.

Der Umbau des Sandfangs ist grundsätzlich nicht zeitkritisch. Die hydraulische Kapazität der Anlage kann auch mit dem bestehenden Sand-/Fettfang erhöht werden. Die Abscheideleistung kann nicht gemessen werden. Einzig die abgeschiedene Sandmenge ergibt einen Anhaltspunkt, ob gegebenenfalls

weniger Sand abgeschieden wird. Falls sich die Abscheideleistung reduziert, wird mehr Sand in die nachfolgenden Verfahrensstufen gelangen. Dies kann zu Ablagerungen und zu erhöhter Abrasion der Pumpen führen.

Massnahmen

- Bauliche Optimierungen mit Rückbau Fettfang
- Anpassung Ablauf um Rückhalt von Fett im Sandfang zu vermeiden
- Fettabscheidung im Vorklärbecken

Weiteres Vorgehen

- Die Massnahmen werden abhängig von den Auswirkungen einer Erhöhung realisiert.
- Budgetperiode 2019/2020: Simulation des Sandfangs und Definition der Massnahmen (Stufe Bauprojekt)
- Budgetperiode 2020/2021: Realisierung

9.2 Zulauf VKB

In der Beilage sind die Massnahmen im Zulauf vom VKB skizziert. Neben den Anpassungen in der Rinne ist im Auslaufbauwerk ein Absperrschütz zu montieren. So kann der Sand-/Fettfang und die Vorklärung vollständig 2-strassig betrieben werden.

Der Zulauf zum VKB ist ein Nadelöhr in der ARA. Teilweise staut das Wasser retour in den Sandfang. Deshalb sollen die geplanten Massnahmen zeitnah realisiert werden.

Massnahmen

- Siehe Skizze in der Beilage

Weiteres Vorgehen

- Budgetperiode 2018/2019: Submission der Arbeiten und Realisierung zusammen mit den Massnahmen Sand-/Fettfang

9.3 Biologie

Für den Ausbau der Biologie wurden folgende Verfahrensvarianten betrachtet. Die Varianten sind nachfolgend detaillierter beschrieben und als Situationspläne beigelegt:

- Konventionelle Biologie: Die Biologie wird wie heute konventionell betrieben werden. In der Variante 1 werden die beiden neueren Biologiebecken BB5 und BB6 um eine weitere Strasse mit demselben Volumen ergänzt. In der Variante 2 wird die Biologie komplett umgebaut. Die bestehenden Nachklärbecken werden erweitert mit den Volumen der älteren Biologiebecken. Neben den neueren Biologiebecken werden zusätzlich zwei neue Becken erstellt.
- Hybrid-Wirbelbett Verfahren: Beim Hybrid-Wirbelbett Verfahren werden der Biologie Kunststoffträger zugegeben. Auf den Trägern siedeln sich die Nitrifikanten an und bleiben so länger im System. Damit kann das Schlammalter in der Biologie trotz kleinerem Bauvolumen aufrechtgehalten werden. Für dieses Verfahren sind keine neuen Becken notwendig. Für das Hybrid-Wirbelbett sind verschiedene Technologien und Anbieter auf dem Markt.

Folgende Verfahren wurden diskutiert, aber nicht weiter verfolgt:

- Sequencing-Batch-Reaktor (SBR): Beim SBR-Verfahren werden die Prozesse der biologischen Reinigung und die anschliessende Sedimentation nicht räumlich, sondern zeitlich getrennt. Die Reaktoren werden Batchweise betrieben. Für dieses Verfahren könnten die bestehenden Biologiebecken nicht genutzt werden. Dies hätte baulich einen enormen Aufwand zur Folge. Deshalb wird das Verfahren nicht weiter verfolgt.
- Biofiltration: Bei der Biofiltration siedeln sich Mikroorganismen auf dem Filtermaterial an. Der Filter wird dabei von unten nach oben durchströmt und belüftet. Wie beim SBR können die bestehenden Biologiebecken nicht genutzt werden und würden so einen unverhältnismässigen baulichen Aufwand mit sich bringen.
- Membranbelebungsverfahren: In der Nachklärung werden Filtermembrane anstelle der Schwerkraft für die Grobstoff-/Schlammabscheidung eingesetzt. Da in der MV-Stufe bereits ein Filter geplant ist, wird kein zusätzlicher Filter in der Nachklärung benötigt. Das Membranverfahren wird nicht weiter verfolgt.

9.3.1 Varianten konventionelle Biologie

Variante 1: Zusätzliches Biologiebecken

Die Biologie wird identisch wie heute betrieben. Um die Kapazität zu erhöhen, muss zusätzliches Beckenvolumen erstellt werden. Neben den bestehenden Becken BB5 und BB6 kann ein zusätzliches Becken gebaut werden. Aus betrieblicher Sicht ist es sinnvoll das Becken identisch zu den bestehenden beiden Becken zu erstellen. So ist die gleichmässige Beschickung und Belüftung deutlicher einfacher als bei unterschiedlichen Volumen. Das Volumen der Biologie würde sich um 1650 m^3 resp. um 34% vergrössern. Die Kapazität der Anlage steigt damit auf rund 45'000 EW und somit über das Ausbauziel von 2040.

Vom Wasserfluss her ist ein zusätzliches Becken unschön. Das Abwasser wird nach den beiden VKB auf 4 Biologiebecken, anschliessend nach dem Hebewerk neu auf 3 Biologiebecken und zum Schluss auf 4 NKB verteilt. Falls die Nachklärung effektiv zuwenig Kapazität aufweist, muss der Wasserfluss nochmals aufgetrennt werden (siehe Kapitel 9.5).

Vorteile:

- Weiterführung heutiges bewährtes System
- Kapazitätssteigerung mit Hybrid-Wirbelbett bei nächstem Ausbau möglich
- Wenige Provisorien nötig, da bestehender Betrieb minimal eingeschränkt wird

Nachteile:

- Verbrauch Landreserven
- Mit notwendigen Erneuerung NKB teurer als Hybrid-Wirbelbett
- Schlechter Wasserfluss auf der Anlage (2 zu 4 zu 3 zu 4 Strassen)
- Problematik mit NKB nicht gelöst

Variante 2: Umbau Biologie

Wie erwähnt ist der Wasserfluss der Anlage mit einem neuen Biologiebecken gemäss Variante 1 nicht ideal. Zudem besteht keine Möglichkeit die NKB zu vergrössern. Falls die Biologie weiter konventionell betrieben werden möchte, müsste gegebenenfalls das gesamte Design der Biologie überdacht werden.

Zum Beispiel könnten die älteren Biologiebecken mit den Nachklärbecken verbunden werden. So könnte die Kapazität der Nachklärbecken erhöht werden (mehr Oberfläche aber gleiche Tiefe der NKB). Bei dieser Lösung müssten 2 anstelle von 1 Biologiebecken neu gebaut werden.

Eine solche Variante hat ein vollständiger Umbau der Biologie zur Folge. Die Zirkulation, der Rücklaufschlamm, das Gebläse, der Zulauf zur neuen Biologie und Nachklärbecken, etc. müssten angepasst werden. Zudem müsste der mögliche Aufbau des Nachklärbeckens in einem weiteren Planungsschritt geklärt werden.

Die Kostenfolge eines solchen Projektes kann im Rahmen der Zukunftsstudie nur sehr grob abgeschätzt werden. Dies müsste in einem Variantenstudium zur Biologie nochmals überprüft werden.

Vorteile:

- Über das Jahr 2040 wäre genügend Kapazität in den Nachklärbecken und der Biologie vorhanden
- Leistungssteigerung mit Hybrid-Wirbelbett bei nächstem Ausbau möglich
- Besserer Wasserfluss auf der Anlage, da neu 2 Vorklärbecken, 4 Biologiebecken und 4 Nachklärbecken vorhanden wären.

Nachteile:

- Verbrauch Landreserven
- Komplexer Umbau
- Teuer, da diverse Provisorien und grosse Anpassungen notwendig wären

9.3.2 Variante 3: Hybrid-Wirbelbett Verfahren

Das Hybrid-Wirbelbett Verfahren ist eine Kombination des konventionellen Belebtschlammverfahren mit einem Wirbelbett Verfahren. Die Denitrifikation (DN) und der Kohlenstoffabbau (C-Abbau) erfolgen ohne Trägermaterial. In der Nitrifikation wird frei schwebendes Trägermaterial eingesetzt. Das Trägermaterial wird von den Nitrifikanten besiedelt und durch Lochsiebe in den Becken zurückgehalten. Damit werden die Nitrifikanten im System zurückgehalten. Dies erlaubt eine Entkoppelung des aeroben Schlammalter des Belebtschlamms von den Anforderungen des Wachstums der Nitrifikaten. Das aerobe Schlammalter in den ‘konventionellen Becken’ kann von 10 d auf 2-4 d reduziert werden und der TS-Gehalt kann dadurch tiefer gefahren werden, was in einer Entlastung der Nachklärung resultiert. Je nach Anordnung kann auch nach der Nitrifikation eine Nachbelüftung angeordnet werden (siehe nachfolgende Abbildung).

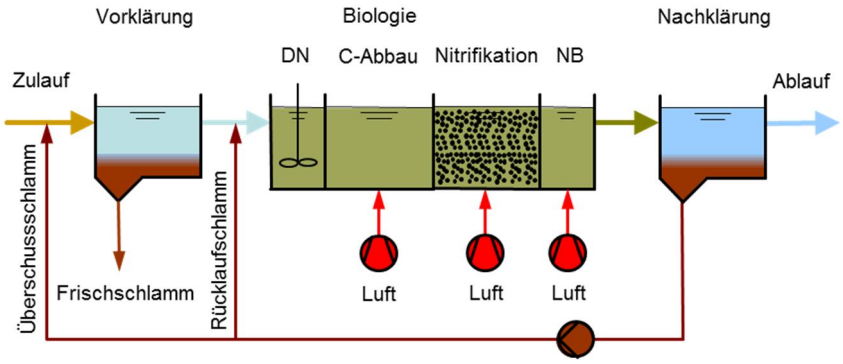
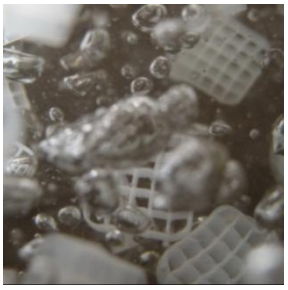


Abbildung 13: Verfahrensschema eines Hybrid-Wirbelbettverfahren

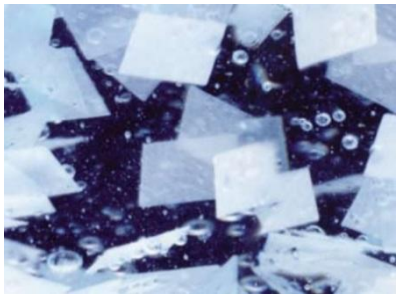
Die Kapazität der Anlage kann in den bestehenden Becken erhöht werden. Es sind somit keine weiteren Becken notwendig. Die Beckenvolumina werden zu 20% (1‘000 m^3) für die Denitrifikation, zu 50% (2‘420 m^3) für den Kohlenstoffabbau und die restlichen 30% (1‘400 m^3) für die Nitrifikation verwendet. Diese Aufteilung der Becken kann je nach Anbieter variieren.

Mit dem vorgeschlagenen Hybrid-Wirbelbett Verfahren kann je nach Trägermaterial die Kapazität auf rund 50‘000 EW gesteigert werden. Eine grobe Dimensionierung mit verschiedenen Varianten ist in der Beilage aufgeführt.

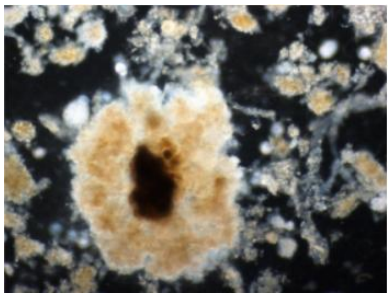
Neben den klassischen Hybrid-Wirbelbett-Verfahren von JS Umwelttechnik oder der Wabag gibt es auch das S-Select-Verfahren von der EssDe GmbH (Siehe Abbildungen 10). Dieses Verfahren wurde auf der ARA Glarnerland pilotiert und wird nun im Ausbau implementiert. Der Vorteil liegt in der besseren Absetzeigenschaft des Schlamms, da granulierte Biomasse entsteht und dieser in der Biologie rezykliert wird. Dies wird erreicht indem der granulierte Rücklaufschlamm mit einem Zyklon separiert wird. Der Nachteil ist die geringe Betriebserfahrung. Beim S-Select Verfahren wird das Trägermaterial zur Bildung des granulierten Schlamms zugegeben. Sobald der granulierte Schlamm vorhanden ist, wird das Trägermaterial über die Schlammbehandlung aus dem System entzogen. Es sind keine weiteren Trägermaterialien notwendig.



BWT15
JS Umwelttechnik



Fluopur
WABAG



Mimics ©, S-Select Verfahren
EssDe GmbH

Abbildung 14: Verschiedene Ausführungen von Trägermaterialien.

Vorteile:

- Erhöhung der Kapazität in den bestehenden Becken/ der bestehenden Bausubstanz
- Verbesserung der Schlammeigenschaften
- Günstiger als konventionelle Biologie in der Investition

Nachteile:

- Umbau in den bestehenden Becken während dem laufenden Betrieb
- Neues Verfahren für das Betriebspersonal
- Höhere Betriebskosten
- Keine zukünftige Erweiterung über 50‘000 EW möglich; falls dieser Bedarf ansteht, müsste wieder gebaut werden.

9.3.3 Weiteres Vorgehen Biologie

Die Anlage war im Jahr 2016 und 2017 im 85%-Quantil zu 34'300 EW ausgelastet. Je nach Wachstum im Einzugsgebiet kann die ARA an die Belastungsgrenze stossen. Dies ist mit einer jährlichen Betriebs-

datenauswertung zu prüfen. Der Planungsstart der neuen Biologie soll in Abhängigkeit mit der Auswertung der Betriebsdaten erfolgen. Vergleichbare Projekte haben gezeigt, dass vom Beginn des Variantenstudiums bis zur Fertigstellung resp. Inbetriebnahme der Biologie 4-6 Jahre vergehen können.

Im Variantenstudium zum Ausbau der Biologie muss zwingend die Rückbelastung aus der geplanten MV-Stufe berücksichtigt werden. Aufgrund der Rückspülung vom Filter wird die Wassermenge und die TS-Belastung in der Biologie erhöht.

Der Ausbau der Biologiebecken muss mit den Massnahmen der Nachklärbecken erarbeitet werden. Zudem erfolgt der Ausbau in Abhängigkeit der jährlichen Betriebsdatenauswertung und dem Abgleich der Prognosen der Belastungsentwicklung (Kapitel 7.1.2).

Der Zeitbedarf für das Variantenstudium bis zur Inbetriebnahme einer Biologie liegt bei vergleichbaren Projekten bei 4-6 Jahren. Deshalb wird folgender Terminplan vorgeschlagen:

- Budgetperiode 2018/2019: Variantenstudium Biologie und Definition Massnahmen Nachklärung (siehe Kapitel 9.5)
- Vorstandssitzung Juni 2019: Entscheid Ausbau Biologie konventionell oder mit Hybrid-Wirbelbett auf Basis Studie Biologie.
- Budgetperiode 2019/2020: Ausarbeitung Vorprojekt
- Budgetperiode 2020/2021: Ausarbeitung Bauprojekt
- Vorstandssitzung Juni 2021: Genehmigung Baukredit
- Budgetperiode 2021/2022 und 2022/2023: Realisierung

9.4 Hebewerk Biologie

Bei maximalen Zulauf auf die ARA von 350 l/s ergibt sich mit dem Rücklaufschlamm von 140 l/s eine maximal notwendige Fördermenge von 490 l/s. Die Kapazität des Hebewerks mit 640 l/s genügt. Die Redundanz der Pumpen ist jedoch nicht gewährleistet. Beim Ausfall einer Pumpe würden noch 320 l/s zur Verfügung stehen. Der Trockenwetteranfall mit dem Rücklaufschlamm und der internen Zirkulation (40 l/s) können dabei gefördert werden.

In Rücksprache mit der Fa. Häny, welche das bestehende Hebewerk installiert hat, kann die Drehzahl nicht erhöht werden und es sind bereits Schnecken mit 3-Wendeln in Betrieb. Die Schnecken könnten mit längeren Kompaktschnecken mit einem tieferen Aufstellwinkel ersetzt werden. Aufgrund des besseren Wirkungsgrads würde die Kapazität auf 380 l/s pro Hebewerk steigen. Für den Umbau sind gemäss Fa. Häny nur geringe Baumeisterarbeiten notwendig. Somit kann die Kapazität des Hebewerks gesteigert werden. Ein weiterer Ausbau des Hebewerks hätte hohe Kosten und ein grösserer Platzbedarf zur Folge.

In Absprache mit dem Betrieb ist ein Umbau des Hebewerks nicht vorgesehen. Ein Ausfall einer Schneckenpumpe ist selten. Seit der Inbetriebnahme im Jahr 2008 ist dies noch nie vorgekommen. Beim Ausfall einer Schneckenpumpe kann als erste Massnahme der Zulauf auf die ARA gedrosselt werden. Sollte der Ausfall länger dauern, kann eine mobile Tauchpumpe eingesetzt werden.

Im Rahmen des Variantenstudiums der Biologie ist die Problematik nochmals aufzugreifen und die Massnahmen zu definieren.

9.5 Nachklärung

Die Nachklärung wurde bei der letzten Erweiterung der Biologie um 80 cm erhöht. Somit liegt eine Beckentiefe von 3.67 m vor. Mit dieser Tiefe und der vorhandenen Oberfläche von 770 m^2 ergibt sich

eine Kapazität gemäss DWA-A 131 von 260 l/s. Der limitierende Faktor ist die Beckentiefe. In der nachfolgenden Abbildung sind die Abhängigkeiten zwischen Beckentiefe, TS-Gehalt und die Kapazität (massgebende Wassermenge) dargestellt.

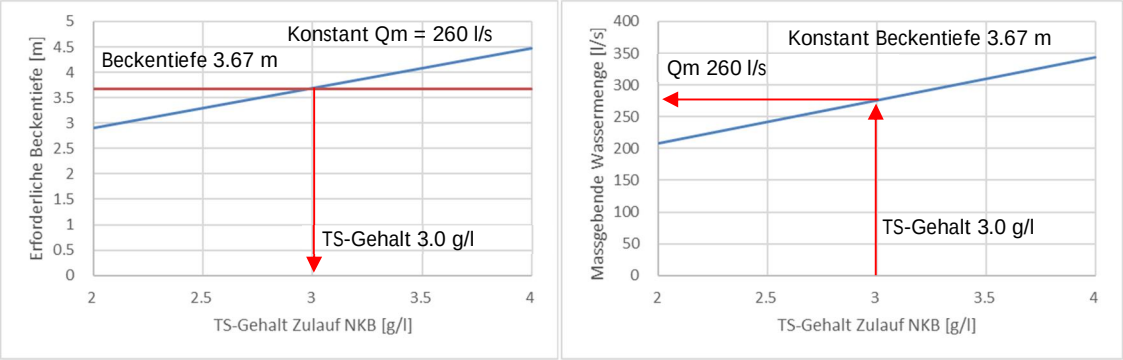


Abbildung 15: Auslegung der Nachklärung nach DWA-A 131: Erforderliche Beckentiefe in Abhängigkeit der TS-Konzentration (links) und in Abhängigkeit der Wassermenge (rechts). Annahmen SVI = 105 l/kg

Bereits heute ist die Nachklärung mit 280 l/s stärker belastet. Die gemessenen GUS-Werte zeigen jedoch, dass die Nachklärung auch bei dieser Belastung funktioniert. Wieviel Kapazität die Nachklärung effektiv hat, kann nicht abgeschätzt werden. Dies müsste im Rahmen eines Pilotversuches dargelegt werden.

In der nachfolgenden Tabelle ist die notwendige Kapazität der Nachklärung bei einer Erhöhung der hydraulischen Kapazität und den möglichen Varianten für den Ausbau der Biologie dargestellt. Für die Berechnung der Varianten 1 und 2 wurde das 85%-Quantil vom TS-Gehalt und vom SVI im Jahr 2017 genommen. In der Tabelle ist ersichtlich, dass bei einem konventionellen Ausbau der Biologie deutlich grössere resp. tiefere Becken notwendig wären. Beim Hybrid-Wirbelbett ist die Nachklärung aufgrund des tieferen TS-Gehalt resp. des leicht tieferen SVI weniger stark belastet. Auch bei der Variante 2 mit dem Umbau der Biologie mit dem Zusammenschluss der Nachklärbecken und den älteren Biologiebecken, wäre eine ungenügende Beckentiefe vorhanden. Die detaillierte Berechnung der einzelnen Varianten findet sich in der Beilage des Berichts.

Tabelle 8: Statische Dimensionierung gemäss DWA-A 131 der Nachklärbecken mit den heutigen Betriebsdaten und der erwarteten Belastung im Jahr 2040, fett dargestellte Zahlen wurden auf die Varianten angepasst

	Kapazität	2017 Betriebs-daten	2040 Variante 1 Neues Becken	2040 Variante 2 Umbau Biologie	2040 Variante 3 Hybrid-Wirbelbett
Q max[1] [l/s]	260	280	350	350	350
TS-Gehalt in der Biologie [g/l]	3.0	3.0	3.4	3.4	2.5
SVI [ml/g]	105	105	125	125	120
Erforderliche Oberfläche [m^2]	587	630	788	788	788
Vorhandene Oberfläche [m^2]	768	768	768	1'100	768
Erforderliche Beckentiefe [m]	3.67	4.47	6.82	4.72	5.29
Vorhandene Beckentiefe[m]	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67

Der Ausbau der Nachklärung ist im Bestand schwierig. Ein zusätzliches NKB-Becken neben den Bestehenden zu erstellen, ist nicht möglich. Dieser Platz ist für die MV-Stufe reserviert. Zusätzliche Nachklärbecken auf der Reservefläche neben dem Biologiebecken 6 würde wiederum zu einem suboptimalen Wasserfluss führen.

Wie bereits erwähnt, kann die effektive Kapazität der Nachklärung nicht berechnet werden. Im Rahmen eines Pilotversuchs kann ein Nachklärbecken ausser Betrieb genommen werden. In diesen Versuch würde bei einem Regenereignis mit maximalen Zufluss von 280 l/s die restlichen 3 Becken mit je 93 l/s belastet. Im Rahmen des Pilotversuchs können auch Beruhigungsmassnahmen im Becken evaluiert und geprüft werden. Sollte der Versuch erfolgreich sein, hat die gesamte Nachklärung eine Kapazität von 370 l/s und würde somit genügend Kapazität aufweisen. Sollte der Pilotversuch negativ ausfallen, müsste ein Ausbau der Nachklärung zusammen mit der Biologie geplant werden.

Weiteres Vorgehen

- Sommer 2018: Pilotversuch Nachklärung
- Budgetperiode 2018/2019: Variantenstudium Biologie mit Definition Massnahmen Nachklärung
- Weitere Bearbeitung gemäss Umbau Biologie (Kap. 9.3)

9.6 Faulung

Bereits im jetzigen Betrieb ist das vorhandene Faulungsvolumen knapp. Das Schlammalter beträgt 18-20 Tage und somit ist keine Kapazitätsreserve vorhanden. Die Kapazität der Faulung kann entweder durch eine vorgängige mechanische Entwässerung oder einen zweiten Faulturm erhöht werden. Der bestehende Nacheindicker ist für die Faulung prädestiniert ist. Zudem ist eine Verdoppelung der Kapazität mit einer vorgängigen mechanischen Entwässerung nicht realistisch.

Mit der Sanierung der Bausubstanz wird der Nacheindicker zu einem Faulturm umgerüstet. Dies verdoppelt die Kapazität der Faulung auf 2‘000 m^3 resp. auf 100 m^3 Frischschlamm pro Tag (Annahme: Schlammalter von 20 d). Im Ausbauziel liegt die Frischschlammproduktion bei rund 80 m^3/d (85%-Quantil). Somit ist über das Ausbauziel genügend Kapazität vorhanden. Grundsätzlich wäre Kapazität zur Co-Substrat Annahme vorhanden. Ausfolgenden Gründen wird jedoch davon abgesehen:

- Es darf nicht stinken (ARA im Siedlungsgebiet). Geruchsemissionen führen zu Problemen mit den Nachbarn
- Konkurrenz zu Züger Recycling Hof: Dort werden bereits Co-Substrate verwertet.
- Der Aufwand zu Annahme von Co-Substrat mit der ganzen Problematik der Belastung durch das Zentratwasser steht nicht im Verhältnis zum höheren Gasertrag [13]

Im Nacheindicker wird identisch wie im bestehende Faulturm eine Gaseinpressung installiert. Nach der Sanierung des bestehenden Faulraum ist ein serieller Betrieb der Faltürme geplant. Der Schlamm wird zuerst im bestehenden Faulturm ausgefault. Der Faulschlamm kann über die vorhandene Überlaufleitung in den Nacheindicker abgeleitet werden. Für den seriellen Betrieb sind wenig verfahrenstechnische Massnahmen notwendig. Sollte in Zukunft ein paralleler Betrieb gewünscht werden, müsste ein zusätzlicher Wärmetauscher mit einer Umwälzpumpe neu installiert werden.

Die nachfolgenden Massnahmen werden zusammen mit der Sanierung und dem Umbau des Faulungsgebäudes realisiert.

Massnahmen (Realisierung Sommer 2018)

- Anschluss NED an das Gassystem und Ausrüstung mit Gaseinpressung
- Einbau von einem Schieber in oder Verlängerung der Überlaufleitung für Teilbefüllung
- Sanierung und Isolation vom Faulturm und NED

Weiteres Vorgehen

- April 2018: Vorstellung und Genehmigung Gesamtkonzept Faulung
- Mai-Juni 2018: Submission Verfahrenstechnik und Baumeisterarbeiten Sanierung/Isolation
- Juli-September 2018: Sanierung und Ausrüstung Nacheindicker als Faulturm 2
- Oktober 2018: Inbetriebnahme Nacheindicker als Faulturm 2
- Oktober 2018: Zustandsuntersuchung Faulturm 1
- November-Dezember 2018: Sanierung Faulturm 1
- Januar 2019: Inbetriebnahme serielle Faulung

9.7 Stapel

Mit dem Umbau der Faulung zu einem seriellen Betrieb und der möglichen Teilbefüllung vom Nacheindicker ist der Stapel mit einem Volumen von 500 m3 im Normalbetrieb nicht notwendig. Der Stapel wird vor allem bei Revisionen oder beim Ausfall der Entwässerung befüllt.

Sollte der Stapel trotzdem regemässig gefüllt werden, müsste dieser zur Reduktion der Geruchs- und Methanemissionen abgedeckt werden. Das Gas aus dem Stapel kann entweder ins Gassystem geführt oder separat über einen Schwachgasbrenner verbrannt werden.

9.8 Gassystem

Mit dem neu installierten BHKW ist die Gasverwertung für die kommenden 10 Jahre, der maximalen Lebensdauer eines BHKW, geregelt. Vor dem Ablauf der Lebensdauer soll die Lösung der Gasverwertung nochmals geprüft werden. Wenn die ARA langfristig an der Gasverwertung mit einem BHKW festhält, ist eine Vergrösserung vom Gasspeicher notwendig. Das heutige Speichervolumen von 300 m^3 ist im Vergleich zur Gasproduktion von rund 1‘000 m^3/d klein. Im Ausbauziel 2040 liegt die Gasproduktion bei 1‘400 m^3/d. Die Gasspeicher werden grundsätzlich auf 50% der täglichen Gasproduktion ausgelegt. Für die ARA Untermarch würde ein Gasspeicher mit 700 m^3 empfohlen.

Ein Ersatz vom Gasspeicher ist zudem angebracht, da die Installationen nicht mehr den heutigen Anforderungen entsprechen. Zum Beispiel müssten die Kiesfilter ein Bypass und der Gasometer bei der Zu- und Ableitung eine Flammrückschlagsicherung installiert haben [3]. Diese Punkte können durch den SVGW bei einer Kontrolle beanstandet werden.

Als möglicher neuer Standort vom Gasspeicher würde das Dach der Schlammentwässerung oder die südliche Fläche von der Schlammentwässerung in Frage kommen. Auf der südlichen Fläche könnte der Gasspeicher mit dem Ausbau des Zentratwasserbeckens ergänzt werden (siehe Kapitel 9.9). Eine Vergrösserung des Gasspeichers am bestehenden Standort ist aufgrund der benötigen Fläche für die MV-Stufe nicht möglich.

Anstelle der Gasverwertung auf der ARA mit einem BHKW kann das Gas ins Netz der Erdgas Obersee eingespiesen werden. Gemäss Angaben der Erdgas Obersee ist für die Einspeisung ein Platzbedarf von 12x6 m notwendig. Zwischen dem Gasspeicher und den Vorklärbecken ist dafür genügend Platz vorhanden.

Massnahmen

- Neubau Gasspeicher und Anschluss an bestehendes Gassystem

Weiteres Vorgehen

- Im Jahr 2022, nach 5 Jahren Betrieb BHKW: Evaluation zukünftige Gasverwertung
- Falls langfristig an der Gasverwertung mit einem BHKW festgehalten wird, folgt anschliessend die Ausarbeitung von einem Vor- und Bauprojekt

9.9 Zentratwasser

Im heutigen Betrieb wird der Faulschlamm an 2-3 Tagen pro Woche entwässert. Im Jahr 2017 wurde an den entsprechenden Tagen durchschnittlich 180 m³ Faulschlamm von 2.5% auf 28% TS entwässert. Gemäss der vorhandenen Mengenmessung nach dem Zentratwasserbecken fallen an den Entwässerungstagen rund 225 m³ Zentrat an.

Aus der Massenbilanz gemäss der nachfolgenden Tabelle geht hervor, dass pro Entwässerungstag 40 m³ Brauchwasser eingesetzt werden. Das Zentratwasserbecken ist nicht ideal gebaut (Stützen, Gefälle). Deshalb wird für die Reinigung des Beckens viel Brauchwasser benötigt. Jedoch kann der sehr hohe Verbrauch dadurch nicht vollständig erklärt werden. Bei der Dimensionierung eines neuen Zentratwasserbecken ist der Brauchwasserverbrauch zu prüfen.

Tabelle 9: Massenbilanz Entwässerung pro Entwässerungstag (Mittelwerte 2017)

	Eingang Entwässerung	Ausgang Entwässerung	Bemerkung
Faulschlamm			
Menge [m³]	180	16	
TS-Gehalt [%]	2.5	28	
TS-Menge [t TS]	4.5	4.5	Annahme: TS im Zentratwasser vernachlässigbar
FHM [m³]	20	-	
Zentrat			
Zentrat aus Faulschlamm u. FHM [m³]		184	Differenz zwischen Eingang Faulschlamm und FHM und Ausgang vom Faulschlamm
Mengenmessung Zentrat [m³]		225	
Brauchwasser [m³]		41	Differenz zwischen berechnetem Zentrat und Mengenmessung

Vom anfallenden Zentrat von 225 m³ können 100 m³ im Zentratwasserbecken zwischengespeichert und langsam dem Zulauf der ARA zudosiert werden. An den Entwässerungstagen wird der Rücklauf während der tiefen Belastung zwischen 08.00-11.00 Uhr zurückgeführt. Das Zentrat kann nicht über mehrere Tage gespeichert oder zurückgeführt werden. Somit wird das Zentrat auch rückgeführt, wenn Probleme mit der Nitrifikation vorliegen.

Zur Optimierung gibt es folgende Möglichkeiten:

- Behandlung des Zentratwasser, damit die Ammonium Belastung aus der Entwässerung reduziert werden kann (Annamox oder Belüftung).
- Vergrösserung des Zentratwasserbecken zur Dosierung über mehrere Tage

Der Aufwand für eine Zentratwasserbehandlung ist aufwendig. Dies Varianten müssten im Detail geprüft werden. Ein zusätzliches Becken zur Speicherung vom Zentratwasser ist mit jetziger Basis die beste Option. Die Dosierung kann mit wenigen Installationen effektiv bei tiefer Belastung im Zulauf der ARA erfolgen.

Ein zusätzliches Zentratwasserbecken kann südlich der Schlammentwässerung realisiert werden. Mit dem bestehenden Volumen von 100 m^3 müsste zusätzlich 100-200 m^3 erstellte werden. Der maximale Anfall an Zentratwasser lag im Jahr 2017 bei 270 m^3 an einem Entwässerungstag. Das zusätzliche Volumen würde im Untergrund erstellt werden. Dieses neue Becken könnte mit dem Gasometer kombiniert werden (Zentratwasserbecken im UG und neuer Gasometer ebenerdig). Aus biochemischer und verfahrenstechnischer Sicht ist die Volumenerhöhung an den Umbau Biologie zu binden.

Mit dem Umbau des Zentratwasserbecken kann die Dosierung auf die ARA optimiert werden. Die Dosierung würde nach der Rohabwassermessung erfolgen damit die Belastung aus den Rückläufen keinen Einfluss auf die Rohabwassermessung mehr hat. Dies würde die Aussagekraft der Messung stark erhöhen. Dafür müsste das Zentrat vom neuen oder alten Zentratwasserbecken in den Zulauf vom Sandfang gepumpt werden. Problematisch ist dabei die Verstopfungsgefahr vom Zentrat.

Massnahmen

- Erstellung eines zusätzliches Zentratwasserbeckens von 100-200 m^3
- Dosierung des Zentrats nach der Rohabwasser Probenahme, Installation einer Pumpe und Leitungen

Weiteres Vorgehen

- Vorstandssitzung Sommer 2019: Entscheid, ob neues Zentratwasserbecken mit dem Umbau der Biologie oder zu einem späteren Zeitpunkt mit dem Neubau des Gasometers realisiert wird.
- Realisierung gemäss Terminplan Biologie Kapitel 9.3.3

9.10 P-Recycling

Der entwässerte Klärschlamm wird zur Verbrennung an den Zweckverband Abfallverwertung Bazenheid (ZAB) geliefert. Der ZAB verfügt über eine Mono-Schlammverbrennung und deponiert die Asche in der eigenen Deponie Burgauerfeld. Die Asche wird so deponiert, dass diese zur Rückgewinnung von Phosphor zugänglich ist. Gemäss telefonische Besprechung mit Hr. Bianculli (22.03.2018, 071 932 12 17) ist das technische Know-How für die Rückgewinnung vorhanden. Der Phosphor kann entweder als Dünger oder als Phosphorsäure zurückgewonnen werden. Im Moment ist die Umsetzung mit möglichen Partner in der Planung. Herr Bianculli hat telefonisch bestätigt, dass für das Phosphorrecycling genügend Kapazität auch für die ARA Untermarch reserviert ist. Die ZAB wird im Rahmen von einem Kundentreffen im Jahr 2018 die Thematik nochmals aufgreifen und die Kapazität falls gewünscht auch vertraglich bestätigen.

Ein individuelles Verfahren auf der ARA zur Rückgewinnung aus dem Abwasser oder dem Schlamm ist mit grossem Aufwand verbunden. Zudem gibt es dafür noch keine grosstechnisch erprobten Anlagen.

10 Schnittstelle MV-Stufe

Das Bauprojekt zur MV-Stufe ist in Bearbeitung und wird bis im Sommer 2018 abgeschlossen. Die MV-Stufe wird auf eine Vollstrombehandlung mit einer Wassermenge von 350 l/s ausgelegt. Dies entspricht dem Ausbauziel ohne Anschluss vom Wägital. Ein Ausbau auf Vorrat wird vom BAFU nicht subventioniert. Damit die MV-Stufe vollständig vom BAFU subventioniert wird, muss mit dem Subventionsantrag die Kapazität der Anlage aufgezeigt oder der Baukredit für eine Kapazitätserhöhung vorliegen. Anschliessend muss spätestens bei der Inbetriebnahme der MV-Stufe die ARA 350 l/s reinigen können [15].

In Kapitel 8 wurde die Kapazität der einzelnen Verfahrensstufen aufgezeigt. In der Abwasserstrasse ist die Nachklärung die kritische Stelle. Ob die ARA eine Kapazität von 350 l/s aufweist, ist somit abhängig von der effektiven Kapazität der Nachklärung. Deshalb wird in einem Pilotversuch die höhere Belastung

auf die Nachklärung simuliert (siehe Kapitel 9.5). Genügt die Kapazität der Nachklärbecken nicht, müssen die notwendigen Massnahmen auf den Terminplan der MV-Stufe abgestimmt werden.

Im Rahmen der Erarbeitung vom Bauprojekt der MV-Stufe müssen die Auswirkungen der MV-Stufe auf die bestehenden Verfahrensstufen aufgezeigt werden. Dies betrifft insbesondere die Rückläufe mit den damit verbundenen Belastungen der Biologie resp. der Faulung.

11 Personalbedarf im Ausbauziel

Bei einem Ausbau der ARA von 34'000 EW auf 42'800 EW wird mit einem zusätzlichen Personalbedarf von 80-100% gerechnet. Diese Zahl basiert auf einer Umfrage vom VSA und einer Studie vom Bayrischen Landesamt. Zusätzlich ist der Aufwand für die MV-Stufe zu berücksichtigen. Gemäss Erfahrungen resp. Abschätzung von HBT liegt der Aufwand bei einer 20-50% Stelle. Mit dem Ausbau der ARA und der MV-Stufe wird sich der Personalbedarf um 100-150%-Stellen erhöhen.

In den obigen Zahlen sind die Arbeiten in den Aussenwerken nicht berücksichtigt.

12 Termine und Kosten

Der Umbau der Biologie beläuft sich je nach Variante auf folgende Kosten (Kostenschätzung +/- 30%):

- Variante 1 – Zusätzliches Becken: CHF 4.2 Mio.
- Variante 2 – Umbau Biologie: CHF 10 Mio.
- Variante 3 – Hybrid-Wirbelbett: CHF 4.0 Mio.

Basierend auf den heute vorhandenen Informationen wird ein Ausbau mit einem Hybrid-Wirbelbett bevorzugt. Die Kosten für den Umbau sind auf zwei Budgetperioden aufgeteilt. Die Kosten aller aufgeführten Massnahmen sind in den Tabellen auf nachfolgender Seite aufgeführt. Die Kostenschätzung liegt bei +/- 30%.

Folgende Kosten sind nicht berücksichtigt:

- MV-Stufe und Filtration
- Anpassung Faulungsgebäude, Archiv, Erneuerung Fassade Faultürme

Tabelle 10: Massnahmen und Kosten (+/- 30%) für die Periode 2017-2020

Budgetperiode	2017/2018		2018/2019		2019/2020	
	Massnahmen	Kosten	Massnahmen	Kosten	Massnahmen	Kosten
Mechanische Reinigung						
- Sand-/Fettfang					- Simulation Sandfang - Bauprojekt Umbau	30'000
- Zulauf VKB			- Realisierung	25'000		
Biologie						
- Belebungsbecken* - Nachklärbecken	- Pilotversuch Belastung NKB	10'000	- Variantenstudium	25'000	- Vorprojekt (abhängig von Varianten)	40'000-90'000
- Hebewerk Biologie						
- MV-Stufe	- Bauprojekt				- Start Realisierung	
Schlamm/Gas						
- Faulturm			- Sanierung**	450'000		
- Nacheindicker	- Sanierung und Ausrüstung**	570'000				
- Stapelbehälter						
- Zentratwasserbecken						
- Gasspeicher						
Total		580'000		500'000		70'000-120'000
	* Realisierung abhängig von der Belastungsentwicklung					
	** Kosten für Aussenisolation und Fassade nicht berücksichtigt					

Tabelle 11: Massnahmen und Kosten (+/- 30%) für die Periode 2020-2023

Budgetperiode	2020/2021		2021/2022		2022/2023	
	Massnahmen	Kosten	Massnahmen	Kosten	Massnahmen	Kosten
Mechanische Reinigung						
- Sand-/Fettfang	- Realisierung Umbau	85'000				
- Zulauf VKB						
Biologie						
- Belebungsbecken* - Nachklärbecken	- Bauprojekt (abhängig von Varianten)	110'000-270'000	*Variante 1 Zusätzliches Becken (1. Hälfte)* *Variante 2 Umbau Biologie (1. Hälfte)* Variante 3 Hybrid-Wirbelbett (1. Hälfte)	*(2'100'0000)* *(5'000'000)* 2'000'000	*Variante 1 Zusätzliches Becken (2. Hälfte)* *Variante 2 Umbau Biologie (2. Hälfte)* Variante 3 Hybrid-Wirbelbett (2. Hälfte)	*(2'100'0000)* *(5'000'000)* 2'000'000
- Hebewerk Biologie			Erhöhung Kapazität Hebewerk	(160'000)		
- MV-Stufe						
Schlamm/Gas						
- Faulturm						
- Nacheindicker						
- Stapelbehälter						
- Zentratwasserbecken					- Zusätzliches Volumen	210'000
- Gasspeicher					- Evaluation Gasverwertung	15'000
Total		190'000-360'000		2.0 Mio.		2.2 Mio

Folgende Projekte sind noch nicht terminiert (Kostenschätzung +/- 30%):

- Neuer Gasometer: CHF 490'000.-
- Abdeckung Stapel: CHF 500'000.-

Beim Gasometer muss die neue Evaluation von der Gasverwertung abgewartet werden. Diese ist auf das Jahr 2022 terminiert. Für die Abdeckung des Stapels können die nächsten Betriebsjahre abgewartet werden. Diese werden zeigen, wie oft der Stapel effektiv benutzt wird und ob Aufwand im Verhältnis zum Ertrag steht.

13 Schlussfolgerung

Aufgrund der Bevölkerungs- und Beschäftigtenentwicklung sowie dem möglichen Anschluss der ARA Inner- und Vorderthal muss die ARA Untermarch im Jahr 2040 eine Belastung von 42'800 EW bereitstellen. Die Biologie und die Faulung müssen auf diese Belastung ausgebaut werden.

Die Betriebsdatenauswertung hat gezeigt, dass die ARA Untermarch im Winter 2017 Probleme mit der Nitrifikation hatte. Dies ist nicht auf ein Kapazitätsproblem zurückzuführen. Die Betriebsdatenauswertung in den kommenden Jahren wird zeigen, ob sich die ARA in Richtung der Belastungsgrenze bewegt und mit der Planung einer neuen Biologie gestartet werden muss. Es ist zu berücksichtigen, dass für die Planung und Realisierung einer Biologie rund 4-5 Jahren benötigt werden.

Die Biologie kann entweder konventionell mit neuen Becken erweitert oder in ein Hybrid-Wirbelbett umgerüstet werden. Im Rahmen von einem Variantenstudium soll der Verfahrensentscheid gefällt werden. Dabei müssen die Rückläufe mit der Rückbelastung der Schlammentwässerung und Eindickung sowie aus der zukünftig vorhandenen MV-Stufe berücksichtigt werden.

Mit der anstehenden Sanierung der Faulung und der Ausrüstung des Nacheindicker zu einem Faulturm kann die Kapazität der Faulung erhöht werden. Mit zwei Faultürmen hat die Faulung genügend Kapazität bis ins Jahr 2040.

14 Weiteres Vorgehen

Neben der Umsetzung der nachfolgenden Massnahmen sollte jährlich die Betriebsdaten ausgewertet werden. So kann die berechnete Entwicklung der Belastung überprüft und die notwendigen Massnahmen besser terminiert werden.

Tabelle 12: Weiteres Vorgehen bis 2021

Budgetperiode	Massnahme
2017/2018	· Pilotversuch Belastung Nachklärbecken · Sanierung und Ausrüstung Nacheindicker
2018/2019	· Auswertung Betriebsdaten · Massnahmen Zulauf VKB · Variantenstudium Biologie und Nachklärbecken · Sanierung Faulturm

Budgetperiode	Massnahme
2019/2020	· Auswertung Betriebsdaten · Simulation Sandfang, Bauprojekt Umbau Sand-/Fettfang · Vorprojekt Biologie und Nachklärbecken
2020/2021	· Auswertung Betriebsdaten · Umbau Sand-/Fettfang · Bauprojekt Biologie und Nachklärbecken
ab 2021/2022	· Auswertung Betriebsdaten · Realisierung Biologie und Nachklärung

15 Beilagen

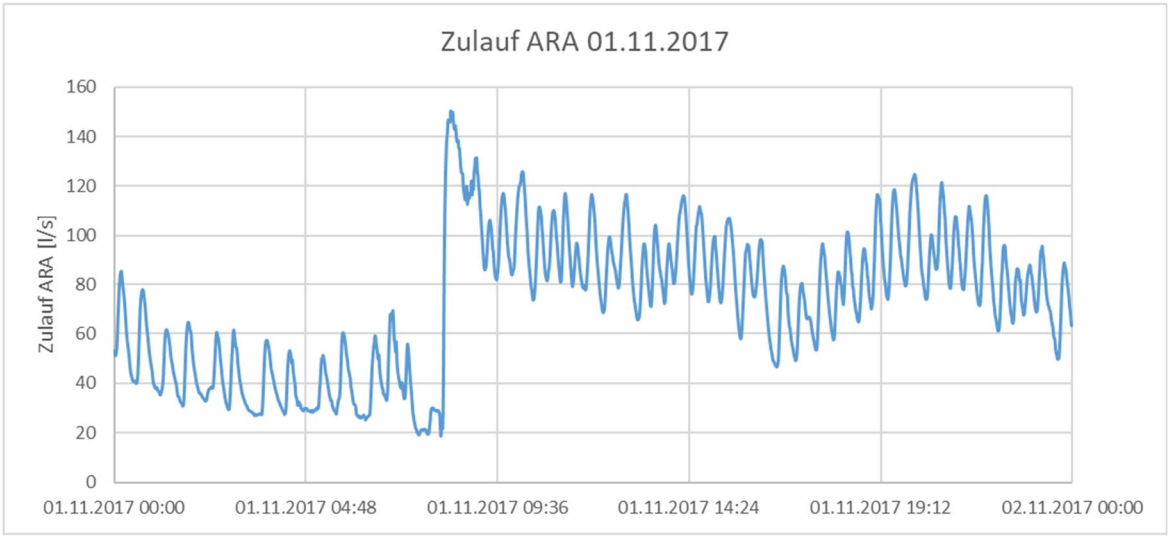
- Tagesgang Zulauf ARA Trockenwetter
- Dimensionierung Sand-/Fettfang
- Skizze Anpassungen Zulauf VKB
- Grobdimensionierung Biologie
- Grobdimensionierung Hybrid-Wirbelbett
- Grobdimensionierung Nachklärbecken
- Übersicht Massnahmen 2017-2023
- Plan Nr. 1938-501: Übersicht ARA und Reserveflächen
- Plan Nr. 1938-502: Variante 1 – Zusätzliches Biologiebecken
- Plan Nr. 1938-503: Variante 2 – Umbau Biologie
- Plan Nr. 1938-504: Variante 3 – Hybrid-Wirbelbett
- Plan Nr. 1938-US01: Übersichtsschema Abwasser
- Plan Nr. 1938-US02: Übersichtsschema Schlamm

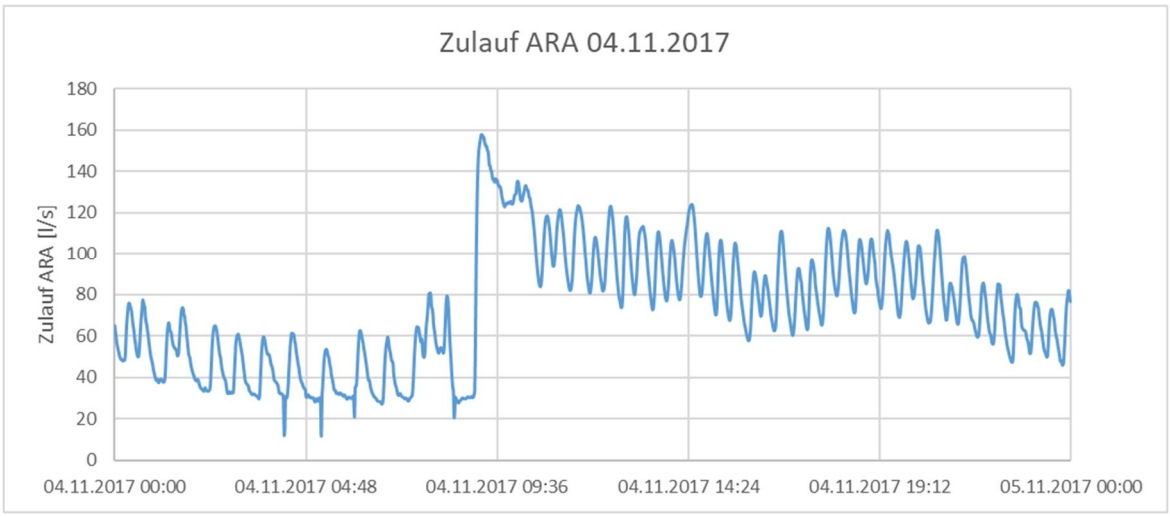
Zürich, 25. Mai 2018
hir/ bue

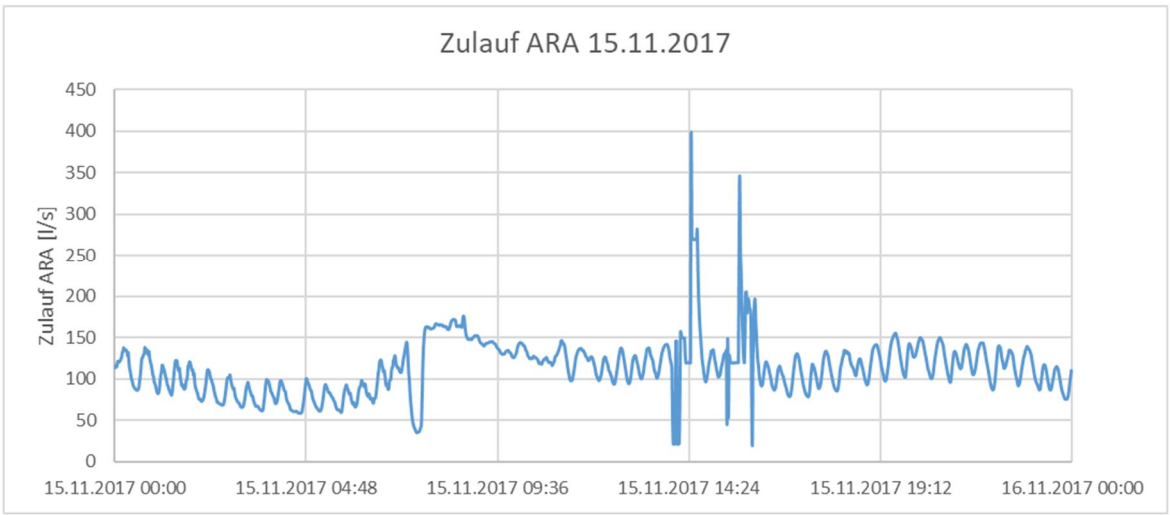
HUNZIKER BETATECH

Hunziker Betatech AG
Bellariastr. 7
8002 Zürich

15.1 Tagesgang Zulauf ARA Trockenwetter



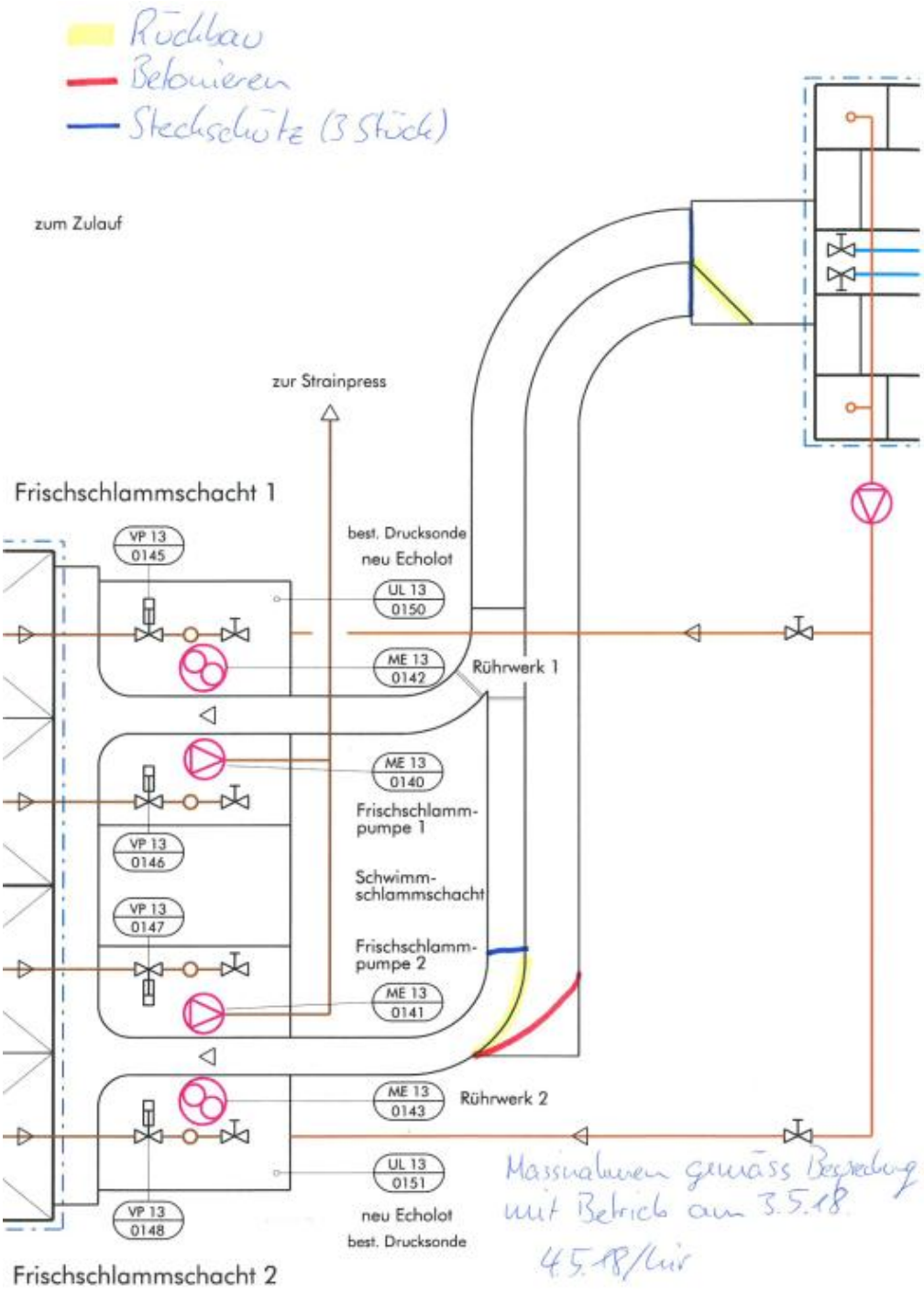




15.2 Dimensionierung Sand-/Fettfang

Dimensionierung Sandfang		Maximale Belastung	Heutige Belastung	Belastung 2040	Belastung 2040 - Rückbau Sandfang	
Hydraulische Belastung	Soll					Dim
Q_t		126	126	140	140	l/s
		454	454	504	504	m^3/h
Q_m		300	280	350	350	l/s
		1080	1008	1260	1260	m^3/h
Beckengeometrie						
Anzahl Strassen		2	2	2	2	-
Länge, gesamt		21.00	21.00	21.00	21.00	m
Länge, wirksam ohne Einlauf und Auslaufzone	< 50	19.00	19.00	19.00	19.00	m
Breite SF je Strasse		1.70	1.70	1.70	2.80	m
Breite FF je Strasse		1.10	1.10	1.10		m
Tiefe SF		3.50	3.50	3.50	3.50	m
Tiefe FF		1.70	1.70	1.70		m
Minimale Querschnittsfläche SF		1.50	1.40	1.75	1.75	m^2
Querschnittsfläche SF je Strasse vereinfacht gerechnet Breite x Tiefe	1-15	5.95	5.95	5.95	9.80	m^2
Oberfläche SF je Strasse		30.00	30.00	30.00	50.00	m^2
Oberfläche FF je Strasse		20.00	20.00	20.00		m^2
Nutzvolumen SF je Strasse ohne Fettfang ohne Ein- und Auslaufzone		110.00	110.00	110.00	150.00	m^3
Volumen SF + FF je Strasse mit Fettfang ohne Ein- und Auslaufzone		150.00	150.00	150.00	150.00	m^3
Gesamtvolumen SF + FF mit Fettfang mit Ein- und Auslaufzone		300.00	300.00	300.00	300.00	m^3
Geometrische Verhältnisse Sandfang	je Strasse ohne Fettfang					
L/B	> 10	11.2	11.2	11.2	6.8	-
B/T	> 0.8	0.49	0.49	0.49	0.80	-
Aufenthaltszeit						
bei Q_t		29.1	29.1	26.2	35.7	min
bei Q_m	> 5	12.2	13.1	10.5	14.3	min
Mittlere horizontale Geschwindigkeit						
bei Q_t		1.1	1.1	1.2	0.7	cm/s
bei Q_m	< 20	2.5	2.4	2.9	1.8	cm/s
Oberflächenbeschickung Sandfang						
bei Q_t		7.6	7.6	8.4	5.0	m/h
bei Q_m	3-18	18.0	16.8	21.0	12.6	m/h
Oberflächenbeschickung Fettfang						
bei Q_t	< 25	11.3	11.3	12.6		m/h
bei Q_m		27.0	25.2	31.5		m/h

15.3 Massnahmen Zulauf VKB



15.4 Grobdimensionierung Biologie

		Dimensionierung (bestehend)	Ist 2016/2017	Ausbauziel
Dimensionierungswerte				
Einwohnerwerte (85%-Werte)	EW	34'000	34'430	42'800
SA	d	10	12	10
Qd	m3/d	8'000	7'400	9'000
QTW	l/s	140	125	140
Q max	l/s	280	280	350
Interne Rückläufe				
RLS (1*Qtw)	l/s	140	125	140
interner Kreislauf (0.33*Qtw)	l/s	42	38	42
Rohabwasserkonzentrationen				
TSS	g/EW/d	70	70	70
CSB	g/EW/d	120	120	120
BSB	g/EW/d	60	60	60
Ptot	g/EW/d	1.8	1.8	1.8
TKN	g/EW/d	11	11	11
NH4-N	g/EW/d	7.5	7.5	7.5
Vorklärung				
V_VKB	m3	550	550	1'100
Aufenthaltszeit bei Qtw	min	65	73	131
Aufenthaltszeit bei Qmax	min	33	33	52
O_VKB	m2	432	432	432
Oberflächenbeschickung bei Q max	m/h	2.3	2.3	2.9
Primärschlammproduktion				
TSS Zulauf	g/EW/d	70	70	70
TSS Fracht	kg/d	2'380	2'410	2'996
TSS Abbau	%	50	50	50
Primärschlamm	kg/d	1'190	1'205	1'498
Primärschlammproduktion	g/EW/d	35	35	35
TS Primärschlamm	%	3	3.2	3.2
Primärschlammanfall	m3/d	40	38	47
Spezifische Einwohnerwerte und Frachten nach VKB				
TSS verbleibend	%	50	50	50
TSS	g/EW/d	35	35	35
F_TSS	kg/d	1'190	1'205	1'498
CSB verbleibend	%	75	75	66
CSB	g/EW/d	90	90	79
F_CSB	kg/d	3'060	3'099	3'390
BSB verbleibend	%	75	75	66
BSB	g/EW/d	45	45	39.6
F_BSB	kg/d	1'530	1'549	1'695
Ptot verbleibend	%	90	90	90
Ptot	g/EW/d	1.6	1.6	1.6
F_Ptot	kg/d	55	56	69
TKN verbleibend	%	90	90	90
TKN	g/EW/d	10	10	10
F_TKN	kg/d	337	341	424
NH4-N verbleibend	%	113	113	113
NH4-N	g/EW/d	8.5	8.5	8.5
F_NH4-N	kg/d	288	292	363
Überschussschlammproduktion				
TSS/BSB	kgTS/kgBSB_5	0.8	0.8	0.9
ÜS_B	kgTS/kgBSB_5	0.8	0.7	0.7
SP_BSB	kgTS/d	1'224	1'085	1'186
iP	gP/gBSB5	0.010	0.010	0.010
C_P,e	g/m3	0.3	0.3	0.3
SP_P	kgTS/d	253	257	336
SP_tot	kgTS/d	1'477	1'342	1'713
Schlammproduktion total				
Primär- und ÜSS	kgTS/d	2'667	2'547	3'211
ÜSS-Produktion	gTS/EW/d	43	39	40
Frischschlammproduktion pro EW	gTS/EW/d	78	74	75
Volumen Biologie				
TS	kgTS/m3	3.1	2.8	3.0
SVI	ml/g	120	98	120
VBB benötigt	m3	4'763	5'894	5'709
VBB vorhanden	m3	4'820	4'820	6'470
Volumen Faulung				
TS-Konzentration Frischschlamm	%	4.39	4.39	4.5
Frischschlamm zu Faulraum	m3/d	61	58	71
V_vorhanden	m3	1'000	1'000	2'000
Aufenthaltszeit	d	16	17	28

15.5 Grobdimensionierung Hybrid-Wirbelbett

		Variante 1 BB1-BB4 Denitrifikation	Variante 2 Volumenverteilung gemäss JS	Variante 3 HBT
Einwohnerwert	EW	42'800	42'800	42'800
NH4-N Fracht	kg/d	364	364	364
BSB Fracht	kg/d	1'926	1'926	1'926
Sicherheitszuschlag	%	12	12	12
NH4-N Fracht	kg/d	407	407	407
Nitrifikationsleistung Wirbelbett				
Spezifische Nitrifikationsleistung	gN/m2/d	1	1	1
Füllgrad	%	50	36	57
Trägeroberfläche	m2/m3	828	828	1'200
Nitrifikationsrate	gN/m3/d	414	298	376
Volumen Nitrifikation benötigt	m3	990	1'370	1'090
C-Abbau				
ÜSB	kgTS/kgBSB	1	1	1
TS-Konzentration	kgTS/m3	3	3	3
SVI	ml/g	120	120	120
Schlammalter C	d	3	3	2
Volumen C-Abbau benötigt	m3	1'926	1'926	1'284
Volumen C-Abbau vorhanden	m3	2'310	2'410	2'210
Denitrifikation				
Volumen Denitrifikation	m3	1'520	960	1'520
Anteil am Gesamtvolumen				
Anteil Nitrifikation	%	21%	28%	23%
Anteil C-Abbau	%	48%	50%	46%
Anteil Denitrifikation	%	32%	20%	32%
Volumen Vergleich				
Vorhandenes Biologievolumen	m3	4'820	4'820	4'820
Notwendiges Biologievolumen	m3	4'436	4'256	3'894

15.6 Grobdimensionierung Nachklärbecken

Parameter				Dim.	2017	Kapazität RV=0.7	2040 Variante 1 zusätzliches Becken TS=3.4, SVI=125	2040 Variante 2 Umbau Biologie TS=3.4, SVI=125	2040 Variante 3 TS=2.5, SVI=120
Massgebende Wassermenge	Q_m			m^3/h	1'008	936	1'260	1'260	1'260
				l/s	280	260	350	350	350
Volumen BB	V_{BB}			m^3	4'820	4'820	6'470	6'600	4'820
TS-Gehalt im Ablauf BB resp. Zulauf NK	TS_{BB}			kg/m³	3.0	3.0	3.4	3.4	2.5
Schlammvolumenindex	ISV			l/kg	105	105	125	125	120
Gesamte ungel. Stoffe im Ablauf NKB	$X_{TS,AN}$			mg/l	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20
Berechnungen									
Vergleichsschlammvolumen	VSV=TS_{BB}*ISV			l/m³	315	315	425	425	300
Minimal erforderliche Oberfläche	$A_{NB} = Q_m/q_{A\ max.}$			m^2	630	585	788	788	788
Vorhandene Oberfläche	A_{NB}			m^2	768	768	768	768	768
Gewählte, massgebende Oberfläche	A_{NB}			m^2	768	768	768	1'152	768
Eff. Oberflächenbeschickung horizontal	q_A	max. hor	1.6	m/h	1.31	1.22	1.64	1.09	1.64
Eff. Schlammvolumenbeschickung	q_{SV}	max. hor	500	l/m^2*h	413	384	697	465	492
Wahl der Eindickzeit	t_E	Bereich	0.5-2.0	h	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
C = f(t_E)	C = f(tE)			**t_E in h**	**C in l/m³**	**C in l/m³**	**C in l/m³**	**C in l/m³**	**C in l/m³**
				0.5	650	650	650	650	650
				1	800	800	800	800	800
				1.5	950	950	950	950	950
				2	1'100	1'100	1'100	1'100	1'100
Wahl von C= f(t_E)	C = f(tE)			l/m³	1'100	1'100	1'100	1'100	1'100
Tockensubstanz im Bodenschlamm	TS_{BS}			kg/m³	12.0	12.0	10.1	10.1	10.5
TS des Rücklaufschlamms	TS_{RS} = f(Schildräumer)			kg/m³	8.4	8.4	7.1	7.1	7.3
	TS_{RS} = f(Saugräumer)			kg/m³	7.2	7.2	6.0	6.0	5.2
Wahl des Räumsystems →	TS_{RS}			kg/m³	7.2	7.2	6.0	6.0	5.2
Berechnung des Rücklaufverhältnisses	RV = TS_{BB} / (TS_{RS}-TS_{BB})			-	0.71	0.71	1.31	1.31	0.93
Wahl des Rücklaufverhältnisses	RV			-	1.00	0.70	1.00	1.00	1.00
Dimensionierung des NKB, Berechnung der Beckentiefe									
Klarwasserzone	h_1	min.	0.5	m	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Trennzone / Rückströmzone	$h_2 = 0.5*q_A*(1+RV)/(1 - VSV/1000)$			m	1.92	1.51	2.85	1.90	2.34
Dichtestrom- und Speicherzone	$h_3 = 1.5*0.3*q_{SV}*(1+RV)/500$			m	0.74	0.59	1.26	0.84	0.89
Eindick- und Räumzone	$h_4 = TS_{BB}*q_A*(1+RV)*t_E/TS_{BS}$			m	1.31	1.04	2.21	1.48	1.56
Erforderliche Beckentiefe	$h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$			m	4.47	3.64	6.82	4.72	5.29
Vorhandene Beckentiefe				m	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67
Gewählte, massgebende Beckentiefe		min.	3.0	m	3.67	3.67	3.67	3.67	3.67
Berechnung des Nutzvolumens				m^3	2'819	2'819	2'819	4'228	2'819
Berechnung der theor. Durchflusszeit				h	2.8	3.0	2.2	3.4	2.2
Berechnung der Schlammdurchflusszeit				h	1.0	1.2	1.3	1.4	1.0

15.7 Übersicht Massnahmen 2018-2023

Budgetperiode 2017/2018

Massnahmen:

Mechanische Reinigung:

- Keine

Biologie und Nachklärung:

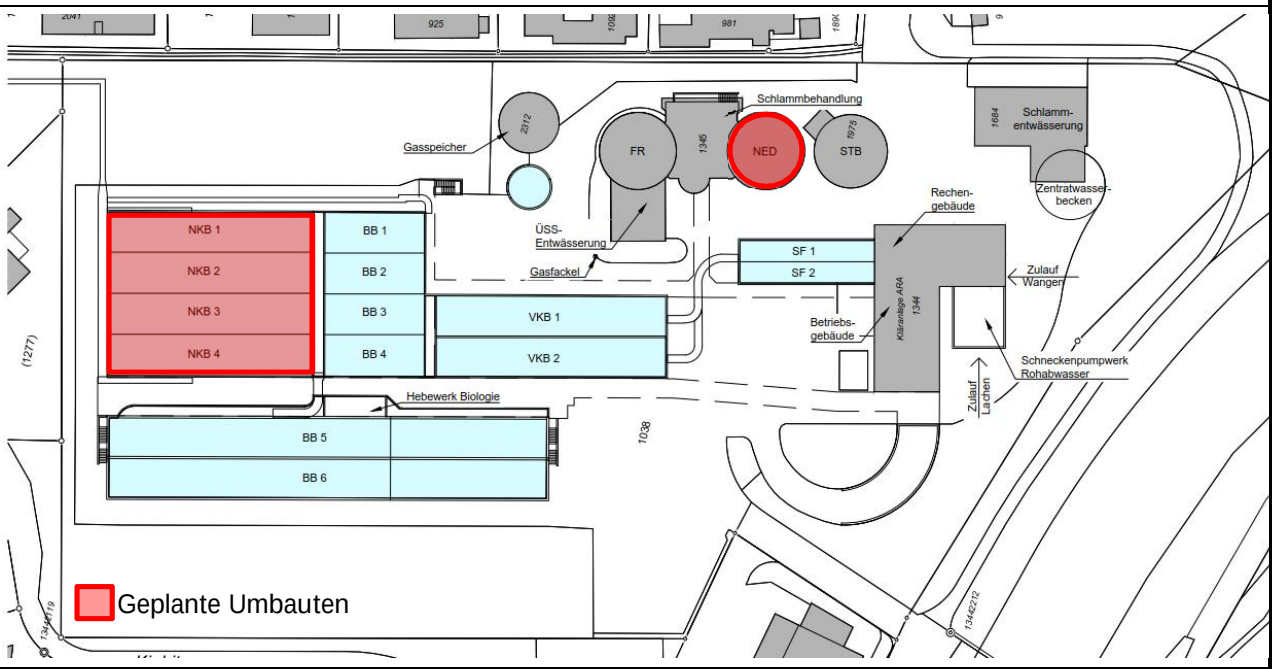
- Pilotversuch Belastung Nachklärung:
  Mit dem Pilotversuch wird getestet, ob die Nachklärung eine Kapazität von 350 l/s aufweist.

MV-Stufe und Filtration:

- Ausarbeitung Bauprojekt

Schlammbehandlung und Gasanlagen:

- Sanierung und Ausrüstung Nacheindicker (NED):
  Die Bausubstanz vom NED wird innerhalb komplett saniert und der Trichter isoliert. Zudem wird der NED zu einem Faulturm ausgerüstet (Gaseinpressung, Gasentnahme, diverse Anpassungen der Schlammleitungen).



Kosten	
Pilotversuch Belastung Nachklärung	10'000.-
Ausarbeitung Bauprojekt MV-Stufe	-
Sanierung und Ausrüstung NED	570'000.-
Total	580'000.-

Budgetperiode 2018/2019

Massnahmen:

Mechanische Reinigung:

- Realisierung Massnahmen Zulauf Vorklärbecken (VKB):
  Der Zulauf zum VKB wird angepasst, damit die beiden VKB mit einem separaten Zulaufkanal beschickt werden können.

Biologie und Nachklärung:

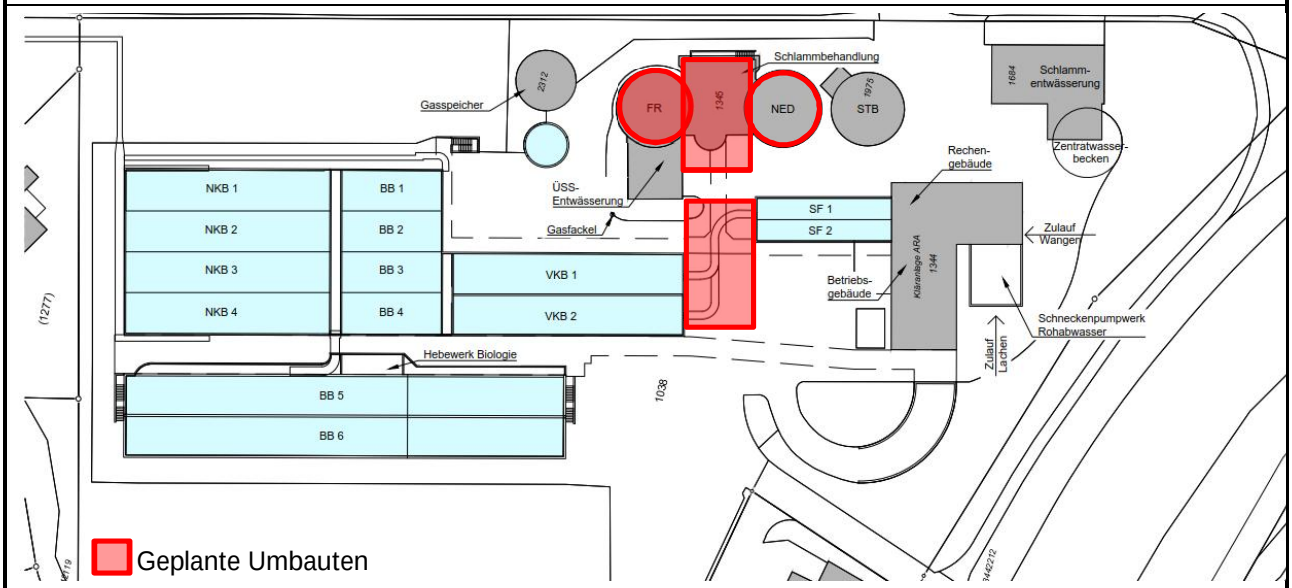
- Variantenstudium Biologie:
  Im Variantenstudium werden die verschiedenen Varianten zum Umbau der Biologie und Nachklärung evaluiert und miteinander verglichen. Das Variantenstudium dient als Grundlage für den Entscheid, ob die Biologie konventionell oder mit einem Hybrid-Wirbelbett ausgebaut werden soll.
  Falls sich beim Pilotversuch zur Belastung der Nachklärung ergibt, dass die Nachklärung die Kapazität von 350 l/s nicht erreicht, werden die Massnahmen für einen Ausbau der Nachklärung aufgezeigt.

MV-Stufe und Filtration:

- Terminplan für die Realisierung ist noch zu definieren

Schlammbehandlung und Gasanlagen:

- Sanierung Faulturm:
  Die Bausubstanz vom Faulturm wird innerhalb komplett saniert und der Trichter isoliert.
- Sanierung Faulanlage:
  Anpassung Erdgeschoss mit Waschplatz, Anpassung Archivteil, Fassadensanierung Faultürme



Kosten	
Realisierung Massnahmen Zulauf VKB	25'000.-
Variantenstudium Biologie	25'000.-
Sanierung Faulturm	450'000.-
Sanierung Faulanlage	1'300'000.- (gemäss KV Hug Bau AG, 11.04.18)
Total	1'800'000.-

Budgetperiode 2019/2020

Massnahmen:

Mechanische Reinigung:

- Simulation Sandfang und Bauprojekt Umbau:
  Je nach Betriebserfahrung kann der Sandfang simuliert werden und daraus die notwendigen Massnahmen zur Erhöhung der Kapazität abgeleitet werden.

Biologie und Nachklärung:

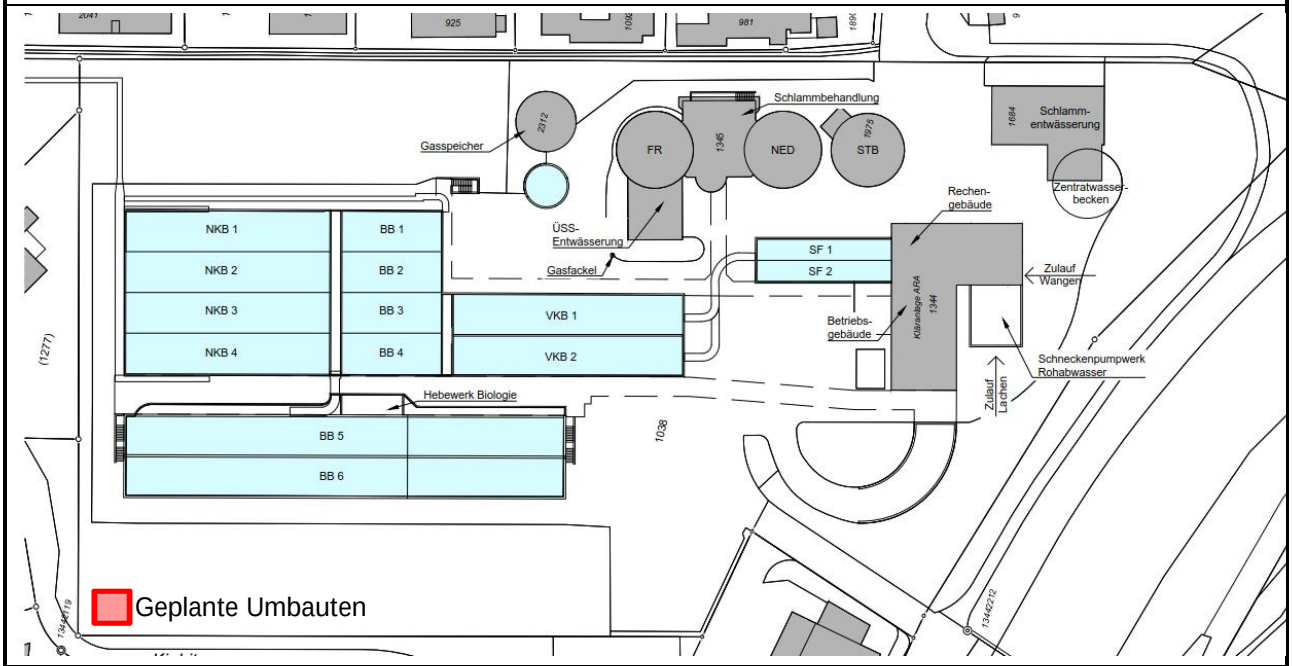
- Vorprojekt Biologie:
  Gemäss dem Entscheid des Vorstands wird für eine oder zwei Varianten ein Vorprojekt ausgearbeitet.

MV-Stufe und Filtration:

- Terminplan für die Realisierung ist noch zu definieren

Schlammbehandlung und Gasanlagen:

- Keine



Kosten	
Simulation Sandfang und Bauprojekt Umbau	30'000.-
Vorprojekt Biologie	40'000-90'000.- (abhängig von Varianten)
Total	70’000-120’000.-

Budgetperiode 2020/2021

Massnahmen:

Mechanische Reinigung:

- Realisierung Umbau Sandfang:
  Rückbau vom Sandfang und gegebenenfalls weitere Massnahmen gemäss Simulation

Biologie und Nachklärung:

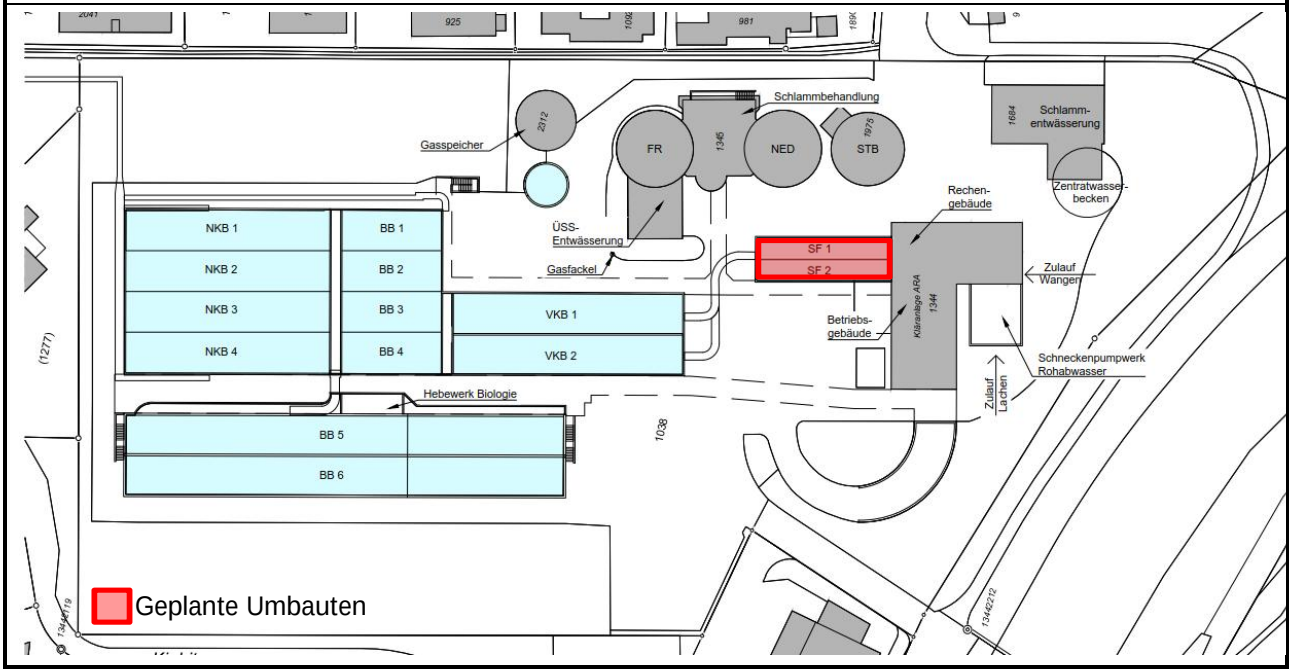
- Bauprojekt Biologie

MV-Stufe und Filtration:

- Terminplan für die Realisierung ist noch zu definieren

Schlammbehandlung und Gasanlagen:

- Keine



Kosten	
Realisierung Umbau Sandfang:	85’000.-
Bauprojekt Biologie	110'000-270'000.- (abhängig von Varianten)
Total	190’000-360’000.-

Budgetperiode 2021/2022

Massnahmen:

Mechanische Reinigung:

- Keine

Biologie und Nachklärung:

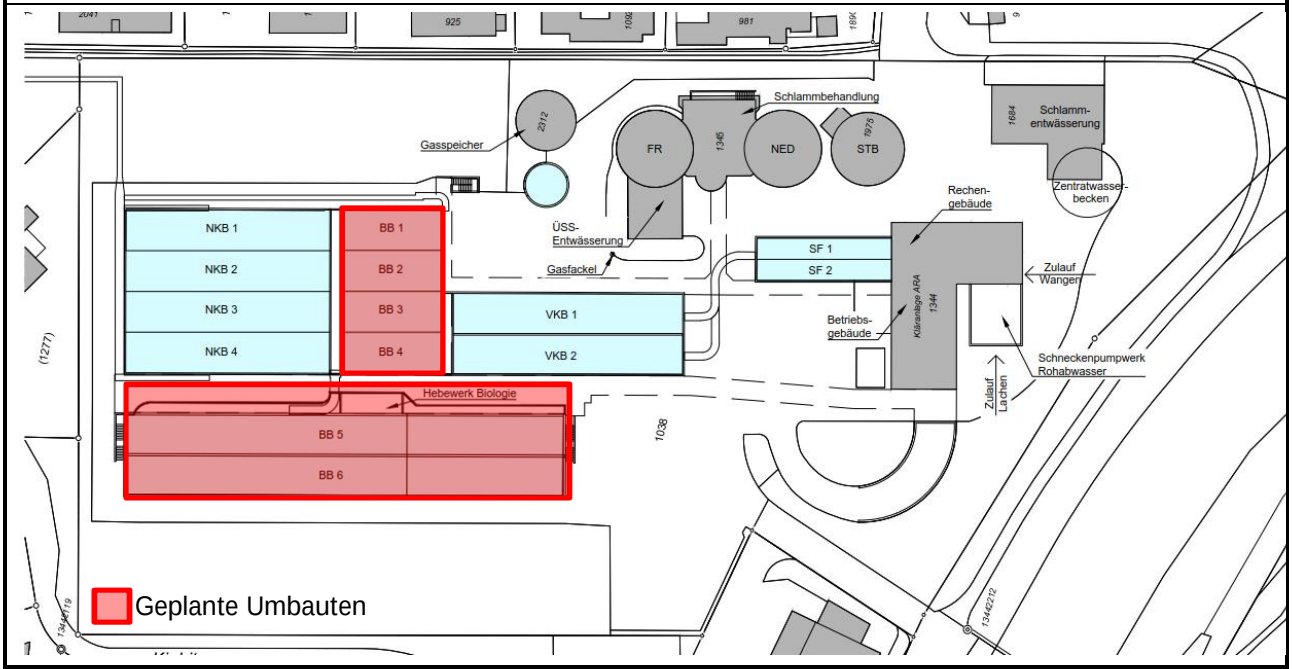
- Realisierung Biologie:
  Umbau über zwei Budgetperioden

MV-Stufe und Filtration:

- Terminplan für die Realisierung ist noch zu definieren

Schlammbehandlung und Gasanlagen:

- Keine



Kosten	
Realisierung Biologie	2'000'000.- (Kostenschätzung für Hybrid-Wirbelbett, Realisierung während zwei Budgetperioden)
Total	2'000'000.-

Budgetperiode 2022/2023

Massnahmen:

Mechanische Reinigung:

- Keine

Biologie und Nachklärung:

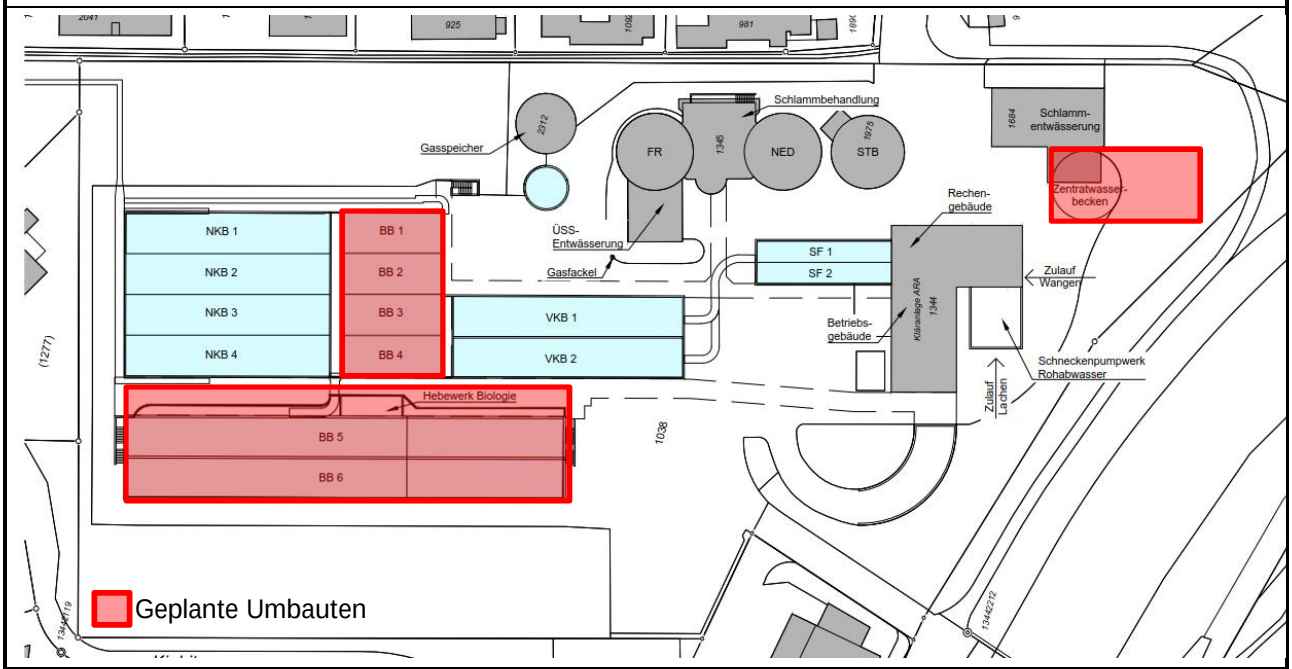
- Realisierung Biologie:
  Umbau über zwei Budgetperioden

MV-Stufe und Filtration:

- Terminplan für die Realisierung ist noch zu definieren

Schlammbehandlung und Gasanlagen:

- Zusätzliches Volumen Zentratwasserbecken:
  Erweiterung oder Neubau von einem zusätzlichen Volumen für das Zentratwasser mit einer neuen Rückführung nach der Rohabwasserprobenahme
- Evaluation Gasverwertung:
  Die Gasverwertung soll nochmals evaluiert werden. Die Evaluation soll dem Vorstand als Grundlage dienen, ob langfristig das Gas mit einem BHKW auf der ARA verwertet oder auf eine Gaseinspeisung umgestiegen wird.



Kosten	
Realisierung Biologie	2'000'000.- (Kostenschätzung für Hybrid-Wirbelbett, Realisierung während zwei Budgetperioden)
Zusätzliches Volumen Zentratwasserbecken	210'000.-
Evaluation Gasverwertung	15'000.-
Total	2'230'000.-

Ab Budgetperiode 2023/2024 oder noch nicht terminiert

Massnahmen:

Mechanische Reinigung:

- Keine

Biologie und Nachklärung:

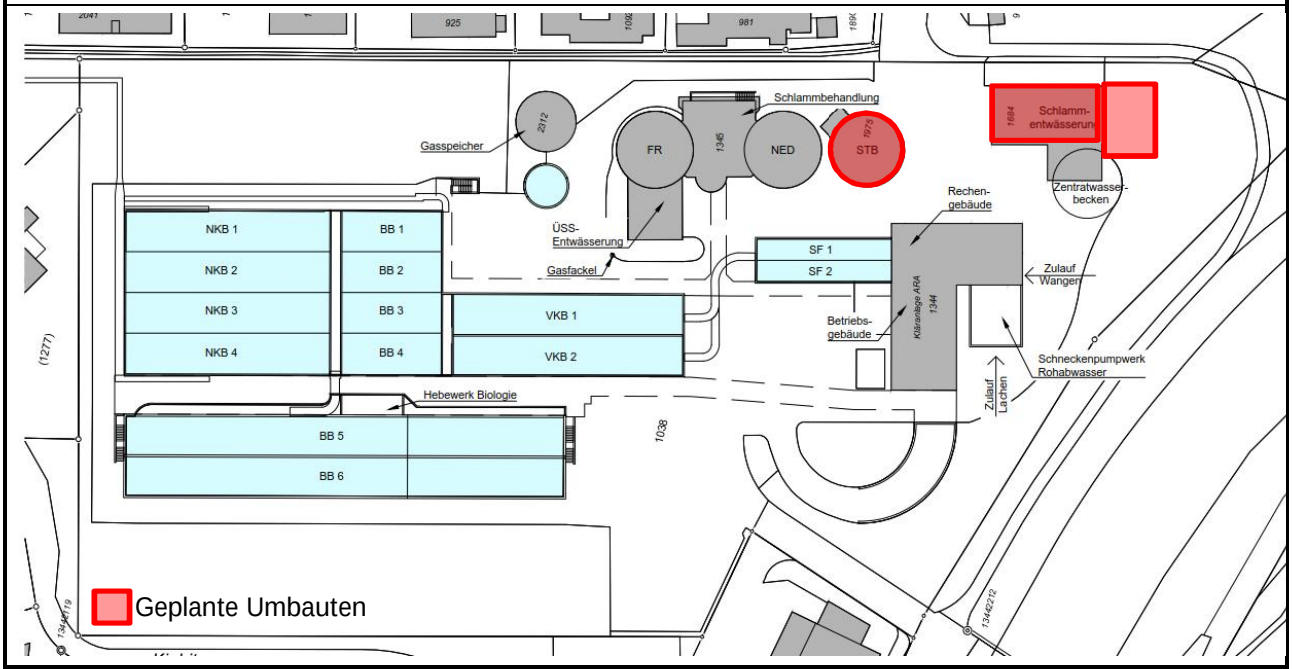
- Keine

MV-Stufe und Filtration:

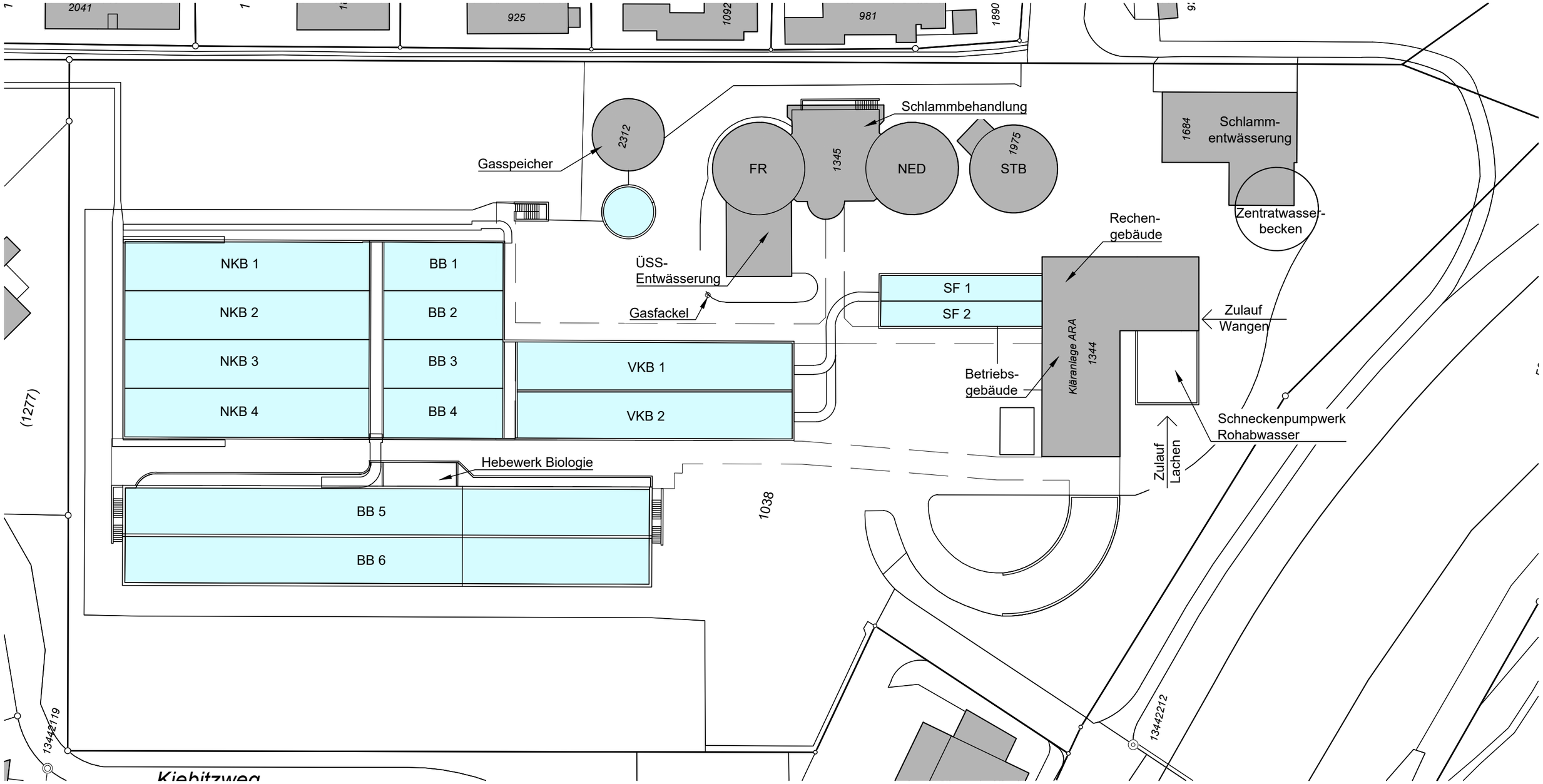
- Keine

Schlammbehandlung und Gasanlagen:

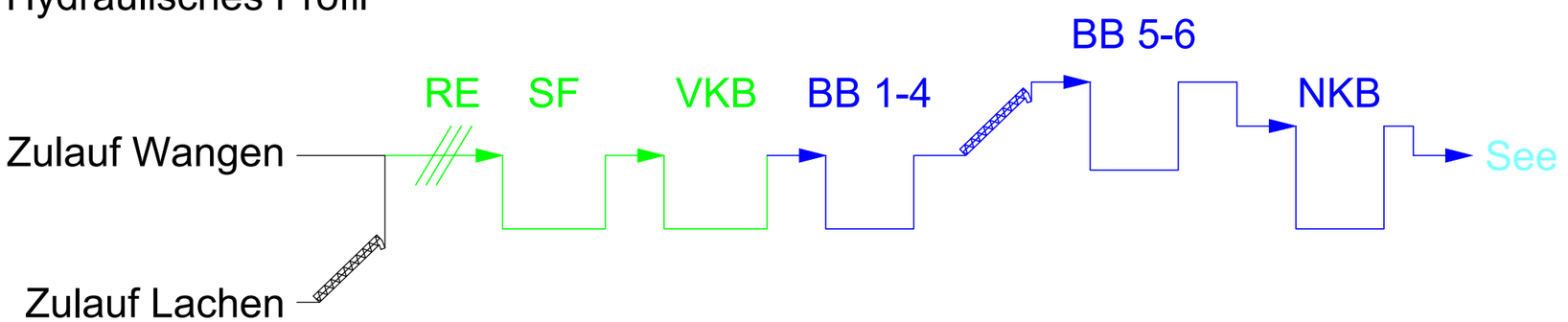
- Unterstand für Mulden (Massnahme noch nicht terminiert)
- Abdeckung Stapel
- Neuer Gasometer (Abhängig von Evaluation Gasverwertung)
- Ersatz BHKW oder Gaseinspeisung (ab 2027)



Kosten	
Unterstand Mulden	-
Abdeckung Stapel	500'000.-
Neuer Gasometer	490'000.-
Ersatz BHKW oder Gaseinspeisung	-
Total	990'000.-



Hydraulisches Profil



Legende:

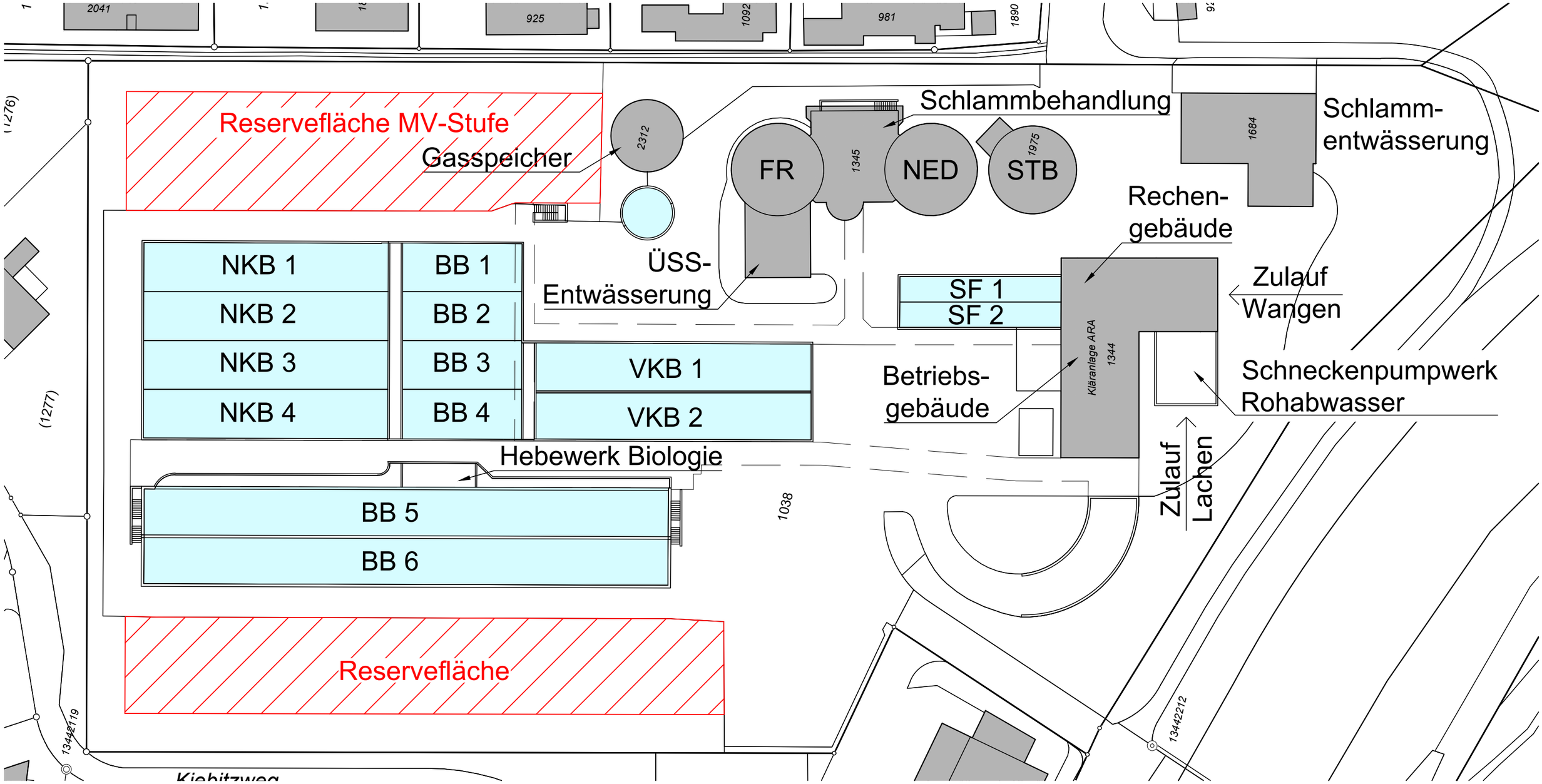
BB	Biologiebecken
BHKW	Blockheizkraftwerk
FHM	Flockungshilfsmittel
FR	Faulraum
FRS	Frischschlamm
FS	Faulschlamm
NED	Nacheindicker
NKB	Nachklärbecken
Q	Durchflussmenge
RGWP	Rechengutwaschpresse
RLS	Rücklaufschlamm
SF	Sand- /Fettfang
STB	Stapelbehälter
ÜSS	Überschussschlamm
VKB	Vorklärbecken

ARA Untermarch

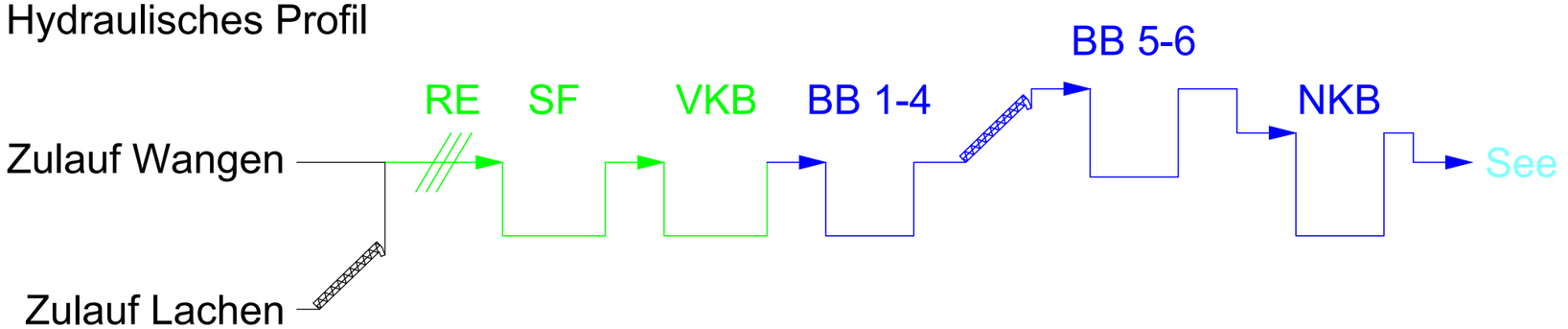
Zukunftsstudie 2040
Grundlageplan
Situation 1:500

1938-500 / 03.04.2018 / sha / ugr
Rev. A.:

www.hunziker-betatech.ch



Hydraulisches Profil



Legende:

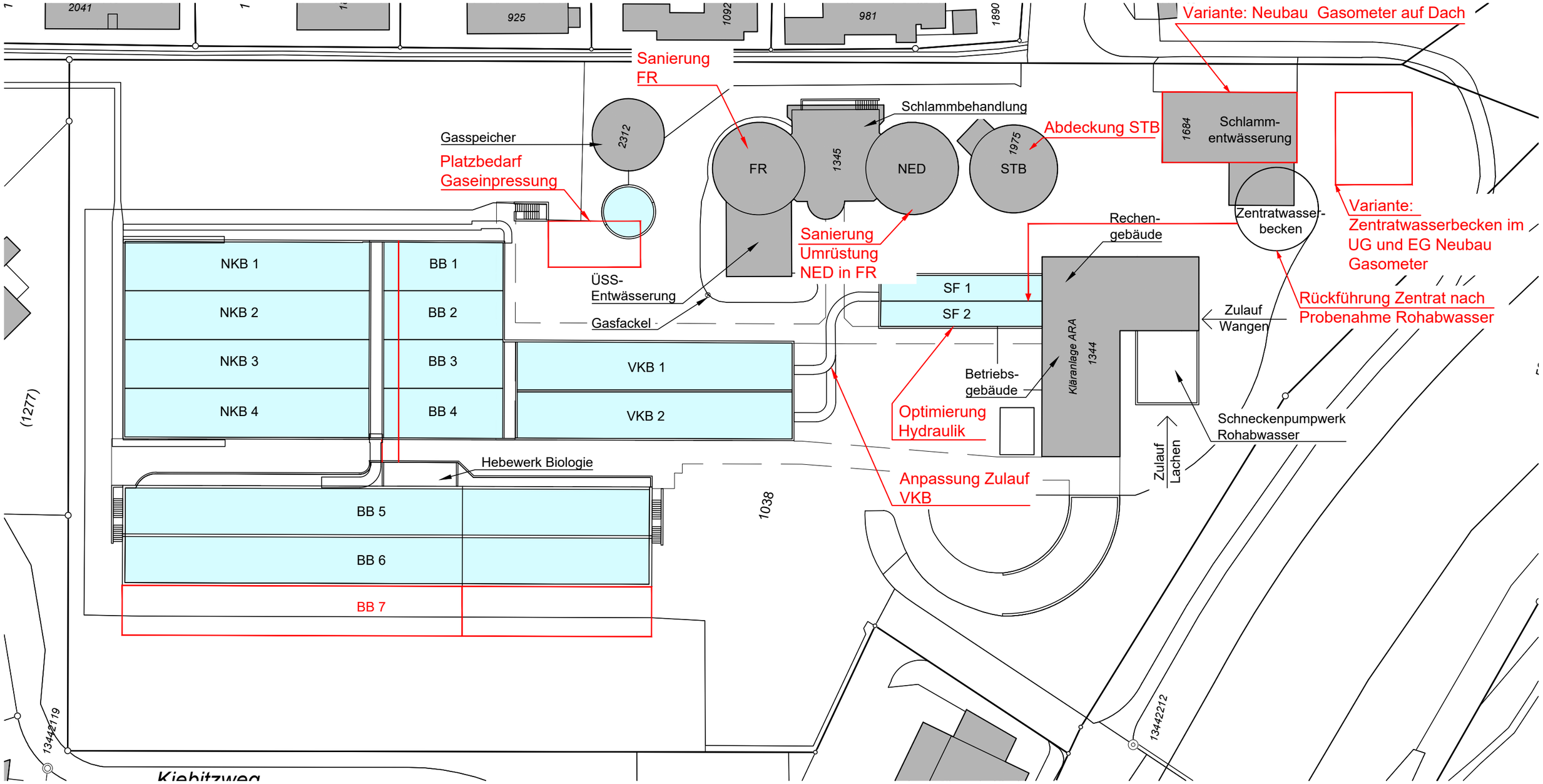
BB	Biologiebecken
BHKW	Blockheizkraftwerk
FHM	Flockungshilfsmittel
FR	Faulraum
FRS	Frischschlamm
FS	Faulschlamm
NED	Nacheindicker
NKB	Nachklärbecken
Q	Durchflussmenge
RGWP	Rechengutwaschpresse
RLS	Rücklaufschlamm
SF	Sand- /Fettfang
STB	Stapelbehälter
ÜSS	Überschussschlamm
VKB	Vorklärbecken

ARA Untermarch

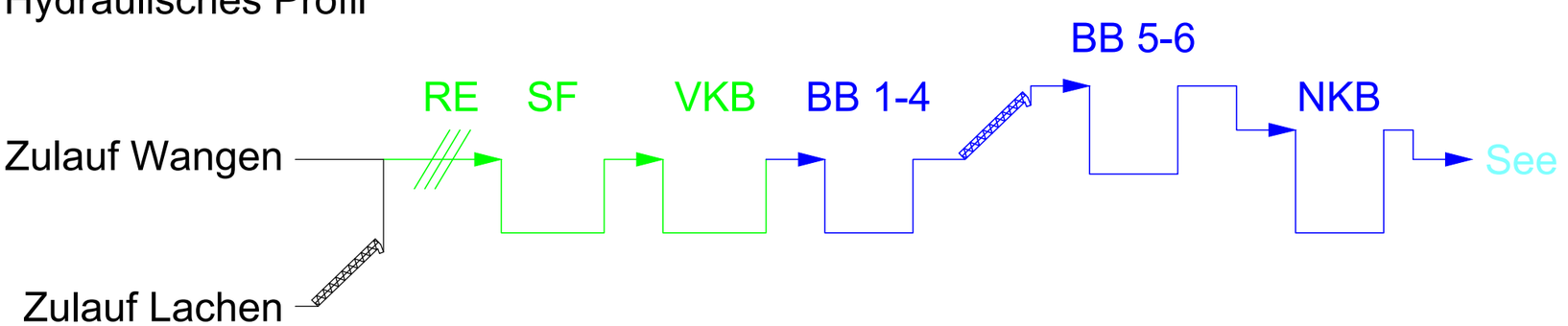
Zukunftsstudie 2040
Übersicht ARA
Situation 1:500

1938-501 / 03.04.2018 / stu / ugr
Rev. A.:

www.hunziker-betatech.ch



Hydraulisches Profil



Legende:

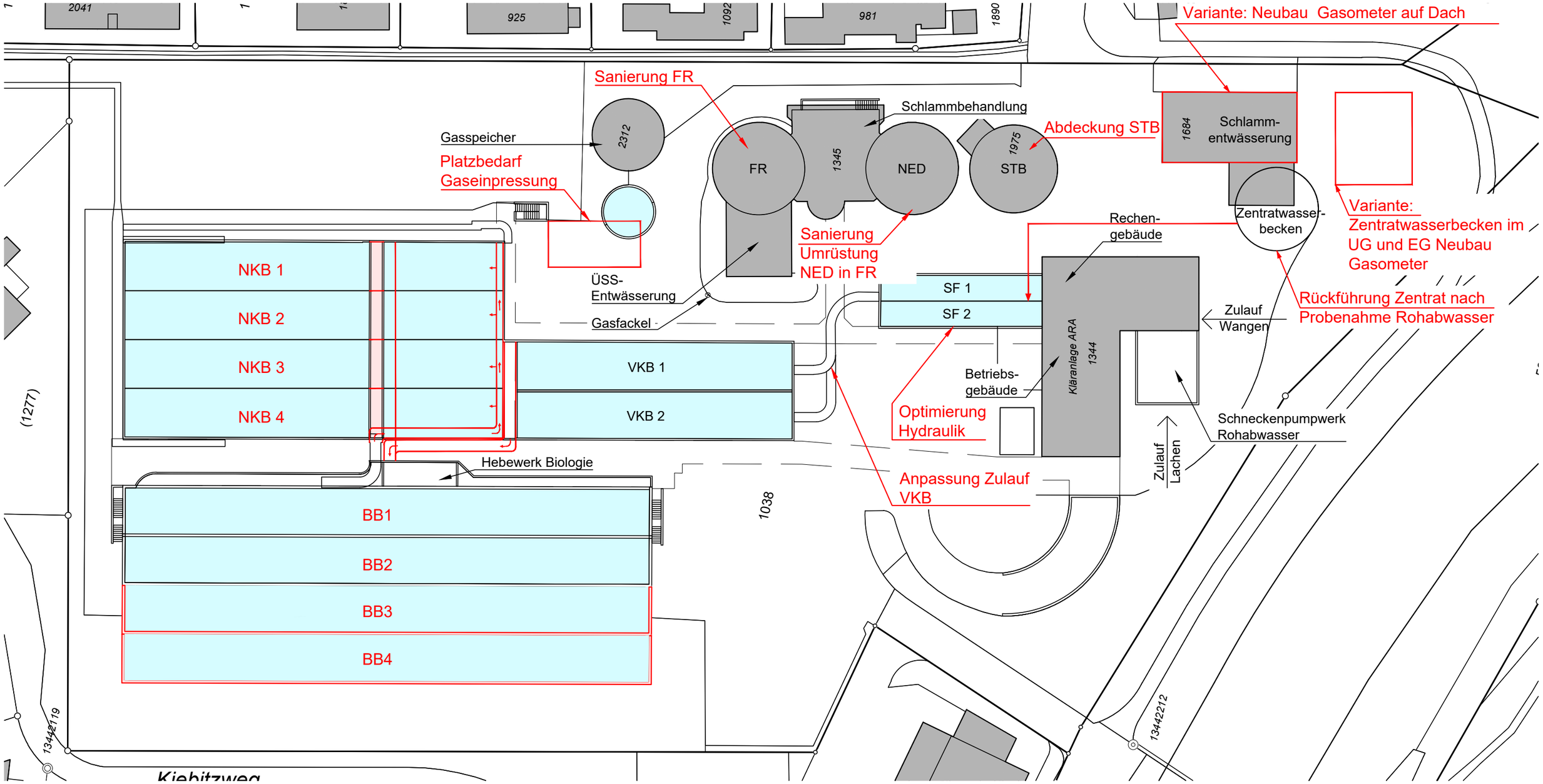
BB	Biologiebecken
BHKW	Blockheizkraftwerk
FHM	Flockungshilfsmittel
FR	Faulraum
FRS	Frischschlamm
FS	Faulschlamm
NED	Nacheindicker
NKB	Nachklärbecken
Q	Durchflussmenge
RGWP	Rechengutwaschpresse
RLS	Rücklaufschlamm
SF	Sand- /Fettfang
STB	Stapelbehälter
ÜSS	Überschussschlamm
VKB	Vorklärbecken

ARA Untermarch

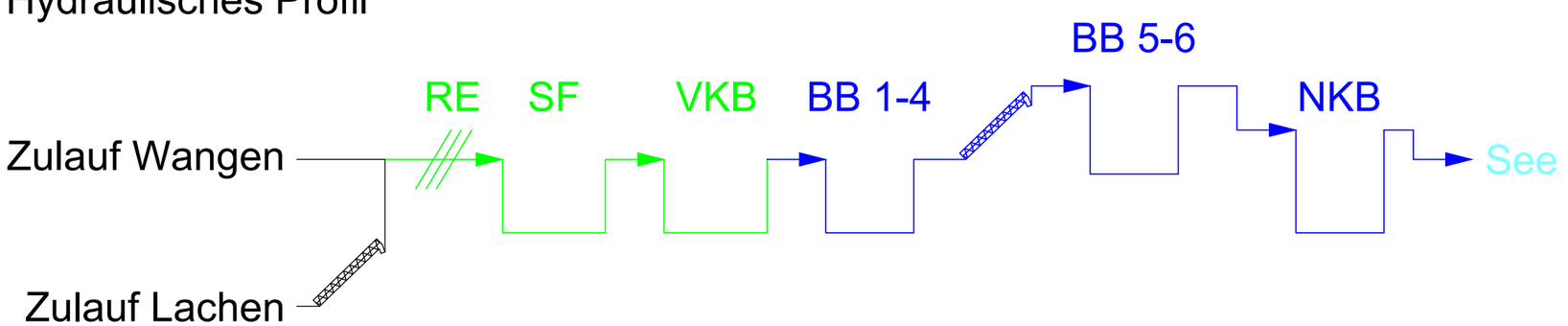
Zukunftsstudie 2040
Variante 1, Zusätzliches Becken
Situation 1:500

1938-502 / 19.04.2018 / sha / ugr
Rev. A.:

www.hunziker-betatech.ch



Hydraulisches Profil



Legende:

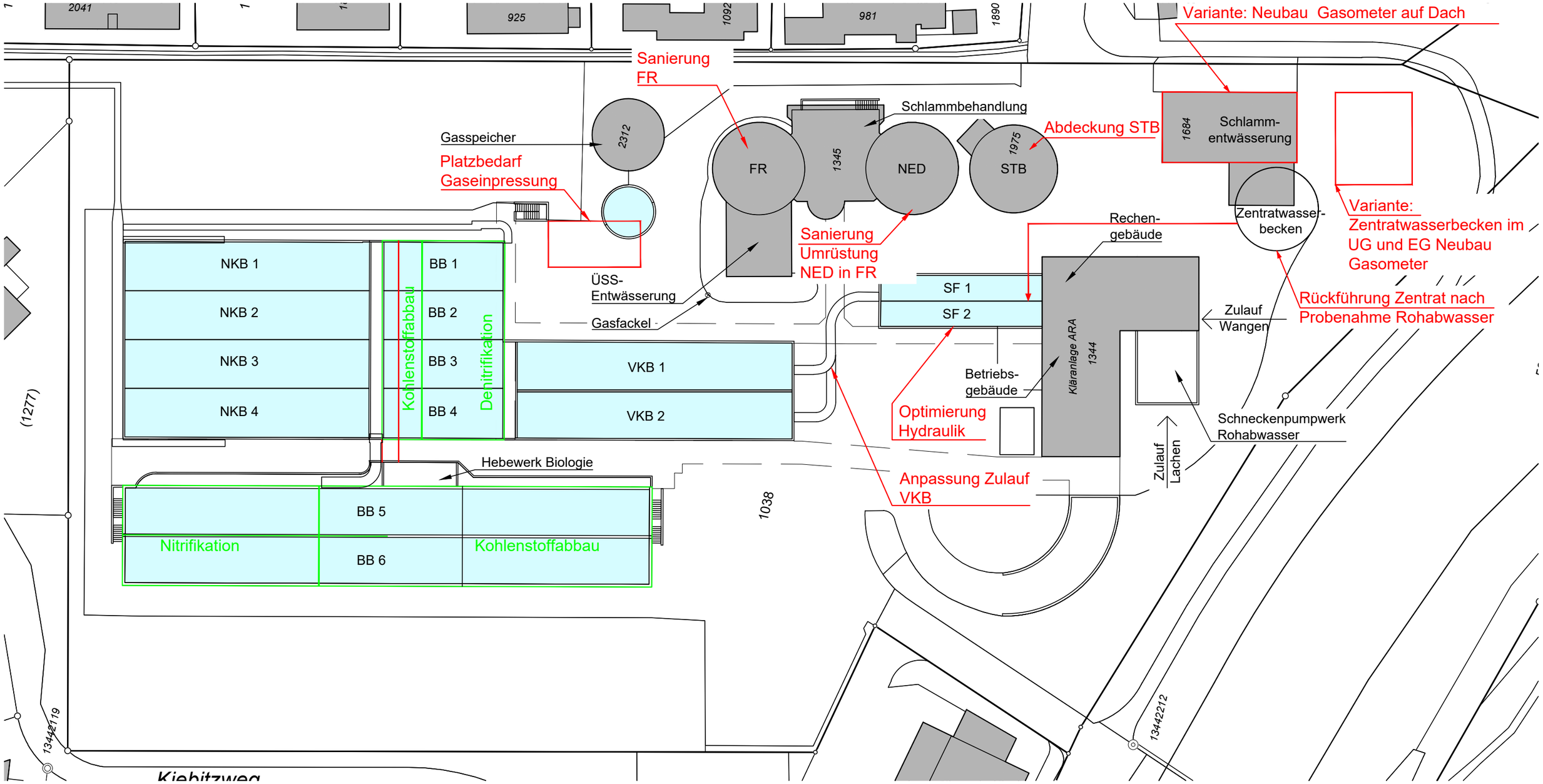
BB	Biologiebecken
BHKW	Blockheizkraftwerk
FHM	Flockungshilfsmittel
FR	Faulraum
FRS	Frischschlamm
FS	Faulschlamm
NED	Nacheindicker
NKB	Nachklärbecken
Q	Durchflussmenge
RGWP	Rechengutwaschpresse
RLS	Rücklaufschlamm
SF	Sand- /Fettfang
STB	Stapelbehälter
ÜSS	Überschussschlamm
VKB	Vorklärbecken

ARA Untermarch

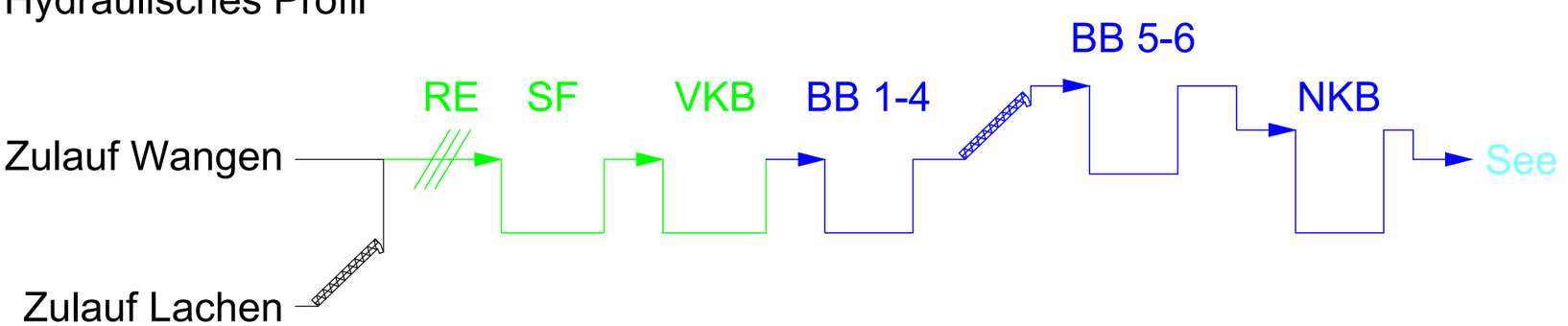
Zukunftsstudie 2040
Variante 2, Umbau Biologie
Situation 1:500

1938-503 / 19.04.2018 / sha / ugr
Rev. A.:

www.hunziker-betatech.ch



Hydraulisches Profil



Legende:

BB	Biologiebecken
BHKW	Blockheizkraftwerk
FHM	Flockungshilfsmittel
FR	Faulraum
FRS	Frischschlamm
FS	Faulschlamm
NED	Nacheindicker
NKB	Nachklärbecken
Q	Durchflussmenge
RGWP	Rechengutwaschpresse
RLS	Rücklaufschlamm
SF	Sand- /Fettfang
STB	Stapelbehälter
ÜSS	Überschussschlamm
VKB	Vorklärbecken

ARA Untermarch

Zukunftsstudie 2040
Variante 3, Hybrid-Wirbelbett
Situation 1:500

1938-504 / 19.04.2018 / sha / ugr
Rev. A.:

www.hunziker-betatech.ch

Zulauf Wangen

Zulauf Lachen

Q

Q

Q

Zentratwasser-becken, Notüberläufe Schlammbehandlung

Rechen

Probenahme

SF1 125m³

P-Fällung

SF2 125m³

RGWP

Strainpress

Container

FRS-Schacht 1

FRS-Schacht 2

VKB 1 550m³

VKB 2 550m³

Zentrat

ÜSS-Entwässerung

BB 1 380m³ (anoxisch)

BB 2 380m³ (anoxisch)

BB 3 380m³ (anoxisch)

BB 4 380m³ (anoxisch)

P-Fällung

Notumlauf

interner Kreislauf

RLS

Q

Q

P-Fällung

BB 5

530m³ (oxisch)

1120m³ (oxisch)

530m³ (oxisch)

1120m³ (oxisch)

BB 6

NKB 1 675m³

NKB 2 675m³

NKB 3 675m³

NKB 4 675m³

Probe-nahme

Ablauf-kanal

Schwimm-schlamm-schacht

Legende:

BB	Biologiebecken
BHKW	Blockheizkraftwerk
FHM	Flockungshilfsmittel
FR	Faulraum
FRS	Frischschlamm
FS	Faulschlamm
NED	Nacheindicker
NKB	Nachklärbecken
Q	Durchflussmenge
RGWP	Rechengutwaschpresse
RLS	Rücklaufschlamm
SF	Sand- /Fettfang
STB	Stapelbehälter
ÜSS	Überschussschlamm
VKB	Vorklärbecken

ARA Untermarch

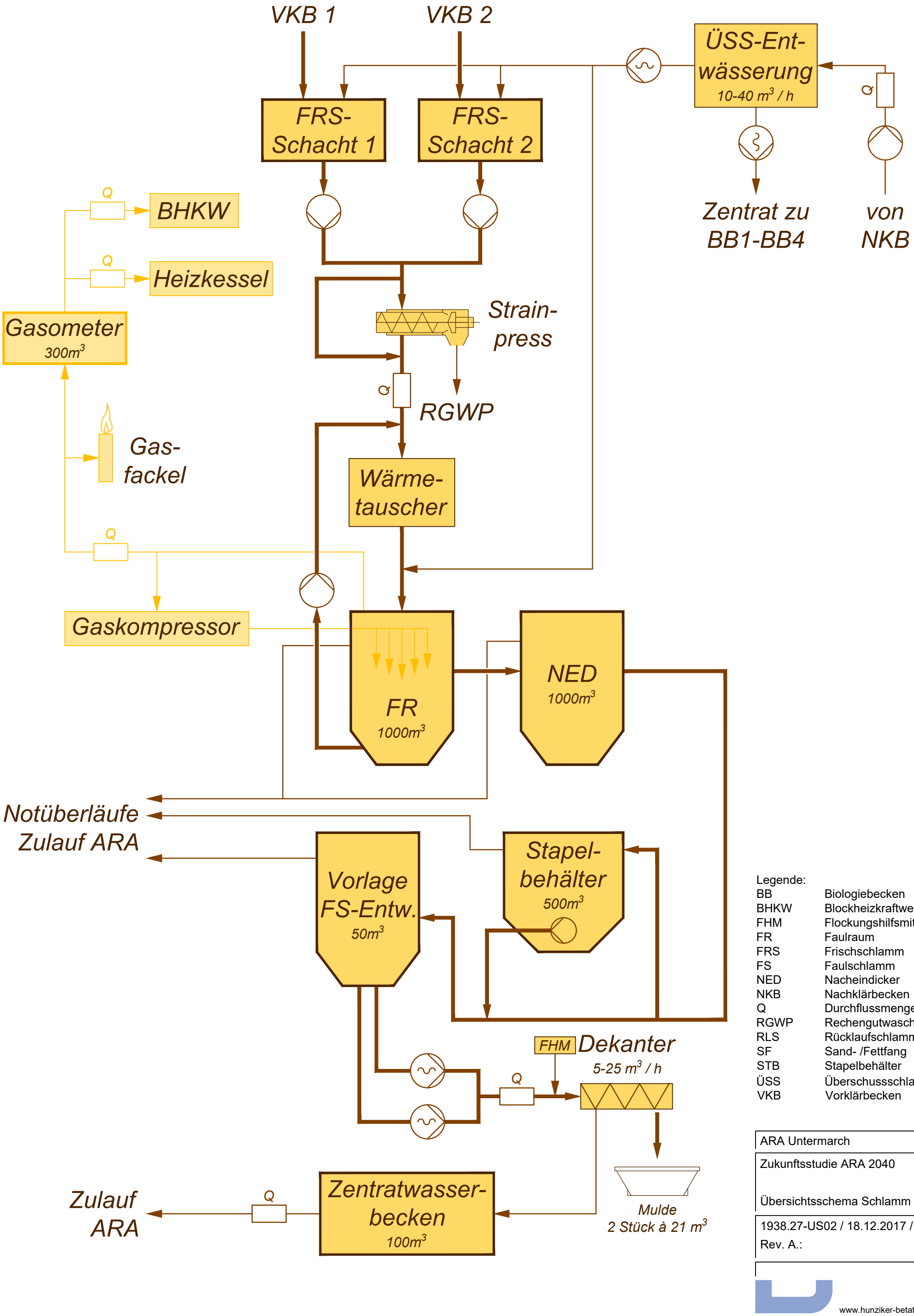
Zukunftsstudie ARA 2040

Übersichtsschema Abwasser

1938.27-US01 / 18.12.2017 / stu

Rev. A.:

www.hunziker-betatech.ch



Legende:

BB	Biologiebecken
BHKW	Blockheizkraftwerk
FHM	Flockungshilfsmittel
FR	Faulraum
FRS	Frischschlamm
FS	Faulschlamm
NED	Nacheindicker
NKB	Nachklärbecken
Q	Durchflussmenge
RGWP	Rechengutwaschpresse
RLS	Rücklaufschlamm
SF	Sand- /Fettfang
STB	Stapelbehälter
ÜSS	Überschussschlamm
VKB	Vorklärbecken

ARA Untermarch

Zukunftsstudie ARA 2040

Übersichtsschema Schlamm

1938.27-US02 / 18.12.2017 / stu

Rev. A.:

www.hunziker-betatech.ch