



ARA Zwillikon
Kanton Zürich

Funktionstüchtigkeit / Anlagenverfügbarkeit
bis IBS Zukunftslösung (2030)

Technischer Bericht

Objekt Nr. 1000.00
Zürich, 17. September 2019

HUNZIKER **BETATECH**

EINFACH.
MEHR.
IDEEN.

Impressum:

Projektname: ARA Zwillikon Funktionstüchtigkeit 2030

Teilprojekt:

Erstelldatum: 27. November 2018

Letzte Änderung: 17. September 2019

Autor: Hunziker Betatech AG
Bellariastr. 7
8002 Zürich

Tel. 043 344 32 82

E-Mail: zuerich@hunziker-betatech.ch

Tobias Kraft

Koref. Simone Bützer, Erich Hungerbühler

Datei:

\\hunzikerwater.ch\DFS\HBT\Daten-Winterthur\Projekte\1200-1\1268\1268.47 Funktionstüchtigkeit 2026\04 Berichte\1268.47-190819-b-Funktion2030.docx

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Einführung	5
2.1	Ausgangslage	5
2.2	Projektziele	5
3	Grundlagen	6
4	Abkürzungen	6
5	Einleitbedingungen	7
6	Anlagezustand	7
6.1	Verfahrensbeschrieb und Dimensionierung	7
6.2	Hydraulische Belastung	8
6.3	Biochemische Belastung	9
6.4	Aktuelle Reinigungsleistung	10
7	Dimensionierungsbelastung	12
7.1	Bevölkerungsentwicklung	12
7.2	Dimensionierungsbelastung Hydraulisch (NEU; im 12 noch alt)	12
7.3	Dimensionierungsbelastung biochemisch	13
8	Kapazitätsbeurteilung	14
8.1	Übersicht ARA	14
8.2	Mechanische Reinigung	15
8.3	Biologie	15
8.4	Schlammbehandlung und Gasanlagen	18
8.5	Steuerung/ Energieversorgung	19
9	Schwachstellenanalyse und Risikoabschätzung	19
10	Massnahmen	22
10.1	Mechanische Vorreinigung	22
10.2	Biologie	23
10.3	Schlammbehandlung und Gasanlagen	26
10.4	Steuerung/ Energieversorgung	30
11	Notfallkonzept	31
11.1	Ausserbetriebnahmen	31
11.2	Notfallkonzept	32
12	Zusammenfassung der Massnahmen	32
13	Kosten	37
14	Schlussfolgerung	38
15	Weiteres Vorgehen	39
16	Anhang	40
16.1	Hydraulische Dimensionierung	40
16.2	Kapazität Biologie	42
16.3	Prozesswasserstapel	43

16.4 Ausserbetriebnahmen	43
Beilagen	44

1 Zusammenfassung

Die ARA Zwillikon wurde 1969 in Betrieb genommen und in den 90er Jahren erweitert. Aktuell ist die Anlage biochemisch auf 25'000 EW (Einwohnerwerte = Einwohner und Einwohnergleichwerte aus der Industrie) und hydraulisch auf 380 l/s dimensioniert.

Bereits 2012 hat die Betriebskommission der ARA Zwillikon eine optimale, langfristige Zukunftslösung gesucht aufgrund der anstehenden Werterhaltungsmassnahmen der Anlage, dem hohen Abwasseranteil in der Jona und der Verschärfung der Einleitbedingungen in die Jona (Elimination von Mikroverunreinigungen). Neben dem Alleingang (Konzept 2040 (2013) und Alleingang (2017)) hat sich die Möglichkeit eröffnet, an der Reuss in der Region Obfelden, Reuss-Schachen die Grossanlage ARA Reuss-Obfelden (wirtschaftlicher und betrieblich als auch ökologisch vorteilhafter als der Alleingang gemäss Studie vom April 2015) zu planen.

Der Urnengang für die neue Organisationsform als IKA war auf den Frühling 2018 geplant. Aufgrund der Erweiterung der Trägergemeinden auf Hedingen und Aeugst, der Umstellung auf das HRM 2 im Rahmen der neuen Gemeindeordnung und die Ausarbeitung der Anschlussverträge auf der Seite ARA Zwillikon, musste der Urnengang auf den November 2020 verschoben werden, somit wird das Bauprojekt frühestens 2022 vorliegen und die neue Anlage frühestens 2026 resp. 2028 in Betrieb gehen. Das AWEL hat mit dem Schreiben vom 12. Oktober 2018 verlangt, dass die ARA-Betreiberin (Stadt Affoltern am Albis mit den Anschlussgemeinden Hedingen, Aeugst und Mettmenstetten) die ARA bis 2026 in einem funktionstüchtigen Zustand hält, um die gesetzlich geforderte Reinigungsleistung stets zu gewährleisten. Zur Sicherheit wird der Zeithorizont für die Beurteilung auf das Jahr 2030 gelegt.

Mit den 18'000 Einwohnern (E) und rund 6'500 Einwohnergleichwerten (EW) aus der Industrie der Stadt Affoltern am Albis sowie den Anschlussgemeinden Hedingen, Aeugst, Rifferswil und Mettmenstetten ist die Anlage heute biochemisch ausgelastet (Dim: 25'000 EW). Die Einleitbedingung bezüglich Nitrit konnte in den drei vergangenen Jahren (2015, 2016 und 2017) speziell in der kalten Jahreszeit nicht eingehalten werden. Erst 2018 konnten die geforderte Reinigungsleistung durch betriebliche Optimierungsmassnahmen wieder vollumfänglich erzielt werden. Die Anlage läuft biochemisch an ihrem Limit und weist keine Redundanzen auf, welche dem Klärmeister Sicherheiten geben könnten. Hydraulisch können die dimensionierten 380 l/s eingehalten werden, die Frachtverteilung auf die beiden Biologiestrassen ist jedoch nur schlecht zu steuern, was den Betrieb zusätzlich erschwert.

Die Analyse der Bevölkerungsentwicklung in der Region ergibt, dass aus dem Einzugsgebiet im Jahr 2030 eine Belastung von 29'000 EW auf die Anlage getragen wird.

Um die biochemische Situation zu verbessern und die gesetzlich geforderte Reinigungskapazität bis 2030 für die nötigen 29'000 EW sicher zu stellen, müssen über alle Anlagenteile Massnahmen in den vier Kategorien **K**apazität (inkl. **F**rachtmanagement), **B**etrieb (inkl. Frachtbewirtschaftung), **R**edundanzen und **W**erterhalt umgesetzt werden. Konkret bedeutet dies:

- **Kapazität** Massnahmen zur Steigerung und Optimierung der biochemischen Kapazität auf 29'000 EW inkl Frachtmanagement (Belastungsverteilung auf die Strassen)
- **Betrieb** Betriebliche Massnahmen (Anpassung TS, SVI oder Frachtbewirtschaftung - Die 29'000 EW sind nur mit Vorfällung & Bewirtschaftung der Rückläufe erreichbar)
- **Redundanzen** Sicherheiten im Betrieb für ausserordentliche Betriebe, Ausserbetriebnahmen und Ausnahmefälle
- **Werterhalt** Ersatz von veralteten Aggregaten und Steuerungen aus Altersgründen

Die nachfolgende Tabelle stellt die erarbeiteten Massnahmenpakete kategorisiert dar. Für die Massnahmen sind die Kosten +/- 25% abgeschätzt. Je kürzer die Zeitspanne bis zur Umsetzung, desto genauer die Kosten. Total sind 3.43 Mio CHF exkl Mwst. dargelegt. Die Kosten und der Umfang der Massnahmen sind jeweils im Vorjahr im Rahmen der Budgetierung neu zu überprüfen.

Die Massnahmen bis 2023 in einem Kostenrahmen von **2.2 Mio CHF exkl Mwst** sind **zwingend** umzusetzen, um die gesetzlichen Forderungen einzuhalten. Die Umsetzung der Massnahmen ab 2024 ist jeweils im Rahmen der Budgetierung und je nach Stand Zukunftslösung neu zu beurteilen. Die aufgeführten Kosten (Kosten inkl UVG) ab 2024 sind unabhängig vom normalen Werterhalt. Für eine ARA der Grösse der ARA Zwillikon ist mit Investitionen im Bereich von 300'000 CHF exkl MwSt. zu rechnen. Die aufgeführten Kosten sind unabhängig von der Zukunftslösung ARA Reuss-Obfelden oder Alleingang.

Kategorie	Massnahmen (Fokus auf die wichtigsten Elemente; nicht abschliessend aufgelistet)	Massnahmenpakete gemäss Tabelle 16 resp 17	Jahr	Kosten +/- 25%
Redundanz/ Wererhalt	Optimierung Betriebssicherheit NKB mit neuer Steuerung für ausserordentliche Betriebe, Ausserbetriebnahmen, Ausnahmefälle	NKB und Brauchwasser	2019	200'000
Kapazität (Frachtmanagement) Redundanz	Optimierung Gebläsekapazität- & Regime zusammen mit Luftverteilung Ergänzende Kontrollen und Optimierung Frachtmanagement mit Messtechnik (NH4-Sonde)	Biologie	2020	550'000
Redundanz	Optimierung Biologie mit vier Kompartimenten oder Reinsauerstoff	Bessere Lösung zu prüfen im Projekt Biologie, Umsetzung bei Bedarf		
Wererhalt	Ersatz von veralteten Aggregaten und Steuerungen bei der mechanischen Reinigung, Einbau eines Steinfangs (zu prüfen) und dem Ersatz Trafostation	Zulauf & mechanische Reinigung	2021 2022	680'000 370'000
Wererhalt	Ersatz SPS, PLS und UV resp NSHV	Steuerung		150'000
Wererhalt	Ersatz der Trafostation	Trafostation		210'000
Kapazität (Frachtmanagement)	Frachtbewirtschaftung mit Massnahmen beim Presswasserstapel	Schlamm	2023	190'000
Kapazität/ Wererhalt	Ersatz von veralteten Aggregaten und Steuerungen – Ersatz BHKW	Gas	2024	590'000
Betrieb	Optimierung Schlammvolumenindex mit Al-Fällung	Umsetzung bei Bedarf		
Betrieb	Vorfällung	Umsetzung bei Bedarf		
Kapazität/ Wererhalt	Ersatz von veralteten Aggregaten und Steuerungen – Ersatz SEA; Entscheid TS Schlamm 4.6% für 18d Faulung 2030	Schlamm-entwässerung	2025	680'000
Wererhalt		Diverses	2026 2027 2028 2029 2030	40'000 20'000 90'000 10'000 10'000
Total Kosten für zwingende Massnahmen bis 2030 (siehe auch Tabelle 17)				2'190'000
Total Kosten bis 2030 (siehe auch Tabelle 17)				3'430'000

2 Einführung

2.1 Ausgangslage

Ausgelöst durch die damals anstehenden Werterhaltungsmassnahmen auf der Anlage, dem hohen Abwasseranteil in der Jone und die Verschärfung der Einleitbedingungen in die Jone mit der Auflage einer weitergehenden Verfahrensstufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen suchte die Betriebskommission der ARA Zwillikon bereits im 2012 die optimale, langfristige Zukunftslösung.

Basierend auf dem Konzept 2040 (2013) – Überlegungen zur Weiterentwicklung der ARA Zwillikon - wurden 2014 die beiden Varianten zur Nachrüstung mit einer weitergehenden Reinigungsstufe (Filtration und Elimination von Mikroverunreinigungen) auf dem Areal der ARA Zwillikon oder die direkten Ableitung in die Reuss ohne eine zusätzliche Reinigungsstufe detaillierter untersucht. Mit der direkten Ableitung in die Reuss hat sich die Option für eine Grossanlage an der Reuss in der Region Obfelden, Reuss-Schachen eröffnet.

In Anlehnung an das Konzept Abwasserreinigung des Kantons Aargau, hat im September 2013 die Betriebskommission (BK) Zwillikon zu einer Informationsveranstaltung eingeladen. Teilgenommen haben potentielle Beteiligte an einer Grossanlage (ARA Zwillikon, ARA Reuss-Schachen und ARA Obfelden) sowie die Kantone Zürich und Aargau. Aufgrund der positiven Reaktionen haben die Kantone Aargau und Zürich im Herbst 2014 die Federführung für eine Regionalstudie für die drei benachbarten ARA übernommen. In der Studie mit Abschluss April 2015 erweist sich die Grossanlage an der Reuss im regionalen Vergleich langfristig kostengünstiger als der separate Betrieb der drei ARA Zwillikon, Obfelden und Reuss-Schachen. Auch die Beurteilung der Softkriterien spricht für den Zusammenschluss der drei Anlagen.

Im Jahr 2016 wurde in der Ausschussgruppe der Standort auf Obfelden definiert. Ein offizielles Gutachten der eidgenössischen Natur- und Heimatschutzkommission (ENHK) wurde abgeholt, die Kosten der neuen ARA am Standort Obfelden präzisiert und der Kostenteiler erarbeitet. Die neue Organisationsform wurde als IKA definiert und deren Statuten ausformuliert. Aufgrund der Erweiterung der Trägergemeinden auf Hedingen und Aeugst, der Umstellung auf das HRM 2 im Rahmen der neuen Gemeindeordnung und die Ausarbeitung der Anschlussverträge auf der Seite ARA Zwillikon, hat sich die Finalisierung der Unterlagen verzögert. Der ursprünglich geplante Urnengang vom Frühling 2018 musste basierend auf Zwischenentscheiden auf den November 2019 oder sogar den November 2020 verschoben werden. Das effektive Zieldatum wird im November 2018 definiert. Unter Berücksichtigung der auf den Urnengang folgenden umfassenden Planung, Submission und Realisierung, wird das Bauprojekt frühestens 2022 vorliegen und somit die neue Anlage frühestens 2026 in Betrieb gehen.

Das AWEL hat mit dem Schreiben vom 12. Oktober 2018 verlangt, dass die ARA-Betreiberin (Stadt Affoltern am Albis mit den Anschlussgemeinden Hedingen, Aeugst und Mettmenstetten) die ARA bis 2026 in einem funktionstüchtigen Zustand haltet, um die gesetzlich geforderte Reinigungsleistung stets zu gewährleisten.

2.2 Projektziele

Aufnahme der Ist-Situation der ARA Zwillikon und Ausarbeiten der Massnahmen, um die Funktionstüchtigkeit der ARA und somit die erforderliche Reinigungsleistung bis in das Jahr 2026 resp 2030 zu gewährleisten.

Die im Bericht dargestellten Kosten umfassen für die nächsten 2-3 Jahre eine höhere Genauigkeit, als für die langfristigen Massnahmen. Die Umsetzung der Massnahmen ab 2024 ist jeweils im Vorjahr im Rahmen der Budgetierung je nach Stand Zukunftslösung neu zu beurteilen. Die aufgeführten Kosten ab 2024 sind unabhängig vom normalen Werterhalt. Jährlich ist mit Investitionen im Bereich von 300'000 CHF zu rechnen.

3 Grundlagen

- Betriebsberatung und Finanzplanung 2015 - 2018
- Betriebsdaten ARA Zwillikon 2015 - 2018
- Schreiben AWEL, Sicherstellen der Funktionstüchtigkeit, AWEL 12. Oktober 2018
- Kurzbericht ARA Reuss-Obfelden, 13. April 2018
- Verbands-GEP ARA Zwillikon, Zustandsbericht Fremdwasser, Hunziker-Betatech AG, 07. Nov. 2018
- ARA Zwillikon Alleingang, Hunziker Betatech AG, 13. März 2017
- Regionalstudie ARA Zwillikon - Obfelden - Reuss-Schachen, Hunziker Betatech AG, 27. April 2015
- Direkte Ableitung in die Reuss, Studie, EWP AG Affoltern am Albis, 27. März 2014
- ARA Zwillikon, Pumpwerk und Pumpleitung, Hunziker Betatech AG, 28. März 2014
- ARA Zwillikon, Elimination von Mikroverunreinigungen, Hunziker Betatech AG, 18. Februar 2014
- Integrale Wasserwirtschaft im Einzugsgebiet der Jonen, Hunziker Betatech AG, 20. Januar 2014
- ARA Zwillikon Konzept 2040, Arbeitsexemplar, Hunziker Betatech AG, 18. März 2013
- Stellungnahme der Kantone zum möglichen Standort der Grossanlage, AWEL 20. Dezember 2013
- Schreiben AWEL, Befristete Verlängerung der gewässerschutzrechtlichen Bewilligung, 17. März 2011
- Hochwasserentlastung und Anpassung Rechengebäude und Sandfang, Juni 2004, Geb. Hunziker AG

4 Abkürzungen

ARA	Abwasserreinigungsanlage
BB	Biologiebecken
E	Einwohner
EW	Einwohnergleichwerte
FRS	Frischschlamm
GAS	Gasometer
GSchG	Gewässerschutzgesetz
GSchV	Gewässerschutzverordnung
HQ	Hochwasser
HW	Hebewerk
MV	Mikroverunreinigungen
NKB	Nachklärbecken
Q_{tw}	Trockenwetteranfall
R	Rechen
RB	Regenbecken
SF	Sandfang
SdT	Stand der Technik
TS	Trockensubstanz
ÜSS	Überschussschlamm

5 Einleitbedingungen

Die Tabelle 1 stellt die verfügbaren Einleitbedingungen der kantonalen Gewässerschutzfachstelle dar, welche heute bis zur Inbetriebnahme des anstehenden Ausbaus gelten. Die in Tabelle 1 aufgeführten Einleitbedingungen gelten als Grundlage für die in diesem Bericht ausgearbeiteten Massnahmen. Für die neue Anlage werden verschärfte Einleitbedingungen gelten.

Tabelle 1: Heutige Einleitbedingungen der ARA Zwillikon, geltend bis zum Ausbau.

Parameter		Heutige Einleitbedingungen	
		Anforderung (mg/l)	Reinigungsleistung (%)
Gesamte ungelöste Stoffe (Membranfilter 0.45 µm)	GUS	15	
Biochemischer Sauerstoffbedarf in fünf Tagen	BSB ₅	15	90
Chemischer Sauerstoffbedarf	CSB (mg O ₂ /l)	45	85
Gelöster organischer Kohlenstoff	DOC	10	85
Ammonium	[NH ₃ +NH ₄]-N	2	90
Nitrit (Richtwert)	[NO ₂]-N	0.3	-
Gesamtphosphor	P ges.	0.8	80

6 Anlagezustand

6.1 Verfahrensbeschreibung und Dimensionierung

Die ARA Zwillikon wird als konventionelle Belebungsanlage mit Belebtschlammverfahren betrieben. Die Verfahrensstufen umfassen Rechen (Grobrechen mit 2.8 cm Stababstand), Sandfang (zwei Rundsandfänge), Vorklärbecken (zwei Becken mit Zwillingsräumer), Hebewerk (zwei Schnecken), Belüftungsbecken (zwei Strassen), Nachklärbecken (zwei Becken mit einem Zwillingsräumer) und Schlammbehandlung (zwei Eindicker und ein Faulraum), Schlammstapelung und Entwässerung (inkl Entwässerung von Fremdschlamm). Das Klärgas wird in einem BHKW zu Strom und Wärme verarbeitet.

Als Spezialität ist die Vorklärung zu nennen, welche im Untergeschoss des Betriebsgebäudes lokalisiert ist. Zudem machen die beiden Zwillingsräumer für die Vorklärbecken und die Nachklärbecken die Anlage teilweise einsträssig.

Bemessung gemäss Stammkarte und Verfügung AWEL 2004:

Biochemisch 25'000 EW

$Q_{TW, mittel}$ 9'600 m³/d – (Alte Stammkarte Kläranlage aus 1988, 12'500 m³/d)

$Q_{TW, 14h}$ 190 l/s $Q_{RW, dim}$ 380 l/s $Q_{max, RKB}$ 1'500 l/s

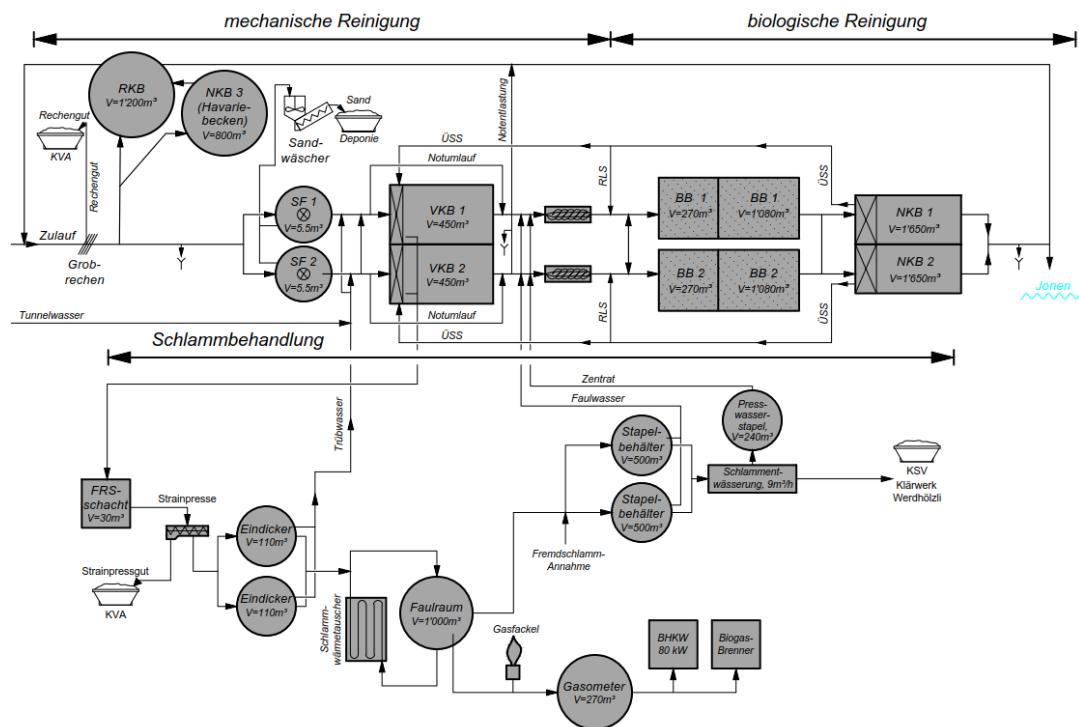


Abbildung 1: Schema ARA Zwillikon.

6.2 Hydraulische Belastung

Der Abwasseranfall 2015 bis 2018 bei Trockenwetter (TW) wurde gemäss VSA (Mittelwert des 20%- und 50%- Quantils), AWEL (mindestens zwei vorhergehende Trockenwettertage) und DWA (ATV-DVWK-A-198) ermittelt und ist in Abbildung 2 dargestellt. Das Jahr 2018 war ein sehr trockenes Jahr wodurch der Zufluss wesentlich geringer ausfiel als in den Vorjahren.

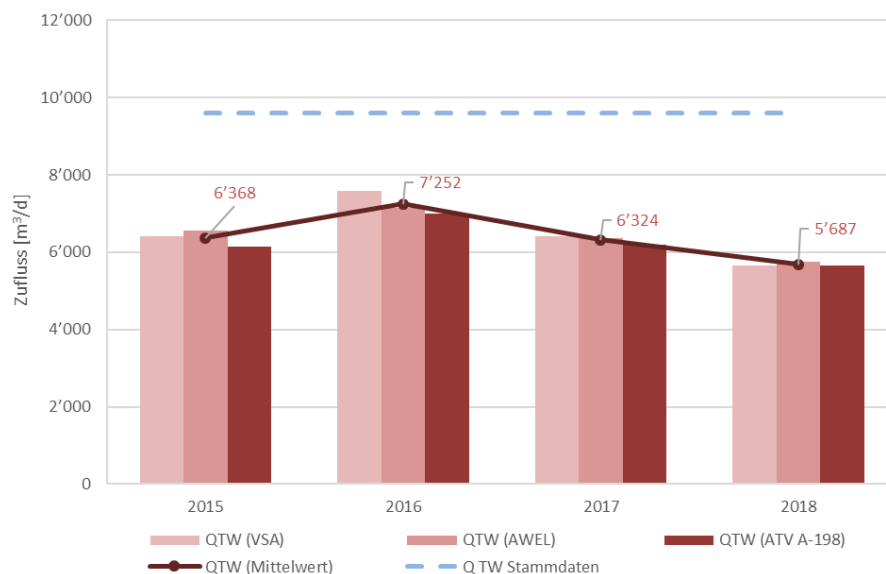


Abbildung 2: Abwasseranfall 2015 bis 2018 in m³/d ausgewertet nach unterschiedlichen Methoden und verglichen mit dem Q_{TW} AWEL Stammkarte und Verfügung 2004 (9'600 m³/d).

Der berechnete Trockenwetteranfall fällt bei allen Berechnungsmethoden ähnlich aus. Über die letzten vier Jahre ist kein markanter Trend auszumachen.

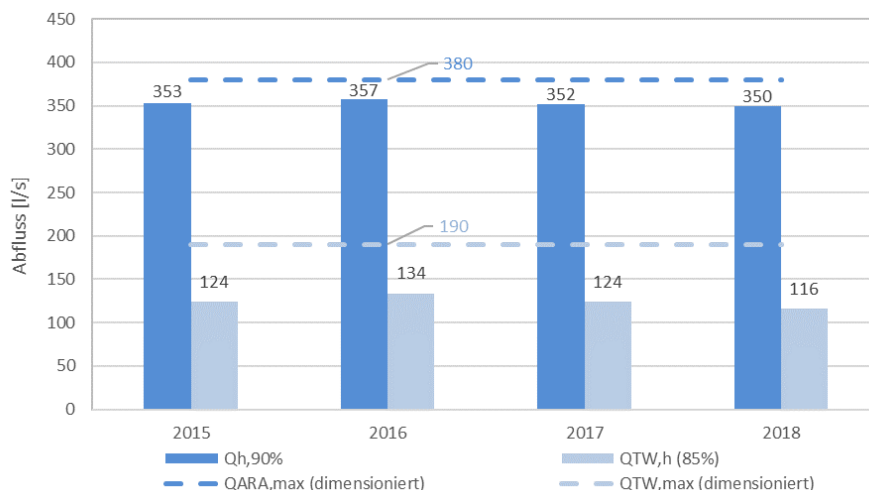


Abbildung 3: Abwasseranfall bei Trockenwetter von 2015 bis 2018 in l/s. Der dargestellte 85% entspricht dem 1.2 Fachen des mittleren Trockenwetteranfalls.

Die Abbildung 3 stellt Abwasseranfall bei Trockenwetter dar. Die verfügbaren AWEL verfügten 190 l/s werden unterschritten, dies jedoch, weil die Messung nach der Hochwasserentlastung auf der ARA erfolgt. Und die im Regenwetter verfügbaren 380 l/s werden nicht über die ARA geführt. Bis Ende 2018 wurden zur Sicherstellung der Betriebssicherheit nur 350 l/s (rund 90%) anstelle der 380 l/s gereinigt. Gemäss Bericht 2004 von Hunziker Betatech AG wurden beim Rechengebäude und Sandfang Anpassungen vorgenommen, um die 380 l/s auf die Anlage zu gewährleisten. Die Hochwasserentlastung wurde angepasst, um einen Einstau im Sandfang zu verhindern und eine gezielte Entlastung **vor** dem Sandfang zu erreichen, nicht wie bis anhin vor und nach dem Sandfang. Zum Schutze vor Überflutungen des UG Betriebsgebäude wurde die Kapazität des Hochwasserentlastungskanal vergrössert auf die 1500 l/s (Maximum aufgrund der Geometrie der Hochwasserkanal). Seit Anfangs 2019 ist diese Reduktion bekannt und wird die Anlage wird mit 380 l/s gefahren.

Generell wird die Wassermenge auf die ARA Zwillikon in den kommenden Jahren weiter reduziert, da gemäss V-GEP Massnahmen zur Reduktion des Fremdwasseranteils umgesetzt werden. Der mittlere Fremdwasseranteil der letzten vier Jahre beträgt ca. 44 %. Dieser sollte mit der Umsetzung der Massnahmen auf unter 30 % reduziert werden. (Siehe auch Anhang 16.1).

6.3 Biochemische Belastung

Als Basis für die Dimensionierung wird die biochemische Belastung in Bezug auf die Abwasserparameter CSB, BSB₅, Phosphor und Ammonium (NH₄) für die Jahr 2015-2018 anhand von spezifischen Einwohnerwerten ausgewertet. Für die Berechnung werden die 85%-Frachten im Rohabwasser verwendet.

Die ermittelten Einwohnerwerte im Einzugsgebiet der ARA Zwillikon liegen zwischen 23'604 und 25'101 Einwohnerwerten (EW) in den Jahren 2015 - 2016. In den letzten drei Jahren war die Belastung konstant leicht unter den 25'000 EW. Im Mittel liegt die Belastung 2015 bis 2018 bei ca. 24'500 EW (Abbildung 4 und Tabelle 2).

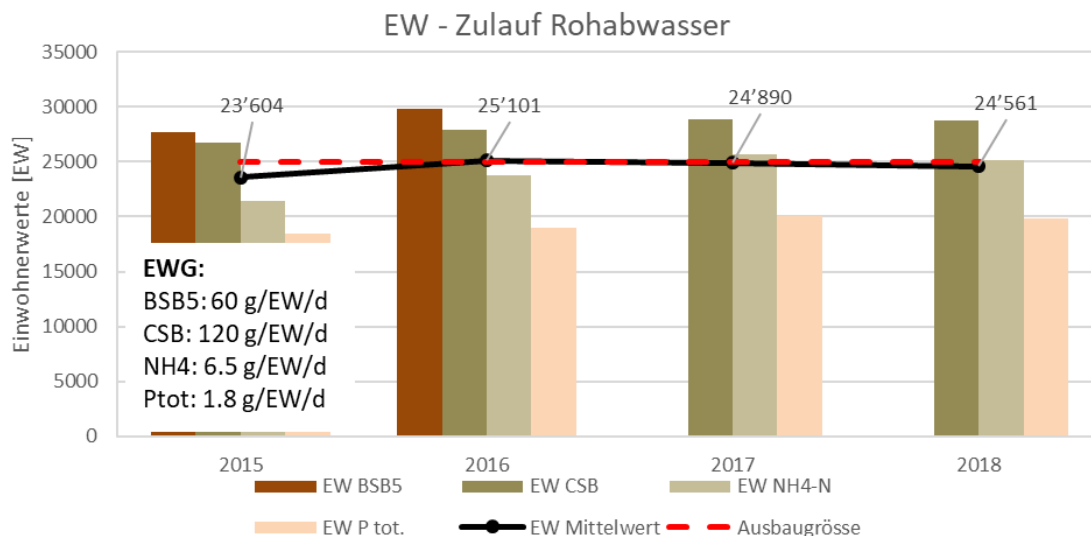


Abbildung 4: Berechnete Einwohnerwerte basierend auf den Konzentrationen im Rohabwasser (Zulauf zur Kläranlage) mit den dargestellten spez. Einwohneregleichwerten

Die Differenz zwischen der Belastung der ARA und den angeschlossenen Einwohnern ergibt die Belastung aus dem Gewerbe und der Industrie. Gemäss den vorliegenden Daten aus dem Jahr 2009 und 2015 bis 2017 ergibt sich ein durchschnittlicher Industrieanteil von 27% (siehe Tabelle 2)

Tabelle 2: Vergleich ARA Belastung und angeschlossene Einwohner resp. Industrieanteil, für die Jahre 2009 und 2015-2017 sind die Zahlen der angeschlossenen Einwohner vorhanden. Für die anderen Jahre nicht.

Jahr	Belastung ARA [EW]	Angeschlossene Einwohner [E]	Industrieanteil [%]
2009	21'369	16'248	28
2015	23'604	17'679	25
2016	25'101	17'918	29
2017	24'890	18'156	27
2018	24'561		
Mittelwert	(2015-18) 24'539	(2015-17) 17'917	(2015-17) 27

6.4 Aktuelle Reinigungsleistung

Die aktuelle Reinigungsleistung der ARA Zwillikon wird für die Betriebsjahre 2015 bis 2018 untersucht. Gemäss Anhang 2 Gewässerschutzverordnung sind bei den Abflusskonzentrationen gezielte Abweichungen erlaubt. Diese variieren von Parameter zu Parameter. Im 90%-Wert sind alle Parameter mit deren maximalen Abweichung abgebildet. Daher wird in der nachfolgenden Tabelle 3 die 90%-Werte abgebildet. Die Tabelle 4 stellt die Eliminationsleistung dar.

Tabelle 3: Reinigungsleistung Abflusskonzentrationen 2015-2018

90%-Werte

	Einheit	2015	2016	2017	2018	Grenzwert
BSB₅	mg/l	4	4			15
CSB	mg/l	37	28.5	37	36	45
GUS	mg/l	7	6.8	9	12	15
NH₄-N	mg/l	0	0.3	1	0	2
NO₂-N	mg/l	0.3	0.4	0.7	0.2	0.3
P_{tot}	mg/l	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8

Tabelle 4: Eliminationsleistung 2015- 2018

	Einheit	2015	2016	2017	2018	Grenzwert
BSB₅	%	98	97			90
CSB	%	90	90	92	92	85
Nitrifikation	%	96	96	96	97	90
N-Elimination	%	20	15	20	39	0
P_{tot}	%	88	86	87	88	80

Aufgrund des Alters der ARA Zwillikon und den nicht vorhandenen Reserven resp. Spielräume und Redundanzen, konnten die Einleitbedingungen bezüglich Nitrifikation in den Jahren 2015, 2016 und 2017 nicht eingehalten werden. Die erhöhten Nitrit-Ablaufkonzentrationen (NO₂-N) – Überschreitung des Richtwertes von 0.3 mg/l im 2015, 16 und 17 – zeigen, dass die Nitrifikation nicht vollständig abläuft. Gemäss den Jahresberichten 2015 bis 17 der kantonalen Behörde wird die Stickstoff-Umwandlung (Nitrifikation) **nicht erfüllt**.

Mit dem Bericht 2018 des AWEL werden die Einleitungsbedingungen seit 2014 zum ersten Mal wieder zu 100% erfüllt aufgrund der umgesetzten betrieblichen Massnahmen in der Biologie (Vorfällung und Erhöhung des Schlammalters) im 2018. Auszug aus dem Bericht AWEL 2018:

Abwasserreinigung

Die ARA hat im Jahr 2018 die geforderten Einleitungsbedingungen **erfüllt** ¹⁾.

Zusammenfassende Beurteilungen	
Elimination der organischen Abwasserinhaltsstoffe	erfüllt
Stickstoff-Umwandlung (Nitrifikation)	erfüllt
Phosphor-Elimination	erfüllt

¹⁾ Die ARA hat die geforderten Einleitungsbedingungen erfüllt, wenn sämtliche zusammenfassenden Beurteilungen erfüllt sind. Eine detaillierte Beurteilung der Messungen des ARA-Personals und unseres Gewässerschutzlabors zeigt die Auswertung im Anhang.

Dank betrieblicher Anstrengungen und Prozessoptimierungen entsprach die Reinigungsleistung im 2018 erstmals seit 2015 wieder den Anforderungen. Die Anzahl der Überschreitungen lag innerhalb des zulässigen Rahmens.

7 Dimensionierungsbelastung

Die zukünftige Belastung der ARA Zwillikon soll bis ins Jahr 2030 prognostiziert werden. Dieser Planungshorizont wird gemeinsam mit dem AWEL bestimmt, um einen sichereren Betrieb der ARA Zwillikon bis zur Inbetriebnahme der ARA Reuss oder der neuen ARA Zwillikon im Jahr 2028 bis 2030 zu gewährleisten.

7.1 Bevölkerungsentwicklung

Die Bevölkerungsentwicklung im Einzugsgebiet der ARA Zwillikon wird basierend auf den aktuellsten Daten des Amtes für Statistik (Ende 2018) ermittelt, mit dem industriellen Anteil erweitert und mit den Prognosen aus den vorangehenden Berichten verglichen. Die Abbildung 5 stellt dar, dass auch die neueste Prognose (Einwohner und Industrie) bis ins Jahr 2030 die erwarteten 29'000 EW bestätigt. Eine zusätzliche Überprüfung der Wachstumsprognose im Sommer 2019 durch die Stadt Affoltern erhärtet, dass ein durchschnittliches Wachstum vom 1.4%/a die Bevölkerungsentwicklung in der Region abfangen wird und die 29'000 EW die relevante Belastung zuverlässig abbildet. Ebenfalls dargestellt ist in der Abbildung 5 die aktuelle Dimensionierungsgrösse von 25'000 EW.

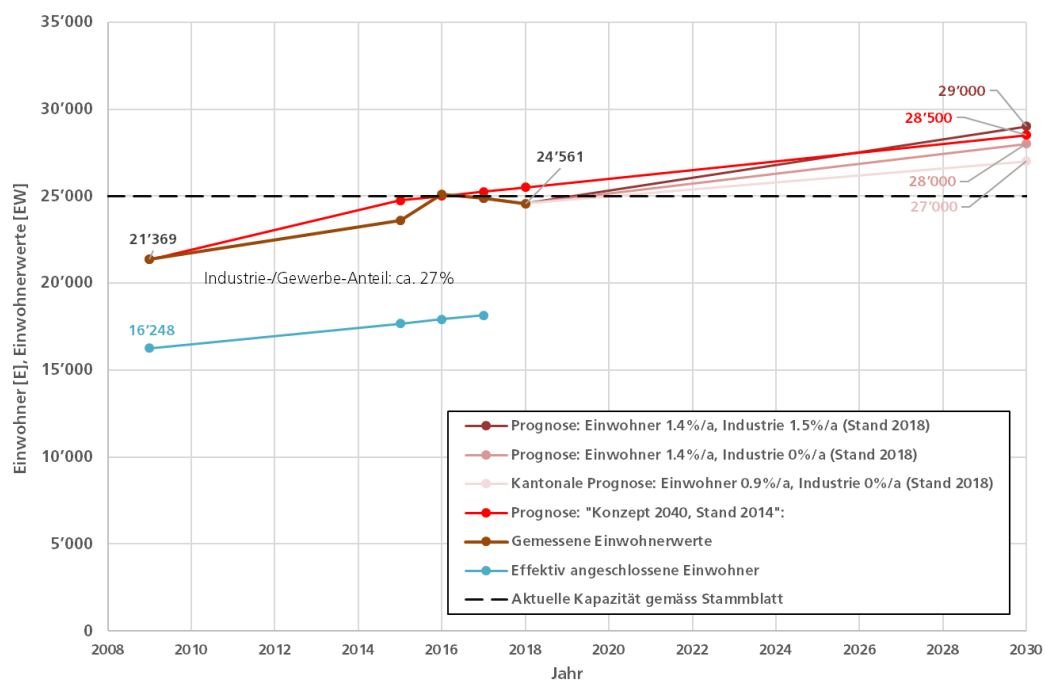


Abbildung 5: Entwicklungsprognose im Einzugsgebiet bis 2030

Die ARA Zwillikon wird unter den beschriebenen Voraussetzungen (konstanter Gewerbe- und Industrieanteil am Abwasser) im Jahr 2030 mit 27'000 – 29'000 EW belastet werden. Als Grundlage für die Massnahmen gelten die **29'000 EW**.

7.2 Dimensionierungsbelastung Hydraulisch (NEU; im 12 noch alt)

Die Abschätzung des zukünftigen Abwasseranfalls erfolgt nach der Berechnung gemäss GEP-Musterbuch (Kapitel 5.5.1, Blatt 22). Im Jahr 2030 ist mit einem mittleren Q_{TW} von rund 8'000 m³/d und 130 l/s zu rechnen (Industrielles Wachstum ebenfalls 1.4%/a). Die Tabelle 5 bestätigt diese Abschätzung unter der Berücksichtigung von einem Trinkwasserverbrauch von 150 l/EW*d, einem Fremdwasseranteil von 44% und einem Stundenteiler von 14 h/d (weitere Details Anhang 16.1).

Tabelle 5: Berechnung des zukünftigen Abwasseranfalls auf der ARA Zwillikon gemäss GEP-Musterhandbuch.

		Mittelwerte (2015-18)	2025	2030	Dimension- ierung/ Kt. Verfügung
Einwohnerwerte	EW	24'500	27'500	29'000	25'000
$Q_{S,d}$ (Mittelwert) - Schmutzwasser	m ³ /d	3'675	4'125	4'350	
Q_F (Mittelwert)- Fremdwasser	m ³ /d	2'890	3'240	3'420	
$Q_{TW,d}$ (Mittelwert) - Tagesmenge	m ³ /d	6'565	7'365	7'800	9'600
$Q_{TW,h}$ Mittelwert/ 85%	l/s	106/ 127	119/ 143	126/ 152	190
$Q_{ARA\ max}$ Mittelwert/ 85%	l/s	212/ 255	238/ 285	252/ 302	380

Die Werte für die Tagesmenge $Q_{TWA\ max}$ ($Q_{TW\ h}$ in l/s) und die maximale Menge Q_{max} stellen Mittelwerte dar. Die 85% Werte liegen um einen Faktor 1.2 höher. Im Jahr 2030 also bei 152 l/s für $Q_{TWA\ max}$ und 302 l/s für Q_{max} . Somit können die vom Kanton (AWEL) verfügbaren Mengen von TW 190 l/s (Vergleich zu den 152 l/s) und RW 380 l/s (Vergleich zu den 302 l/s) gut auf der Anlage gereinigt werden.

7.3 Dimensionierungsbelastung biochemisch

Gemäss Kapitel 6.1 bestätigt auch die neuste Prognose (Einwohner und Industrie) 2030 eine biochemische Belastung von 29'000 EW. Mittels spezifischer Frachtwerte werden die Frachten der relevanten Abwasserparameter für die Jahre 2020, 2025 und 2030 (Tabelle 6) ermittelt. Bei den Prognosewerten sind die Rückläufe aus der Schlammbehandlung inbegriffen. Es wird aber angenommen, dass das Presswasser der Faulschlammmanliefernden ARAs zum Teil wieder zurückgenommen wird, so wie dies heute schon der Fall ist.

Tabelle 6: Berechnung der Abwasserparameter im Zulauf zur Biologie sowie der Schlamm- und Gasproduktion anhand der Einwohnerwerte.

Einwohnerwerte				Berechnete Werte		
				2020 26'000	2025 27'500	2030 29'000
Chemischer Sauerstoffverbrauch	CSB	kg/d	80 g/(EW*d)	2'080	2'200	2'320
Total Suspendierte Stoffe	TSS	kg/d	28 g/(EW*d)	728	770	812
Totaler Kjeldalstickstoff	TKN	kg/d	10 g/(EW*d)	276	302	319
Ammonium-stickstoff	NH ₄ -N	kg/d	7.5 g/(EW*d)	195	206	218
Totaler Phosphor	P _{tot}	kg/d	1.6 g/(EW*d)	42	45	46
Gasproduktion (Mittelwert)	Gas	m ³ /d	30 l/(EW*d)	780	825	900
Schlammfall		kg/d	Ca. 85 g/(EW*d)	2'080	2200	2'320
Schlammfall		m ³ /d		51	54	57

Die Frachten aus der Tabelle 6 bilden die Basis für die Überprüfung des Anlagezustand im nachfolgenden Kapitel.

8 Kapazitätsbeurteilung

8.1 Übersicht ARA

Als Grundlage für die Beurteilung der einzelnen Verfahrensstufen werden die prognostizierten Belastungswerte gemäss Tabelle 6 im Kapitel 7.3 verwendet. Die vorhandene Kapazität der einzelnen Verfahrensstufen wurde im «Konzept 2040» aus dem Jahr 2013 ermittelt und übernommen.

Die notwendige hydraulische Kapazität 2030 ist aufgrund der Bestandeswahrung 380 l/s. Gemäss Tabelle 5 aus Kapitel 7.2 sind hydraulisch keine globalen Massnahmen zu treffen. Die in den nachfolgenden Kapiteln aufgeführten Massnahmen werden durch die erreichte Lebensdauer der Aggregate und Anforderungen an die Funktionssicherheit der ARA ausgelöst.

Die einzelnen Verfahrensstufen werden untersucht und deren maximale Kapazität mit der voraussichtlichen zukünftigen Belastung verglichen. Bezüglich Redundanz ist zu beachten, dass der hydraulische Durchsatz bei Problemen mit Rechen, Sandfang (Vorreinigung) mit by pass stets für das Q max gewährleistet sein sollte. In der Biologie fordert die kantonale Behörde 0.75 Q max.

Tabelle 7: Kapazitäten der einzelnen Verfahrensstufen. Grün = ausreichende Kapazität, keine Massnahmen; orange = ungenügende Kapazität, keine zwingenden Massnahmen und rot = ungenügende Kapazität, zwingende Massnahmen. SdT = Stand der Technik

Verfahrensstufe	IST-Kapazität ARA ¹⁾	Notwendige Kapazität 2030	Redundanz/ Bypass	Beurteilung
Rechenanlage	1'880 l/s	1'880 l/s	Nein, aber Bypass	Ausreichende Kapazität, jedoch mit 2.8 cm resp 25mm ein grosser Stababstand (SdT: 6mm daher betriebliche Probleme wie Feuchttücher)
Sandfang	350 – 380 l/s	380 l/s	ja	Ausreichende Kapazität, Rundsandfang (SdT: eher längsSF)
Regenbecken (RKB + NKB3)	1'500 m ³	2'000 m ³ (1'200 und 800 Havarie)	ja	Ausreichende Kapazität mit Regenbecken und neuem Havariebecken
Vorklärung	600 l/s	380 l/s	Zwillingsräumer	Ausreichende Kapazität; (SdT: zwei unabhängige Räumern)
Hebewerk	600 l/s (2 * 300 l/s)	380 l/s; bei Ausfall 380 l/s für eine Schnecke	ja	Kapazität ist ausreichend, um bei einem Ausfall die 380 l/s sicher zu stellen, kann eine existierende mobile Pumpe eingesetzt werden.
Biologie	25'000 EW	29'000 EW	2 Strassen	Kapazität reicht nicht aus.
Gebläsestation und Belüftungssystem	3'200 Nm ³ /h (nicht aus 2040)	3'600 Nm ³ /h (bei 20°C)	Nicht ausreichend	Kapazität reicht bei Ausfall eines Gebläses nicht aus.
Nachklärbecken	2 x 360 m ²	2 x 425 m ² (Qmax: 380 l/s)	Zwillingsräumer	Kapazität reicht nach DWA nicht aus; heutiger Betrieb zeigt, dass die Nachklärung gut funktioniert. (SdT: zwei unabhängige Räumern)

Faulraum	1'000 m ³ (Aufenthaltszeit: 21 d)	980 m ³ (Aufenthaltszeit: 18 d)	nein	Ausreichende Kapazität mit einem TS von 4.6%, mit dem aktuellen TS von 4.2% ab 27'000 EW knapp -> ev Einsatz von FRS-Entwässerung
Schlammstapel	7 Tage Speicherung (500 m ³ /Woche)	7 Tage Speicherung (480 m ³ /Woche)	ja	Ausreichende Kapazität
Schlammmentwässerung	9 m ³ /h	9 m ³ /h	nein – nicht nötig	Ausreichende Kapazität
Presswasserstapel	240 m ³	350 m ³	nein	Kapazität reicht für eine Presswasserbewirtschaftung während 7 Tagen in der Nacht nicht aus.
Gasometer	270 m ³ (0.3 d Speicherung)	450-675 m ³ (0.5-0.75 d Speicherung)	nein	Kapazität gemäss Energie in ARA nicht ausreichend. Gemäss Betrieb ausreichend.
BHKW	850 Nm ³ /d (35.7 Nm ³ /h)	840 Nm ³ /d (29 L/EW*d)	Ja Heizung	Knapp ausreichende Kapazität für 24h, nicht für 18-22 h/d Betriebszeit

1) Gemäss Konzept 2040 aus dem Jahr 2013

In folgenden Unterkapitel werden die Kapazitäten gemäss Tabelle 7 beschrieben.

8.2 Mechanische Reinigung

Die mechanische Reinigung hat bei allen Anlageteilen inkl Hebwerk ausreichende Kapazität. Die Vorklärung konnte mit dem Zwillingsräumer aufgrund der langen Aufenthaltszeit (QTW mittel 3.4h und Qmax 2.2h, siehe Anhang 16.4) in den vergangenen Jahren seit IBS eine gute Reinigungsleistung und Sicherheiten erbringen.

8.3 Biologie

8.3.1 Beurteilung der Biologie Ist

Die aktuelle Kapazität der Biologie wird durch drei unterschiedlichen Ansätze beurteilt, dem Dimensionierungsansatz der DWA, dem pragmatischen Ansatz über das spezifische Volumen und mit einer Simulation.

Ansatz nach DWA

Spezifische Überschussschlammproduktion gemäss DWA M 368:	41 g/EW*d
Aerobe Biomasse in Belebung 2'700 m ³ x 3.5 kg/m ³ :	9'450 kg
Kapazität bei 10 d Schlammalter:	23'000 EW
Kapazität bei 9 d Schlammalter (für T min 11 oC)	25'600 EW

Ansatz spezifisches Volumen

Für eine stabile Nitrifikation ist ein belüftetes Biologievolumen von 120 l/EW nötig (10 d SA nach DWA).

Kapazität: 2'700 m³/0.12 m³/EW:

22'500 EW

Bei 9 d SA

25'000 EW

Ansatz Simulation der Anlage

Die Biologie verfügt über eine Kapazität von knapp 25'000 EW gemäss der Simulation im Bericht «Konzept 2040» aus dem Jahr 2013. Demzufolge wird unter normalen Betriebsbedingungen die Kapazität im Jahr 2030 mit 29'000 EW deutlich überschritten. Die Tabelle 8 stellt den Vergleich der Simulationen 2006 und 2013 mit der aktuellen Simulation dar.

Tabelle 8: Vergleich der Simulationen aus dem 2006, 2013 und 2019 und den entsprechenden Studien.

			2006	2013	2013	2019
Biomasse in der Biologie	TS	g/l	3.0	3.0	3.0	3.5 / 3.0 (Wi/So) gemäss Betriebsdaten/ Bestätigung Betrieb
Schlammvolumenindex	SVI	ml/g	100	≤ 120	≤ 120	Betriebswerte
Einwohnerwerte		EW	24'000	25'000	25'000/ 27'000 mit drittem NKB	30'000 EW bei Schlammreduktion durch Vorfällung (ca 23'300 EW)

Die Simulation der bestehenden Anlage wurden für diesen Bericht basierend auf den aktuellen Betriebsbedingungen angepasst. Die Rücksprache mit dem Betrieb hat bestätigt, dass heute auch im Winter ein stabiler TS von 3.5 g/l gefahren werden kann (ohne Probleme mit GUS im Ablauf). Resultate in der Tabelle 9 zeigen, dass mit einem TS von 3.5 g/l und dem vorhandenen Aeroben Volumen von 2'700 m³ und unter der Berücksichtigung einer Vorfällung (Belastung ca. 23'300 EW) eine Luftmenge von 3'000 Nm³/h resp ein spezifischer Sauerstoffbedarf von **8.0 gO₂/EW*h** nötig ist, um den Ammoniumgrenzwert von 1 mg/l sicher zu erreichen (Simulation auf die 0.8 mg/l durchgeführt). Im Sommer bei warmen Temperaturen (20 °C) ist sogar eine Luftmenge von 3'600 Nm³/h (spezifisch **9.6 gO₂/EW*h**) nötig. (Resultate: Anhang 16.2.)

Tabelle 9: Benötigter Sauerstoffbedarf im Jahr 2030 (grau hinterlegt) für den Winter- und den Sommerzustand als auch für das maximal Szenario 20 °C mit den vorhandenen Beckenvolumen und dem Betriebswert von 3.5 g/l TS im Winter und 3.0 g/l TS im Sommer und unter der Berücksichtigung von Vorfällung (ca 23'300 EW auf Biologie).

Saison	Temp.	Anox-Volumen	Aerob-Volumen	TS	NH ₄ -N	Vor-fällung	O ₂ -Bedarf in Nm ³ Luft	Spez. O ₂ -Bedarf
	[°C]	[m ³]	[m ³]	[g/l]	[mg/l]	[j/n]	[Nm ³ /h]	[gO ₂ / (EW*h)]
Winter	10	0	2700	3.5	0.8	Ja	3'000	8.0
Sommer	15	500	2200	3.0	0.8	Nein	3'000	8.0
Sommer, max	20	0	2700	3.0	1.0	Nein	3'600	9.6

Gemäss Tabelle 9 kann die Ablaufkonzentration von Ammonium **mit Vorfällung** (durch die Reduktion des Schlammmanfalles mit der Vorfällung, können die 10d Schlammalter gewährleistet werden) und einer spezifischen Luftmenge von **8.0 gO₂/EW*h (Spitzenwert 9.6 gO₂/EW*h)** im Jahr 2030 eingehalten werden.

8.3.2 Belüftungseinrichtung

Massgebend für eine funktionierende Nitrifikation gemäss Literatur ist ein spezifischer Sauerstoffeintrag von $8 - 8.5 \text{ kg O}_2/(\text{EW} \cdot \text{h})$ nötig. Dieser wird in der Simulation (Anhang 16.2) für die normalen Zustände im Jahr 2030 gemäss Tabelle 9 im Sommer ohne und im Winter mit Vorfällung bestätigt. Der effektive Bedarf von $3'000 \text{ Nm}^3/\text{h}$ kann mit dem bestehenden Gebläse regime erbracht werden. Die Gebläsestation besteht aus 4 Gebläsen ($3 \times 670 \text{ Nm}^3/\text{h}$ und $1 \times 1'200 \text{ Nm}^3/\text{h}$) mit einer totalen Kapazität von **$3'200 \text{ Nm}^3/\text{h}$** . Die **$3'600 \text{ Nm}^3/\text{h}$** können im maximalen Szenario bei 20°C (Spitzenbedarf) **nicht sichergestellt** werden.

Zudem kann beim Ausfall des grossen Gebläses mit $1'200 \text{ Nm}^3/\text{h}$ der Luftbedarf der Biologie nicht gedeckt werden, was zu einer ungenügenden Reinigungsleistung führt. Da die Gebläse bereits ihre Lebenserwartung erreicht haben, ist ein Ausfall eines Gebläses oder sogar aller Gebläse in den nächsten 10 Jahren gut möglich. Das grosse Gebläse fiel im Mai 2019 aus und musste kurzerhand ersetzt werden. Während des Ausfalles konnte die Biologie mit maximal $2'010 \text{ Nm}^3/\text{h}$ beschickt werden. Ein solcher Ausfall hat wesentliche Folgen auf die Reinigungsleistung der ARA.

Um den Eintrag in die Belebung und die vollständige Nutzung der Gebläse-Luftmenge zu ermöglichen, müssen alle Elemente der Belüftungseinrichtung (Gebläse mit Verteilsystem und Belüfterplatten) die nötige Kapazität aufweisen und als Gesamtsystem optimal funktionieren.

Die bestehenden Belüfterplatten haben gemäss Aussage vom Lieferanten (Roshard) eine Kapazität von **$3'200 \text{ Nm}^3/\text{h}$** (identisch zu den installierten Gebläse). Demzufolge kann mit den installierten Platten die nötige Kapazität im Jahr 2030 von **$3'600 \text{ Nm}^3/\text{h}$** **nicht gewährleistet** werden. Gemäss Lieferant Roshard besteht die Möglichkeit die Belüftungsbecken mit weiteren Belüfterplatten auszustatten, speziell im vorderen Bereich, starkbelasten Bereich. Zudem müssen die Belüfterplatten müssen 3-4 mal pro Tag mit Druckluft gereinigt werden, um den maximalen Durchsatz zu erzielen.

Das Luftverteilsystem wurde im Betrieb getestet. Die Kapazität reicht unter der momentanen Belastung aus. Der Test zeigt jedoch Kapazitätsengpässe für das im Jahr 2030. Bereits in der in der Verteilung auf die beiden Becken entsteht ein Druckverlust von ca. 30 hPa (maximal erlaubter Druckverlust zwischen Gebläse und Belüfterplatten: 50 hPa). Das lässt vermuten, dass der Durchmesser von DN140 zu klein ist. Bereits bei einem Durchmesser mit DN200 würde der Druckverlust wesentlich geringer ausfallen. Das Luftverteilsystem ist allerdings nicht optimal ausgelegt, da die Belüfterplatten von der Mitte des Beckens aus mit Luft versorgt werden. Das hat zur Folge, dass am meisten Luft in der Mitte des Beckens zugeführt wird anstatt am Anfang des Beckens, wo der Luftbedarf aufgrund der hohen Belastung am grössten ist.

8.3.3 Nachklärung

Der Zwillingsräumer der Nachklärung birgt das Risiko, dass bei einem Ausfall die ganze Nachklärung ausfällt und somit die Biologie nicht mehr gesteuert werden kann (Bakterienkonzentration in den Biologiebecken wird über den Rücklaufschlamm aus der Nachklärung kontrolliert. Auch der Überschussschlamm wird aus der Nachklärung abgezogen und in die Schlammbehandlung geführt.

8.3.4 Frachtbewirtschaftung (Presswasser)

Hydraulischer Tagesgang und Stundenteiler

Für eine Anlage am Limit wie die ARA Zwillikon, ist nicht nur die absolute jährliche Belastung, sondern die effektive Tagesspitze massgebend. Die Abbildung 6 stellt dar, dass aktuell von 10 – 12 Uhr Überschreitungen der mittleren Nitrifikationskapazität vorliegt. Die Überschreitungsdauer wird sich bis 2030 mit der erhöhten Belastung verlängern und macht eine gute Bewirtschaftung der Zugabe der Rückläufe aus der Schlammbehandlung notwendig.

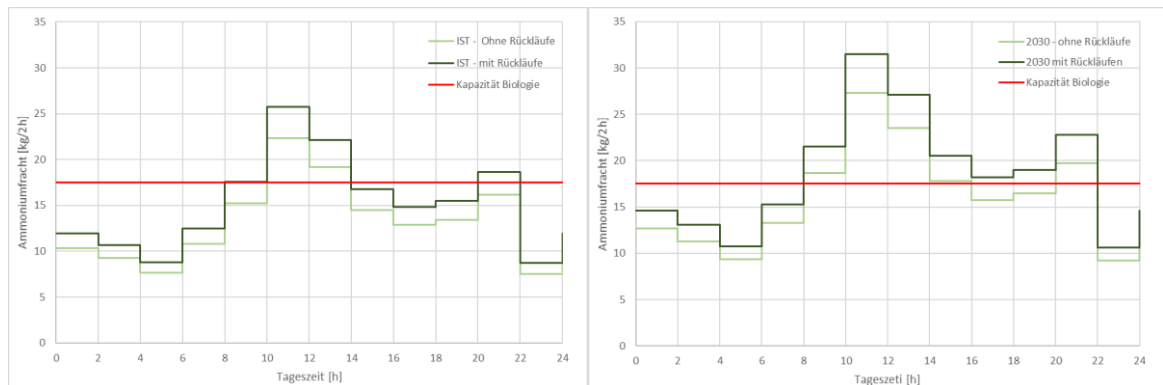


Abbildung 6: links: aktuelle Ammoniumbelastung der Biologie in Zwillikon mit Rückläufen. Rechts die erwartete Belastung im 2030.

Die **Bewirtschaftung der Rückläufe** wird auf der ARA Zwillikon in den kommenden Jahren **zentral**.

8.3.5 Schnittstellen Betrieb Biologie

Um den Betrieb der Biologie sicher zu stellen, müssen alle Elemente der Belüftungseinrichtung die nötige Kapazität aufweisen als Gesamtsystem optimal funktionieren:

	Gebläse	Rohr- leitungen	Belüfter- platten	Belastung Biologie
Bestand	4 Gebläse mit 3'200 Nm³/h - 3 x 670 Nm ³ /h & 1 x 1'200 Nm ³ /h	Test ist aktuell positiv – jedoch DN300 Verteilung / danach DN140	Neue Platten seit 2016/17 mit 3'200 Nm³/h	Siehe vorangehende Kapitel
Beurteilung für 3'000 Nm ³ /h resp max 3'600 Nm ³ /h	Kapazitäts- engpass: Sommer bei 20°C – 3'600 Nm ³ /h; Bei Ausfall grosses Gebläse max 2'010 Nm ³ /h	Druckverlust von ca. 30 hPa in Verteilung beider Becken gemessen (max 50 hPa über ganzes System)	Wenig Belüfter im vorderen Beckenbereich Druckluftspülung ist massgebend für max. Durchsatz	Kontrolle Schlammalter durch Vorfällung -> Anstieg ÜSS- Anfall; NH4 Frachtverteilung

8.4 Schlammbehandlung und Gasanlagen

Mit dem Schlammmanfall im 2030 und dem Nutzvolumen der Faulung von 980 m³ kann eine Aufenthaltszeit: 18 d) mit einem TS von 4.6% eingehalten werden (54.5 m³/d). Mit dem aktuellen TS von 4.2% wird die Aufenthaltszeit ab 27'000 EW knapp. Der Einsatz von einer FRS-Entwässerung ist zu einem späteren Zeitpunkt (2024 mit BHKW und SEA) zu prüfen. Die **Schlammproduktion mit der Vorfällung** ist in den kommenden Jahren zu beobachten.

Der Schlammstapel und die Schlammmentwässerung als auch das BHKW - 840 Nm³/d und vorliegendes Aggregat hat 850 Nm³/d - weisen eine ausreichende Kapazität aus.

Die Schlammmentwässerung (IBS 2009) und das BHKW (IBS 2014) müssen wahrscheinlich in den Jahren 2023 und 2024 aus Altersgründen ersetzt werden. Ob ein Ersatz dann nötig ist, ist 2023 zu prüfen.

8.5 Steuerung/ Energieversorgung

Die Steuerung hat gemäss Branchenkenwerten eine Lebensdauer von 8-10 Jahren. Diverse Steuerungen (Biologie, mechanische Vorreinigung) müssen zur Sicherstellung der Reinigungsleitung bis 2030 ersetzt werden.

Kritisch ist auch die Energieversorgung. Der ARA-eigene **Trafo** kann noch bis **2021** betrieben werden. Danach muss ein neuer Trafo installiert werden. Das Gespräch mit EKZ über die Besitzverhältnisse und Massnahmen ist zu suchen.

9 Schwachstellenanalyse und Risikoabschätzung

Nebst der Kapazität kann auch das Alter einer Anlagestufe und der damit hergehende Komplettausfall ein Risiko für die Funktionstüchtigkeit der Anlage bergen. In Tabelle 10 sind alle Schwachstellen der ARA Zwillikon aufgeführt, die Risiken eingestuft (rot/orange/grün) und deren Adressierung priorisiert. Die Schwachstellen mit der Priorität 1 müssen bis ins Jahr 2022, die mit der Priorität 2 bis ins Jahr 2025 und die mit der Priorität 3 entweder nach 2025 oder nach Bedarf behoben werden, um einen sicheren Betrieb der ARA bis ins Jahr 2030 zu gewährleisten. Ein Augenmerk wird auch auf die Personensicherheit gelegt.

Tabelle 10: Analyse der Schwachstellen und Risikoabschätzung. Rot = grosses Risiko, Orange = mittleres Risiko und Grün = geringes Risiko.

Verfahrensstufe		Schwachstelle	Risiko	Zeit-horizont
V1	Zulauf	Explosimeter ist nicht vorhanden.	Explosive Stoffe können in die ARA (Betriebsgebäude) gelangen.	2022
V2	Steinfang	Ein Steinfang ist nicht vorhanden.	Steine können den Rechen beschädigen, so dass der Rechen nicht mehr funktionstüchtig ist. Ist bis anhin nie geschehen.	2022 (mit Rechen)
V3	Rechenanlage	Rechenanlage und Rechengutwaschpresse (> 20 Jahre) haben die Lebenserwartung überschritten. Der Schaltschrank ist veraltet. Es gibt keine Trocknungsanlage im Rechengebäude -> Feuchtigkeit im Schaltschrank	Komplettausfall des Rechens und der Rechengutwaschpresse.	2022
V4	Havarieschieber	seit fast 40 Jahren in Betrieb; Antriebsmotor	Komplettausfall des Antriebs. Im Notfall müsste im Handbetrieb betrieben werden.	2022
V5	Sandfang	Die Austragspumpen und die Gebläse (> 15 Jahre) haben ihre Lebenserwartung erreicht. Der Sandaustrag ist nicht automatisiert und muss von Hand ein- und ausgeschaltet werden. Das Ablaufsieb in der Sandmulde	Steuerung fällt komplett aus. Sandaustrag funktioniert nicht richtig und Sandmulden können überlaufen. Sand gelangt	2022 (mit Rechen; Steuerungsersatz)

		wird nicht automatisch abgereinigt.	über das VKB in die Schlammbehandlung.	
V6	Vorklärbecken	Durchflussmessung vor Vorklärbecken (2x MID), Pneumatischer Schieber zum statischen Frischschlammabzug	MID-Messung fällt aus, Pneumatischer Schieber fällt aus; Frischschlamm kann nicht mehr abgezogen werden. ÜSS im Sommer beobachten: Vorfällung -> Änderung FRS Anfall	2025
V7	Hebewerk	Die Lebenserwartung ist zwar überschritten aber das Hebewerk ist in einem sehr guten Zustand. Die Lager sind die einzige Schwachstelle.	Ausfall einer Schnecke. Es kann noch 300 l/s gefördert werden. Für die weiteren 80 l/s steht eine mobile Pumpe zur Verfügung.	erledigt, mit Projekt
V8	Zulauf Biologie	Die Weiche im Zulauf zur Biologie ist nicht richtig dicht, wodurch die beiden Strassen nicht komplett unabhängig sind.	Die beiden Strassen können nicht unabhängig voneinander betrieben werden (Störfall: Opferstrasse)/ RLS ist schwer zu regeln.	2022
V9	Biologie	Die Gebläse haben ihre Lebenserwartung erreicht. Die Kapazität der installierten Gebläse und des Luftverteilsystems reicht nicht aus, im Speziellen bei Ausserbetriebnahmen.	Bei Ausfall eines Gebläses kann der Sauerstoffbedarf nicht gedeckt werden. Zudem fehlt für Ausserbetriebnahmen die Redundanz.	2022
V10	P-Fällung	Dimensionierung ausreichend	Ausfallrisiko gering	mit Projekt
V11	Nachklärbecken	Der Zwillingräumer und der Rücklaufschlammabzug (Pn.-Schieber und MIDs)	NKB kann nicht geräumt und Rücklaufschlamm nicht mehr abgezogen werden.	2022
V12	Frischschlamm-schacht	Grösse ist genügend	Ausfallrisiko gering	mit Projekt
V13	Strainpress	Strainpress, FUs und FRS-Leitungen zu und von Strainpress	Ausfall der Strainpress	2022 (mit Rechen; Steuerungsersatz)
V14	Eindicker	Grösse ist genügend	Ausfallrisiko gering	mit Projekt
V15	Faulraum	FRS-Beschickungspumpen und Umwälzpumpen - Notwendige TS im FRS von 4.8% beachten im Jahr 2030 (Heute 4.2%)	Ausfall einer FRS – Beschickungspumpe, einer Umwälzpumpe. Da redundant ausgeführt, ist das Risiko gering. Schlammfall beobachten -> ev FRS-Eindickung nötig.	2025

V16	Schlammstapel	Rührwerk und Pumpe	Ausfall des Rührwerks und der Pumpe	mit Projekt
V17	Schlammmentwässerung	Exzentrerschneckenpumpe-Beschickung-Schlammmentwässerung, Schlammmentwässerungspresse und Verteilschneckenförderer	Ausfall der Schlammmentwässerung – Zu Beurteilen im 2024	2025
V18	Presswasserstapel	Stapelvolumen zur Bewirtschaftung des Presswassers zu klein.	Überlastung der Biologie mit Ammonium.	2022
V19	Messtechnik Schlammbehandlung	Ganze Messtechnik der Schlammbehandlung	Ausfall der Schlammbehandlung	2025
V20	Gasometer	Gasometerballon	Leck am Gasometerballon	> 2025
V21	Gasfackel	Steuerung der Fackel	Gas kann nicht abgefackelt werden.	2025
V22	Regenklärbecken	Rundräumer	Ausfall des Rundräumers	2025
V23	NKB 3 (Havariebecken)	Betonqualität (Risse)	Rückverschmutzung Grundwasser	2022
V24	BHKW	Lebenserwartung wird zwischen 2024 und 2025 erreicht sein.	Ausfall des BHKWs	> 2025
V25	Heizung	Keine bekannt	Ausfallrisiko gering	> 2025
V26	Druck- und Steuerluft Kompressor	Keine bekannt	Ausfallrisiko mittel	2025
V27	Brauchwasser-versorgung	Druckerhöhungspumpen: Lebenserwartung erreicht.	Ausfall des Brauchwassers	2019
V28	Lüftung/Klima	Keine bekannt	Ausfallrisiko gering	mit Projekt
V29	Licht/Kraft	Keine bekannt	Ausfallrisiko gering	mit Projekt
V30	Gebäude-entwässerung	Keine bekannt	Ausfallrisiko gering	mit Projekt
V31	SPS und PLS	Lebensdauer erreicht; Rechenanlage, Betriebsgebäude, Schlammbehandlung.	Aggregate können nicht mehr gesteuert werden, was die Reinigungsleistung der ARA beeinträchtigen kann.	2022/ 2025
V32	Netzwerk	Keine bekannt	Ausfallrisiko hoch	2022
V33	Datenprotokollierung	Keine bekannt	Ausfallrisiko gering	mit Projekt
V34	Betonsanierung, lokal	Lebenserwartung erreicht, diverse Risse	Risse könnten zu Leckagen führen.	laufend
V35	Trafostation	Lebenserwartung erreicht. Wartung durch EKZ noch bis 2021.	Ausfall der Trafostation	2021/22

V36	NSHV 1	Schalter der NSHV im SEA-Gebäude,	Ausfall der NSHV im SEA-Gebäude	2022
V37	NSHV 2	Hauptverteilung	Ausfall der Hauptverteilung	2022
V38	Personensicherheit	Decke im alten Betriebsgebäude unter dem Platz; Einsturzgefahr.	Personen können durch Einsturz der Decke gefährdet sein.	2022
V39	Telefonanlage / Alarmierung	Lebenserwartung wird im Jahr 2027 erreicht.	Ausfall der Alarmierung	> 2025
V40	Gaswarnanlage	Keine bekannt	Ausfall	> 2025

10 Massnahmen

Um die biochemische Situation zu verbessern und die gesetzlich geforderte Reinigungskapazität bis 2030 für die nötigen 29'000 EW sicher zu stellen, müssen über alle Anlageteile Massnahmen in den vier Kategorien **Kapazität**, **Frachtmanagement (Betrieb)**, **Redundanzen** und **Werterhalt** umgesetzt werden.

- **Kapazität** Massnahmen zur Steigerung und Optimierung der biochemischen Kapazität auf 29'000 EW inkl Frachtmanagement (Belastungsverteilung auf die Strassen)
- **Betrieb** Betriebliche Massnahmen (Anpassung TS, SVI oder Frachtbewirtschaftung - Die 29'000 EW sind nur mit Vorfällung & Bewirtschaftung der Rückläufe erreichbar)
- **Redundanzen** Sicherheiten im Betrieb für ausserordentliche Betriebe, Ausserbetriebnahmen und Ausnahmefälle
- **Werterhalt** Ersatz von veralteten Aggregaten und Steuerungen aus Altersgründen

Die Kostenschätzung der Massnahmen basieren auf Massenausgügen, Richtofferten und hochgerechnete Werkvertragspreisen von vergleichbaren Objekten. Die Kostengenauigkeit beträgt +/- 25% und versteht sich exklusiv Mehrwertsteuer.

10.1 Mechanische Vorreinigung

10.1.1 Mechanische Vorreinigung - W

Die Unterverteilung der mechanischen Vorreinigung mit Rechen, Sandfang und Strainpress muss ersetzt werden. Die Aggregate haben ihre Lebensdauer erreicht. Das Projekt umfasst den Ersatz der ganzen SPS bis und mit Automation, den Ersatz des Rechengitters, die Revision des Rechens, der Rechengutwaschpresse und der Strainpress, sowie die Automatisierung der Gitterabreinigung in der Sandmulde. Die FU's der Strainpress Zuführpumpen werden ersetzt. Im Rahmen des Projektes ist der Stababstand des Rechens nach Möglichkeit zu reduzieren.

Idealerweise wird ein Steinfang vor dem Rechen erstellt. Die Wirtschaftlichkeit des Steinfangs muss im Rahmen des Projektes und im 2020 dargelegt werden.

Total Kosten Gesamtpaket mech. Vorreinigung

330'000 CHF exkl MwSt, ohne UVG

10.2 Biologie

10.2.1 Vorfällung - B

Die Biologie weist ohne Massnahmen eine Kapazität von 25'000 EW auf (siehe Kapitel 8.3.1). Die 29'000 EW können **nur mit dem Einsatz der Vorfällung** behandelt werden.

Gemäss Simulation auf den aktuellen Betriebsdaten (Kapitel 8.3.1), kann die Belastung auf die Biologie unter Einsatz der Vorfällung wesentlich verringert werden. Die Vorklärung verfügt heute über eine Abscheideleistung von ca. 36% CSB. Mit Vorfällung kann die Abscheideleistung auf ca. 45% CSB gesteigert werden (siehe Erfahrung mit der ARA Flos, Wetzikon in Abbildung 7). Zudem wird auch die ebenfalls schlammproduzierende P Fracht reduziert.

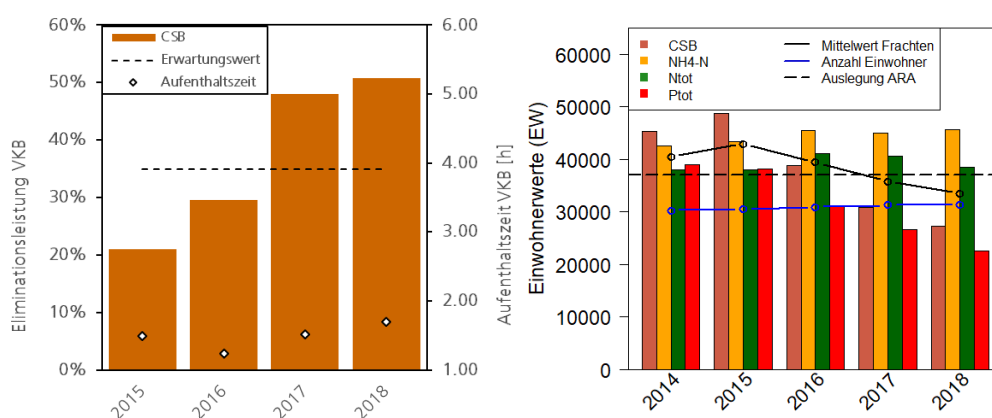


Abbildung 7 Betriebsdaten der ARA Flos in Wetzikon mit einer Vorfällung seit 2017, Steigerung der Eliminationsleistung in der Vorklärung (Links) und Reduktion der Belastung der Biologie (rechts) trotz gleich bleibenden Einwohnerwerten.

Mit dieser Entlastung der Biologie wird die ÜSS Produktion um ca. 20% reduziert. Das erreichbare Schlammalter genügt nun auch bei 30'000 EW für eine Nitrifikation bis 10°C. Die PRS-Menge wird ansteigen, somit kann von einer konstanten Schlammmenge ausgegangen werden. Die Abbildung 8 stellt die Entwicklungsprognose in Relation zu den Reinigungsleistungen dar.

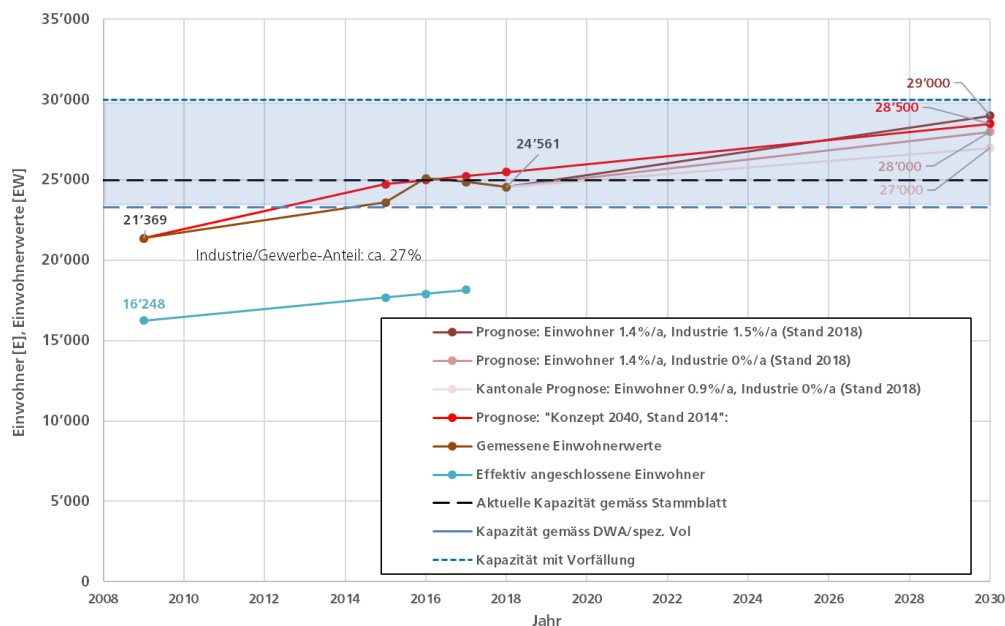


Abbildung 8: Entwicklungsprognose im Einzugsgebiet bis 2030 inkl der Kapazität der bestehenden Anlage (bis 10 °C) mit und ohne Vorfällung.

Die Vorfällung wurde bereits im Jahr 2017 eingeführt und ab 2018 spezifisch genutzt. Gemäss der Simulation muss im Winter sobald die Temperatur im Belebungsbecken unter 15°C fällt, vorgefällt werden. Im Sommer könnte auf eine Vorfällung verzichtet werden, gemäss Simulation ist sogar eine Denitrifikation möglich (Siehe Tabelle 9). Wir empfehlen die **Massnahmen Vorfällung im Winter 19/20 zu testen** und Betriebserfahrung zu gewinnen.

10.2.2 Biologie - Belüftungseinrichtung – K/R

Die Gebläsestation verfügt im Normalbetrieb über eine Kapazität von 3'200 Nm³/h (Kapitel 7.2) und kann die **3'600 Nm³/h** nicht gewährleisten. Bei Ausfall eines Gebläses ist auch keine Redundanz vorhanden. Es gibt mehrere Möglichkeiten diese Problematik zu adressieren. In Tabelle 11 sind drei mögliche Varianten aufgezeigt.

Tabelle 11: Varianten der Gebläsestation zur Einhaltung der Redundanz.

	Ist	Variante 1 4 Gebläse	Variante 2 5 Gebläse	Variante 3 4 Gebläse
Anzahl grosse Gebläse (1'200 Nm ³ /h)	1	2	2	4
Anzahl kleine Gebläse (670 Nm ³ /h)	3	2	3	0
Anzahl Gebläse total	4	4	5	4
Kapazität total (gefordert 3'600 Nm ³ /h)	3'200	3'700	4'410	4'800
Kapazität bei Ausfall	2'010	2'500	3'210 bzw. 3'740	3'600
Total Kosten inkl. EMSRL ohne Unvorhergesehenes		170'000	220'000	260'000

Variante 1 sieht vor, 1 kleines Gebläse durch ein grosses zu ersetzen.

Bei der Variante 2 wird ein grosses Gebläse zu gekauft und die 4 bestehenden Gebläse revidiert. Somit wären 2 grosse und 1 kleines Gebläse (3'070 Nm³/h) in Betrieb und 2 kleine Gebläse würden als

Redundanz eingesetzt werden. Da bei dieser Variante ein Gebläse mehr installiert wäre, müssten auch die Rohrleitungen angepasst werden.

Die Variante 3 plant alle 4 Gebläse durch grosse Gebläse zu ersetzen. In Normalbetrieb wären 3 grosse Gebläse (3'600 Nm³/h) in Betrieb und 1 Gebläse würde als Redundanz eingesetzt werden.

Die Variante 3 ist aus Betriebssicherheitsgründen die beste Variante, da 4 neue Gebläse eingesetzt würden und bei Variante 2 würden die Gebläse lediglich revidiert werden. Die **Variante 2** wird für die Umsetzung im 2020 empfohlen; dies ist am einfachsten realisierbare Lösung und bringt ausreichende Betriebssicherheit – auch bei Ausfall - zusammen mit der Vorfällung und den Ersatzteilen an Lager.

10.2.3 Messtechnik - B

Wichtig ist auch, dass der maximale Luftbedarf für den biologischen Prozess mit der Vorfällung und der Bewirtschaftung der Rückläufe kontrolliert werden kann. In Perioden mit hoher Belastung und warmen Abwassertemperaturen (hoher Sauerstoffbedarf) kann also **die Vorfällung** so eingesetzt werden, dass die bestehende Gebläseleistung sicher genügt. Im Winter braucht es die Vorfällung bei steigender Belastung um die Nitrifikation sicher zu stellen.

Eine Ammoniumsonde im hinteren Drittel der Biologie als Polizist ist versuchsweise einzusetzen.

10.2.4 Luftverteilsystem - K

Die Kapazität des Luftsystems muss für die Belastung 2030 angepasst und optimiert werden, um die Luft so auf die Zonen im Biologiebecken aufzuteilen, dass am Anfang des Beckens mehr Luft zur Verfügung steht, als am Ende. Die geschätzten Kosten von ca. 40'000 CHF beinhalten den gezielten Ersatz der Luftleitungen und die Installation von Regelarmaturen.

Das Gesamtpaket Biologie umfasst die Massnahmen der Kapitel 10.2.2, 10.2.3, 10.2.4 und Vorinstallationen 10.2.5:

Total Kosten Gesamtpaket Biologie

330'000 CHF exkl MwSt, ohne UVG

10.2.5 Erweiterung Anzahl Biologiestrassen - R

Die ARA Zwillikon mit zwei Biologiestrassen entspricht nicht dem Stand der Technik. Muss eine der Strassen Ausserbetrieb genommen werden, steht salopp gerechnet noch eine Kapazität von rund 12'500 EW zur Verfügung. Mit zwei Trennwänden aus Beton können 4 gleich grosse Kompartimente und damit eine redundante Beckenaufteilung erstellt werden. Einfache Dämmbalken werden der Hydraulik nicht Stand halten können (Erfahrung HBT). Einfache Lösungen auch für die provisorischen Pumpen sind im Projekt zu prüfen.

10.2.6 Reinsauerstofftank und weitere Massnahmen - K

Für den Fall, dass nicht genügend Sauerstoff in die Biologie eingetragen werden kann, könnte im Notfall mit Reinsauerstoff nachgerüstet werden. Die Kosten belaufen sich je nach Zeitperiode auf 70'000 (2mt) bis 350'000 CHF (1 Jahr) (2 Monate – 70'000 davon 50'000 für Sauerstoff; 6 Monate – 170'000 davon 150'000 für Sauerstoff). Anbieter Offerten sind vorhanden. Wir empfehlen die **Massnahmen Reinsauerstoff während dem Umbau 20 zu testen** und Betriebserfahrung zu gewinnen. Diese Massnahme ist **bei Bedarf** umzusetzen. Im Rahmen des Projektes Biologie ist der Entscheid 4 Kompartimente gegen Reinsauerstoff zu fällen.

Eine Hochlaststufe im VKB einzurichten ist nicht nötig, da wir mit der Belüftungsanpassung und der Vorklärung sowie der Presswasserbewirtschaftung im nachfolgenden Kapitel ausreichende Kapazität schaffen können.

10.2.7 TS resp SVI - B

Können die 3.5 g/l im Winter nicht gefahren werden aufgrund eines schlechten Schlammindezes, kann der Schlammindezes mit einem Aluminiumhaltigen Fällmittel verbessert werden.

Ein zusätzliches Gebinde kann provisorisch beim Zulauf der Biologie aufgestellt werden. Nach Möglichkeit ist das Alu in den Rücklaufschlamm zu dosieren (gute Einmischung). Das Fällmittel wird zusätzlich zu dem normal verwendeten Eisen-Fällmittel dosiert, der Ersatz des Eisens wäre zu aufwändig. Diese Massnahme ist **bei Bedarf** umzusetzen.

10.2.8 Faulwasser- und Frachtbewirtschaftung - B

Um die Frachten aus dem Faul- und Presswassers gezielt zu dosieren und ein Ausgleich über den Tagesgang zu schaffen, muss das Volumen des Presswasserstapels vergrössert werden. Dies ist auf das Jahr 2022 vorgesehen. Im Jahr 2020 kann aber bereits die Steuerung des Faulwasserabzugs aus den Faulschlammstapeln und der Faulwasserabzug aus dem Presswasserstapel angepasst werden, so dass Faulwasser lediglich während den Nachtstunden, bei tiefen Zulauffrachten, dem Zulauf zugeführt werden. Das gezielte Abarbeiten der Ammoniumspitzen ist nur möglich bei optimalem Betrieb mit einem SVI von 80-110 ml/l, einem TS von 3g/l sowie allen Becken in Betrieb und der aktiven Vorfällung.

Die Frachtbewirtschaftung kann optimiert und die Ammoniumspitzen im Ausbauziel kontrolliert werden, indem über die Mittagszeit (von 10-12) ein Teil des Rohabwassers in das Havariebecken geleitet werden, um dann in den schwächer belasteten Zeiten diese grössere Fracht wieder zu zudosieren. Für eine Frachtbewirtschaftung ist die Installation von 2 Ammoniumsonden in der Biologie zu prüfen. (Siehe auch Messtechnik, Kapitel 10.2.3).

10.3 Schlammbehandlung und Gasanlagen

10.3.1 Presswasserstapel – K/ B

Heute läuft das Presswasser über eine Verdrängerleitung aus dem Presswasserstapel (240 m³) direkt in den Zulauf zur Biologie. Da das Presswasser unkontrolliert auch während Tagesspitzen zu dosiert wird, kann die Biologie kurzfristig überlastet sein (siehe Abbildung 9). Mit einem grösseren Presswasserstapelvolumen, könnte der tägliche Presswasseranfall über 5 – 6 Stunden während der Nacht (Zulauffracht gering) dosiert zuführen und somit die Biologie weniger belasten. Tabelle 12 zeigt das benötigte Presswasserstapelvolumen von heute und im Jahr 2030 auf. Der Presswasserstapel müsste demzufolge um 110 m³ auf 350 m³ vergrössert werden.

Tabelle 12: Berechnung des benötigten Presswasserstapelvolumen in Abhängigkeit einer idealen Presswasserdosierung.

	Heute	Jahr 2030
Total Schlamm zur Entwässerung [m ³ /Wo] (Faul- und Fremdschlamm)	420	480
Total Presswasser in ARA [m ³ /Wo]	310	370
Benötigtes Speichervolumen [m³]	325	350
Vorhandenes Speichervolumen [m³]	240	240

Mit der Vergrößerung des Prozesswasserspeichers kann eine gezielte Dosierung vorgenommen werden. Die Abbildung 9 zeigt, dass die Rückläufe gezielt von 22-8 Uhr und zwischen 16 – 20 Uhr zu dosiert werden sollen.

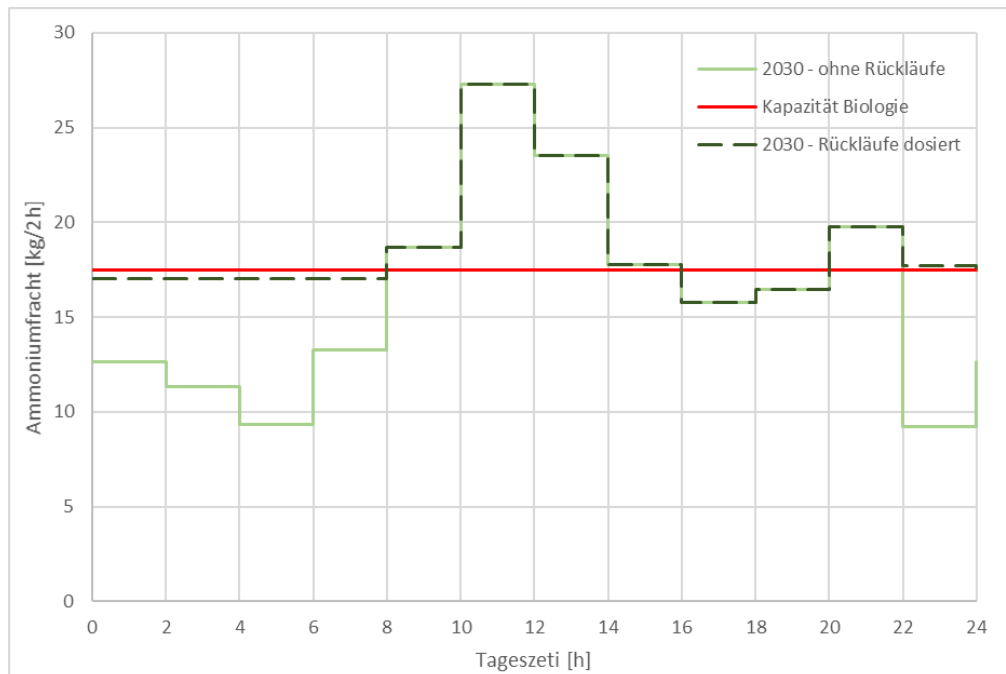


Abbildung 9 Bewirtschaftung der internen Rückläufe der ARA Zwillikon.

Da die Kapazität des Presswasserstapels nicht ausreicht, um das Faulwasser täglich während den Nachtstunden dem Zulauf zu dosieren, sollte der Presswasserstapel von 240 m³ auf 350 m³ erhöht werden. Durch diese Massnahme kann die Biologie während Spitzenbelastungen zukünftig entlastet werden, wodurch mehr Betriebssicherheit entsteht.

Total Kosten Gesamtpaket Prozesswasser

90'000 CHF exkl MwSt, ohne UVG

10.3.2 Schnittstellen Betrieb Biologie

Abbildung 10 fasst die Massnahmen Belüftungseinrichtung inkl Prozesswasserstapel zusammen:

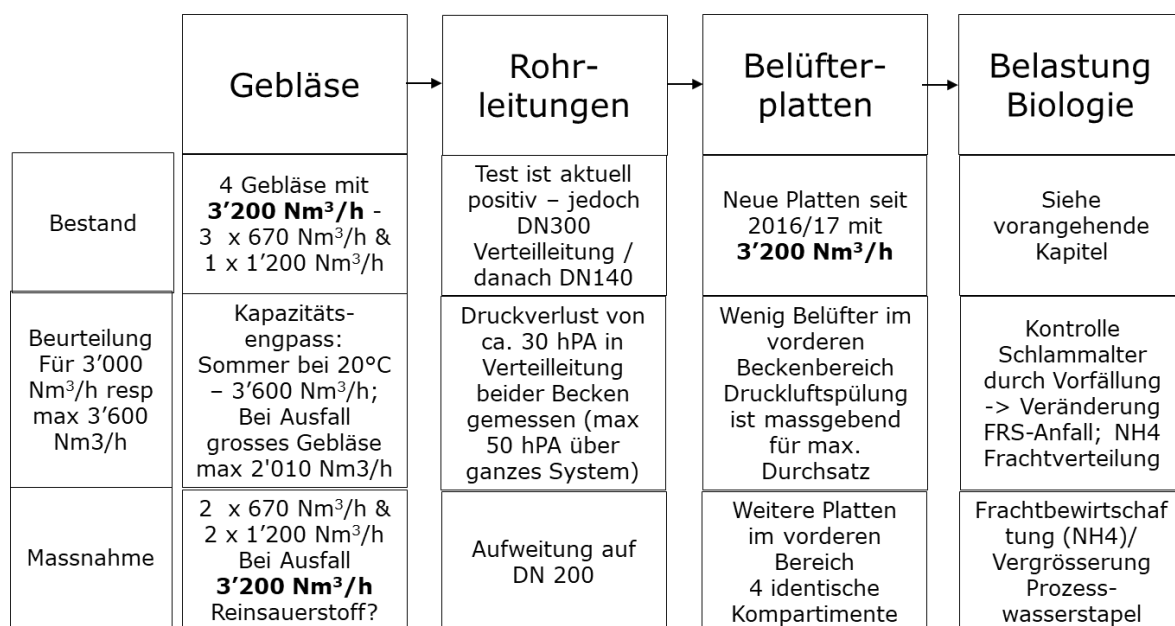


Abbildung 10 Belüftungssystem inkl Prozesswasserstapel mit allen Elementen und Massnahmen

10.3.3 Schlammmentwässerungsanlage – W/K

Die Kapazität der Schlammmentwässerungsanlage sollte auch im Jahr 2030 ausreichen. Gemäss Schwachstellenanalyse sind hier keine Massnahmen nötig. Jedoch besteht die Gefahr, dass die Schlammmentwässerung aufgrund der erreichten Lebensdauer frühzeitig ausfällt. In dieser Situation gibt es drei Möglichkeiten gemäss Tabelle 13: Die Installation einer neuen Schlammmentwässerungsanlage (Variante 1), den Faulschlamm separat zu entsorgen (Variante 2) oder den Faulschlamm mit einer mobilen Entwässerungsanlage entwässern (Variante 3).

Tabelle 13: Vergleich der Varianten bei einem Ausfall der Schlammmentwässerung.

		Variante 1 Neue SEA	Variante 2 FAS- Entsorgung	Variante 3 Mobile Schlamm- entwässerung
Neue SEA	[CHF]	480'000		
Neue SEA, amortisiert (10 Jahre/ 5 Jahre)	[CHF/a]	50'000 / 100'000		
Schlammmentsorgung (Bsp. ARA Bremgarten)	[CHF/a]		400'000	
Transportkosten (Bsp. ARA Bremgarten)	[CHF/a]		200'000	
Mobile Schlammmentwässerung	[CHF/a]			120'000
Entsorgungskosten Faulschlamm: KSV Monoverbrennung	[CHF/a]	150'000		150'000
Betriebskosten	[CHF/a]	25'000	600'000	Inkl. bei Miete
Jahreskosten (zwei Amortisationszeiträume: 10 Jahre/ 5 Jahre)	[CHF/a]	225'000 / 275'000	600'000	270'000

Die Investitionskosten einer neuen Schlammmentwässerungsanlage belaufen sich auf ca. 480'000 CHF ohne Unvorhergesehenes. Mit einer Lebensdauer von 10 Jahren liegt dies bei 50'000 CHF/a und mit den weiteren Betriebs- und Entsorgungskosten bei 225'000 CHF/a. Unter der Berücksichtigung von einem Amortisationszeitraum von 5 Jahren belaufen sich die totalen Jahreskosten auf 275'000 CHF/a.

Die jährlichen Kosten einer Faulschlammmentsorgung zum Beispiel auf der ARA Bremgarten wäre deutlich teurer als der Bau einer neuen SEA oder einer mobilen Installation. Die Faulschlammmentwässerung kann mit einer mobile Schlammmentwässerung für rund 120'000 CHF pro Jahr durchgeführt werden. Die mobile Entwässerung variiert von der benötigten Zeitdauer. Demzufolge lohnt sich der Bau einer neuen Schlammmentwässerungsanlage, wenn die Schlammmentwässerungsanlage vor dem Jahr 2027 ausfällt. Denn ab einem Amortisationszeitraum von 5 Jahren belaufen sich die totalen Jahreskosten für die provisorische Schlammmentwässerung auf 270'000 CHF/a und sind in der gleichen Grössenordnung wie die eigene Schlammmentwässerung.

Total Kosten Gesamtpaket Schlammmentwässerung 480'000 CHF exkl MwSt, ohne UVG

Die Kapazität der Faulung reicht aus: Notwendige TS im FRS von 4.6% für eine Aufenthaltszeit von 18d beachten im Jahr 2030.

10.3.4 BHKW – W/K

Das BHKW wird im Jahr 2024 ca. 10 Jahre in Betrieb sein. Ab diesem Zeitpunkt besteht die Gefahr eines Ausfalles. Ein Ausfall hätte zur Folge, dass das produzierte Biogas über die Gasfackel oder über die Heizung verbrannt werden müsste. Gemäss Energie in ARA sollte die Gasfackel nicht mehr als 200 Stunden pro Jahr laufen. In der Tabelle 14 sind mögliche Varianten bei einem Ausfall des BHKWs aufgezeigt.

Tabelle 14: Vergleich der Varianten bei einem Ausfall des BHKWs.

	Einheit	Variante 1 Neues BHKW	Variante 2 Gas- verbrennung	Variante 3 FRS-Abgabe
Neues BHKW	[CHF]	350'000		
Amortisation (10 Jahre/ 5 Jahre)	[CHF/a]	40'000 / 80'000		
Stromkosten	[CHF/a]		68'000	68'000
Wärmekosten	[CHF/a]		33'000	8'000
FRS-Entsorgung	[CHF/a]			330'000
Wartungsvertrag	[CHF/a]	15'000		
Jahreskosten	[CHF/a]	55'000 / 90'000	101'000	406'000

Die Investitionskosten eines neuen BHKWs belaufen sich auf ca. 350'000 CHF ohne Unvorhergesehenes amortisiert auf rund 40'000 CHF (10 Jahre) oder bei 5 Jahren Amortisationszeitraum auf 80'000 CHF exkl MwSt.. Die Variante FRS-Entsorgung lohnt sich allenfalls nur im Jahr 2030, wenn man nur noch für wenige Monate FRS entsorgen muss. Vom Gesetz her ist Variante 2 nicht umsetzbar, da das Gas nicht über mehrere Jahre verbrannt werden darf. Gemäss dem groben Variantenvergleich lohnt sich der Ersatz des BHKWs bis zum Jahr 2030. Ein Ersatz ist im Jahr 2024 oder 2025 empfehlenswert und ab 2023 zusammen mit der SEA (Kapitel 10.3.3) zu prüfen.

Total Kosten Gesamtpaket BHKW

350'000 CHF exkl MwSt, ohne UVG

10.4 Steuerung/ Energieversorgung

10.4.1 EMSRL - W

Die Niederspannungshauptverteilung 1 und 2 sowie die SPS Betriebsgebäude hat ihre Lebensdauer erreicht und muss ersetzt werden. Der Ersatz der SPS mechanische Vorreinigung ist im Ersatz mechanische Vorreinigung berücksichtigt.

Total Kosten Gesamtpaket EMSRL (NSHV und SPS BG) 115'000 CHF exkl MwSt, ohne UVG

10.4.2 Trafostation - W

Die Bewilligung für den Betrieb der Trafostation läuft per Ende 2021 aus. Ob die Stadt Affoltern am Albis eine Neue Investition tätigen will, oder ob die Trafostation in die Hände des EKZ übergehen soll, ist noch offen. Auch die Frage nach dem langfristigen Unterhalt der Trafostation ist mit dem EKZ zu klären. Die Gespräche mit EKZ müssen jetzt aufgegriffen werden.

Total Kosten Gesamtpaket Trafostation 210'000 CHF exkl MwSt, ohne UVG

11 Notfallkonzept

11.1 Ausserbetriebnahmen

Da die ARA Zwilikon bis 2030 sehr eng gefahren werden muss und keine grossen Puffer hat, werden in diesem Kapitel resp. Tabelle 15 auch die Ausserbetriebnahmen diskutiert.

Tabelle 15: Übersicht über die Verfahrensstufen bei Ausserbetriebnahmen.

	Anzahl	Ausser- betriebnah- me-situation	Konsequenz	Massnahmen
Rechen	1 Aggregat	Bypass	Grobstoffe im VKB	Keine
Sandfang	2 Reaktoren	Alles über ein SF	Mehr Sand im VKB resp Schlammbehandlung	keine
VKB	2 Strassen Zwillings-räumer	Alles über ein VKB	TW: Beschickung VKB (450 m ³) mit 190 l/s -> Reduktion Aufenthaltszeit von 80 min auf 42 min (gefordert: 40-60 min) RW: mit 380 l/s auf ein VKB -> Aufenthaltszeit 20 min (gefordert: 20-30 min)	keine
Biologie	2 Strassen	Alles über eine Strasse	Nur im Sommer und bei TW (Reinigungsleitung Winter nur ca 12'000 EW) Sicherstellen des notwendigen Schlammalter für die Nitrifikation (Abhängig von der Abwassertemperatur) über ÜSS Entnahme und je nach Situation RLS-Regelung.	4 Kompartimente mit Dammbalken/ Belüftungseinrichtung – Ersatzteile Belüftung
NKB	2 Strassen Zwillings-räumer	Alles über eine Strasse	Nur im Sommer und bei TW Biologie hoch fahren auf 4 g/l; Drosselung des Zulaufes möglichst auf 60 l/s; Rest – Speicherung in das NKB3 (bei 120 l/s rund 5-6h Speicherzeit; Kontrolle von Schlamm Spiegel im NKB.	Automatisierung des Räumers mit Ersatzteilen Räumer
Schlammstapel	2 Behälter	Alles über ein Stapelbehälter	Verkürzung der Aufenthaltszeit	0
Faulung	1 Behälter	Nichts	Keine Faulung	Frischschlammabgabe
Entwässerung	1 Maschine	Nichts	Keine Entwässerung	Faulschlammabgabe/ Stopp Faulschlammannahme

Hydraulisch muss bei Ausserbetriebnahmen des VKB oder des NKB eine saubere Frachtbewirtschaftung mit Einbezug des NKB gemacht werden. Gezielt dürfen Ausserbetriebnahmen dieser Verfahrensstufen nur bei Trockenwetter und im Sommer gemacht werden.

Für Havariefälle, falls eine Strasse geopfert werden muss, könnte eine Notinstallation mit Reinsauerstoff gemacht werden. Die Erfahrung HBT zeigt, dass eine solche Installation sehr schnell vorgenommen werden kann (Kapitel 10.2.6).

11.2 Notfallkonzept

Das Notfallkonzept soll für Massnahmen mit hohem Risiko (Ziel: Checkliste für den Betrieb und in Abgleich mit dem Störfallkonzept)

11.2.1 Havarieschieber fällt aus

Fällt ein Antrieb eines Havarieschieber aus, muss der Havarieschieber bei einem Störfall im Handbetrieb geschlossen werden.

11.2.2 Gebläse fällt aus

Falls noch kein redundantes Gebläse vorhanden ist, muss umgehend das Gebläse ersetzt werden. Mit dem Lieferanten sollen Notscenarien für einen Ersatz innert 24h besprochen werden.

11.2.3 Ausfall Rücklaufschlammumpen, Biologie, Betrieb von einer Strasse

Mobile Pumpen sind auf dem Betrieb vorhanden, damit die für Zulauf Umleitung und Rücklaufschlammrückführung gewährleistet werden kann. Mit Dämmbalken ist das eine Kompartiment abzugrenzen. Alternativ kann mit Reinsauerstoff gearbeitet werden. Dies ist im Projekt Biologie 2020 anzuschauen.

11.2.4 Ausfall des Nachklärbeckenräumers

Der Nachklärbeckenräumer wird bereits im Jahr 2019 komplett revidiert und mit Endschaltern ausgerüstet, so dass der Räumerbetrieb bis ins Jahr 2030 gewährleistet werden. Für den Fall, dass der Nachklärbeckenräumer ausfällt, sind Ersatzteile auf Lager vorhanden, so dass Probleme schnell behoben werden können.

11.2.5 Ausfall der Schlammmentwässerungsanlage

Falls die Schlammmentwässerungsanlage vor dem Jahr 2027 ausfällt, muss diese ersetzt werden. Nach dem Jahr 2027 kann mit einer mobilen Entwässerungsanlage Faulschlamm entwässert werden.

11.2.6 Ausfall des BHKWs

Bei einem Ausfall des BHKWs muss das Biogas über die Gasfackel verbrannt werden. Das BHKW muss umgehend ersetzt und wieder in Betrieb genommen werden. Die Gasheizung ist redundant zum BHKW.

12 Zusammenfassung der Massnahmen

In Tabelle 16 sind alle Massnahmen inkl. Kostenschätzung aufgelistet. Die Kostenschätzung ist jeweils ohne Unvorhergesehenes. Für das Budget wird ein jeweiliger Zuschlag von 25% für Unvorhergesehenes und Planungshonorar berücksichtigt. Die Massnahmen sind nach Verfahrensstufe benannt – umfassen jeweils diverse weitere Massnahmen-, den Realisierungsjahren zugeordnet und gegliedert in die vier Kategorien. Das Realisierungsjahr gibt die Dringlichkeit der Massnahme vor. Die Kosten werden pro Jahr

zusammengefasst und angegeben in Total und möglich in die Erfolgsrechnung, daraus resultieren dann die Gesamtkosten pro Jahr ohne und mit UVG.

Tabelle 16: Massnahmen und Kostenschätzung ohne Unvorhergesehenes.

Verfahrensstufe		Massnahmen	Kategorie	Kosten
2019 – NKB und Brauchwasser				
V13	Strainpresspumpe	Ersatz FU	W	5'000
V7	Hebewerk	Jährliche Prüfung der Lager.	W	24'000 – 2'000
V8	Zulauf Biologie	Abtrennung	K	6'000
V11	Nachklärbecken	Der Zwillingsräumer wird mit Endschaltern ausgerüstet und neu programmiert. Ersatz der PN.-Schieber. Betonsanierung.	W/ K	185'000
V27	Brauchwasserversorgung	Ersatz bei Bedarf	W	30'000
V34	Betonsanierungen, lokal	Sanierungen bei Bedarf	W	60'000 – 5'000
Total 238'000/ Erfolgsrechnung 77'000 -> Investitionsrechnung 161'000/ inkl UVG 200'000				
2020 - Biologie				
V23	NKB 3 (Havariebecken)	Lokale Betonsanierung	W	30'000
V13	Strainpresspumpe	Ersatz FU	W	5'000
V7	Hebewerk	Jährliche Prüfung der Lager.	W	24'000 – 2'000
V9	Biologie	Ersatz der Gebläse und Ausbau Luft-Verteilsystem, Messtechnik (NH4-Sonde)	K/ R/ B	330'000
V15	Faulraum	Ersatz der Umwälzpumpen und der FRS-Beschickungspumpe.	W	60'000
V17	Exzentrerschneckenpumpe (SEA Beschickung)	Ersatz der Exzenterbeschickungspumpe	W	15'000
V34	Betonsanierungen, lokal	Sanierungen bei Bedarf	W	60'000 – 5'000
Total 447'000/ Erfolgsrechnung 7'000 -> Investitionsrechnung 440'000/ inkl UVG 550'000				
2021 – Zulauf & mechanische Reinigung, Teil 1				
V1	Zulauf	Einbau eines Explosimeters	R/ B	12'000
V4	Havarieschieber	Ersatz der beiden Schützen inkl. Antrieb und Anpassung EMSRL	W	9'000

V3	Rechenanlage	Total Revision mit Ersatz des Rechenrosts und Anpassung EMSRL, Ersatz des Schaltschranks und Einbau einer Trocknungsanlage im Rechengebäude	W/ B/ R	124'000
V5	Sandfang	Ersatz der Sandaustragspumpen, Ersatz der Gebläse bei Bedarf, Sandaustrag und Abreinigung der Sandmulde automatisieren.	W/ B/ R	65'000
V7	Hebewerk	Jährliche Prüfung der Lager.	W	24'000 – 2'000
V19	Messtechnik Schlammbehandlung	Ersatz der Messtechnik inkl. Schaltschrank, elektrische Installationen und Steuerung	W/ R	50'000
V31	SPS und PLS	Ersatz, Anpassung des PLS. Diverse Anpassungen am PLS.	W/ R	180'000
V32	Netzwerk	Ersatz der Netzwerkkomponente und LWL-Verkabelung	W	30'000
V34	Betonsanierungen, lokal	Sanierungen bei Bedarf	W	60'000 – 5'000
V35	Trafostation	Ersatz der Trafostation – Teil 1	W/ R	70'000
V37	NSHV 2	Ersatz der Hauptverteilung	W/ R	35'000
Total 552'000/ Erfolgsrechnung 11'000 -> Investitionsrechnung 540'000/ inkl UVG 680'000				
2022 – Zulauf & mechanische Reinigung, Teil 2				
V2	Steinfang	Bau eines Steinfangs vor der Rechenanlage	B	130'000
V13	Strainpress	Revision der Strainpress inkl. Steuerung und Messtechnik, Ersatz der FU's und Ersatz der Leitungen bei Bedarf.	W/ R	45'000
V6	Vorklärbecken	PN-Schieber: Ersatz bei Bedarf	W	5'000
V7	Hebewerk	Jährliche Prüfung der Lager.	W	24'000 – 2'000
V13	FRS Beschickungspumpen	Pumpenersatz – Teil 1	W	15'000
V21	Gasfackel	Anpassung der Steuerung der Fackel.	W/ R	15'000

V34	Betonsanierungen, lokal	Sanierungen bei Bedarf	W	60'000 – 5'000
V35	Trafostation	Ersatz der Trafostation – Teil 2	W/ R	140'000
V36	NSHV 1	Ersatz der Schalter alle 5 Jahre	W/ R	10'000
V38	Personensicherheit	Statische Massnahmen mit Holzstützen.	B/ W	10'000
Total 337'000/ Erfolgsrechnung 82'000 -> Investitionsrechnung 295'000/ inkl UVG 370'000				
2023 – Schlamm				
V6	Vorklärbecken	MID-Messung und PN-Schieber: Ersatz bei Bedarf – Teil 1	W	25'000
V7	Hebewerk	Jährliche Prüfung der Lager.	W	24'000 – 2'000
V13	FRS Beschickungspumpen	Pumpenersatz – Teil 1	W	15'000
V16	Schlammstapel	Rührwerk und Pumpe: Ersatz bei Bedarf	W	15'000
V18	Presswasserstapel	Vergrösserung des Stapelvolumens	B/ K	90'000
V26	Druck- und Steuerluft Kompressor	Ersatz bei Bedarf	W	20'000
V34	Betonsanierungen, lokal	Sanierungen bei Bedarf	W	60'000 – 5'000
Total 170'000/ Erfolgsrechnung 15'000 -> Investitionsrechnung 155'000/ inkl UVG 190'000				
2024 – Gas				
V22	Regenklärbecken	Ersatz des Rundräumers bei Bedarf	W	15'000
V13	Strainpress	Ersatz der Leitungen bei Bedarf.	W	15'000
V6	Vorklärbecken	MID-Messung und PN-Schieber: Ersatz bei Bedarf – Teil 2	W	25'000
V7	Hebewerk	Jährliche Prüfung der Lager.	W	24'000 – 2'000
V20	Gasometer	Ersatz des Gasometerballons bei Bedarf	K/ W	60'000
V24	BHKW	Ersatz bei Ausfall	K/ W	350'000
V34	Betonsanierungen, lokal	Sanierungen bei Bedarf	W	60'000 – 5'000
Total 470'000/ Erfolgsrechnung 2'000 -> Investitionsrechnung 470'000/ inkl UVG 590'000				

2025 – Schlammmentwässerung				
V7	Hebewerk	Jährliche Prüfung der Lager.	W	24'000 – 2'000
V17	Schlammmentwässerung	Ersatz bei Bedarf	K/ W	480'000
V31	SPS und PLS	Ersatz, Anpassung des PLS. Diverse Anpassungen am PLS.	W/ R	60'000
V34	Betonsanierungen, lokal	Sanierungen bei Bedarf	W	60'000 – 5'000
Total 547'000/ Erfolgsrechnung 2'000 -> Investitionsrechnung 545'000/ inkl UVG 680'000				
2026 – Diverses				
V16	Schlammstapel	Rührwerk und Pumpe: Ersatz bei Bedarf	W	10'000
V33	Datenprotokollierung	Ersatz im 2026	B	20'000
V34	Betonsanierungen, lokal	Sanierungen bei Bedarf	W	60'000 – 5'000
Total 37'000/ Erfolgsrechnung 2'000 -> Investitionsrechnung 35'000/ inkl UVG 40'000				
2027 – Diverses				
V7	Hebewerk	Jährliche Prüfung der Lager.	W	24'000 – 2'000
V36	NSHV 1	Ersatz der Schalter alle 5 Jahre	W/ R	10'000
V34	Betonsanierungen, lokal	Sanierungen bei Bedarf	W	60'000 – 5'000
Total 17'000/ Erfolgsrechnung 2'000 -> Investitionsrechnung 15'000/ inkl UVG 20'000				
2028 – Diverses				
V7	Hebewerk	Jährliche Prüfung der Lager.	W	24'000 – 2'000
V34	Betonsanierungen, lokal	Sanierungen bei Bedarf	W	60'000 – 5'000
V39	Telefonanlage / Alarmierung	Ersatz im 2027	W/ R	65'000
Total 72'000/ Erfolgsrechnung 2'000 -> Investitionsrechnung 70'000/ inkl UVG 90'000				
2029 – Diverses				
V7	Hebewerk	Jährliche Prüfung der Lager.	W	24'000 – 2'000

V34	Betonsanierungen, lokal	Sanierungen bei Bedarf	W	60'000 – 5'000
Total 7'000/ Erfolgsrechnung 2'000 -> Investitionsrechnung 5'000/ inkl UVG 10'000				
2030 – Diverses				
V7	Hebewerk	Jährliche Prüfung der Lager.	W	24'000 – 2'000
V34	Betonsanierungen, lokal	Sanierungen bei Bedarf	W	60'000 – 5'000
Total 7'000/ Erfolgsrechnung 2'000 -> Investitionsrechnung 5'000/ inkl UVG 10'000				
Ab 2030 und im Projekt				
V10	P-Fällung	keine	-	-
V12	Frischschlammschacht	keine	-	-
V14	Eindicker	keine	-	-
V25	Heizung	keine	-	-
V28	Lüftung/Klima	Laufendes Budget, Ersatz bei Bedarf	W	-
V29	Licht/Kraft	Laufendes Budget, Ersatz bei Bedarf	W	-
V30	Gebäudeentwässerung	Ersatz bei Bedarf	W	-
V40	Gaswarnanlage	keine	-	-
Total ohne Unvorhergesehenes und ohne Mehrwertsteuer [CHF]:				
Total 2.945 Mio / Erfolgsrechnung 208'000 -> Investitionsrechnung 2.737 Mio / inkl UVG 3.43 Mio Davon zwingend erwartet bis 2022 Investitionsrechnung 1.59 Mio / inkl UVG 1.99 Mio Davon zwingend erwartet bis 2030 Investitionsrechnung 1.75 Mio / inkl UVG 2.19 Mio				

13 Kosten

In Tabelle 17 werden die Massnahmen gemäss Tabelle 16 werden final zusammengefasst und deren Notwendigkeit zur Umsetzung ausgewiesen. Es ist ersichtlich, dass die Massnahmen bis 2023 **zwingend** umgesetzt werden müssen, um den Betrieb bis 2030 funktionstüchtig zu halten.

Ab 2023 muss bei diversen Massnahmen die Situation neu beurteilt werden, ob die aufgeführten Massnahmen effektiv umgesetzt werden müssen. Die Investitionskosten gemäss Tabelle 17 sind für den Erhalt der Funktionsstüchtigkeit der Anlage bis 2030 und sind von den Betriebs-/Werterhaltungskosten der Gesamten Anlage abzugrenzen. Mit 3% der Gesamtanlage liegen die Werterhaltungskosten bei rund 300'000 CHF pro Jahr dies kann für die Jahre ab ca 2024 noch auf die Anlage zukommen.

Die aufgeführten Kosten sind unabhängig von der Zukunftslösung ARA Reuss-Obfelden oder Alleingang.

Tabelle 17: Massnahmen und Kostenschätzung ohne und mit Unvorhergesehenem, zudem mit der Angabe zur Notwendigkeit. Je weiter der Betrachtungshorizont desto ungenauer werden die Kosten und müssen zu einem späteren Zeitpunkt erneut beurteilt werden.

Jahr	Massnahmen gemäss Tabelle 16	Kosten [CHF]				
		Projekt	inkl. UVG	Notwendig	inkl. UVG	inkl. UVG
2019	NKB und Brauchwasser	161'000	200'000	100%	200'000	200'000
2020	Biologie	440'000	550'000	100%	550'000	550'000
2021	Zulauf & mechanische Reinigung, Teil 1	540'000	680'000	100%	680'000	680'000
2022	Zulauf & mechanische Reinigung, Teil 2	295'000	370'000	100%	370'000	370'000
2023	Schlamm	155'000	190'000	100%	190'000	190'000
2024	Gas	470'000	590'000	13%		80'000
2025	Schlammmentwässerung	545'000	680'000	9%		60'000
2026	Diverses	35'000	40'000	50%		20'000
2027	Diverses	15'000	20'000	50%		10'000
2028	Diverses	70'000	90'000	11%		10'000
2029	Diverses	5'000	10'000	100%		10'000
2030	Diverses	5'000	10'000	100%		10'000
	Total Kosten		3'430'000		1'990'000	2'190'000

14 Schlussfolgerung

Die ARA Zwillikon hat ein hohes Alter erreicht. Um die Betriebssicherheit und Funktionstüchtigkeit bis ins Jahr 2030 zu gewährleisten, müssen Massnahmen bei der mechanischen Vorreinigung, der Biologie und beim Schlamm sowie bei den Steuer- und Schaltanlagen getroffen werden.

Zwingend sind Massnahmen von rund 2.2 Mio CHF exkl Mwst umzusetzen. Ausgewiesen sind über den ganzen Zeitraum Massnahmen für einen Kostenrahmen von 3.43 Mio CHF exkl Mwst. Ab 2024 stehen diverse Massnahmen an, für welche dann entschieden werden muss, ob diese umgesetzt werden.

Hydraulisch kann die Anlage auch im 2030 die Wassermenge verarbeiten.

15 Weiteres Vorgehen

- Kenntnisnahme der Studie durch die BK 24. Juni 2019
- Bestätigung/ Freigabe durch das AWEL anfangs August 2019
- Finale Verabschiedung der BK 26. August 2019
- Einfließen der Massnahmen in das Budget 2020 resp die Investitionsplanung Juli/August 2019
- Umsetzung der Massnahmen NKB bis Ende 2019
- Planung Massnahmen Biologie mit Entscheid Reinsauerstoff ab Herbst 2019
- Ergreifen der Gespräche mit EKZ bezüglich Trafo ab Herbst 2019
- Prüfung Vorfällung und Auswertung der Daten -> Beobachtung Schlammanfall bis 2023
- Schritt für Schritt Umsetzung der Massnahmen bis 2023
- Neue Beurteilung BHKW und Schlammmentwässerung und -Eindickung 2023

Zürich, 17. September 2019
rm/gr

HUNZIKERBETATECH

Hunziker Betatech AG
Bellariastr. 7
8002 Zürich

16 Anhang

16.1 Hydraulische Dimensionierung

Im Jahr 2030 ist mit einem mittleren Q_{TW} von rund 8'000 m³/d zu rechnen. Da der Gewerbe- und Industrieanteil am Abwasser als konstant über die Zeit angenommen werden kann, sprich die Industrie und das Gewerbe im Knonaueramt im gleichen Masse zunehmen wird wie die Bevölkerung, wird auch das Verhältnis von Einwohner zu Einwohnergleichwert konstant bleiben. Somit kann die zukünftige biologische Belastung der ARA abgeschätzt werden. Die Tabelle 18 zeigt die aktuelle Abschätzung.

Tabelle 18: Berechnung des zukünftigen Abwasseranfalls auf der ARA Zwillikon gemäss GEP-Musterhandbuch.

		Betriebs- daten	Prognose	
		Mittelwerte (2015-18)	2025	2030
Einwohnerwerte	EW	24'500	27'500	30'000
Spez. Trinkwasserverbrauch	m ³ /EW/d	0.15	0.15	0.15
$Q_{S,d}$ (Mittelwert)	m ³ /d	3'675	4'125	4'500
Fremdwasseranteil	%	44	44	44
Q_F (Mittelwert)	m ³ /d	2'890	3'240	3'535
$Q_{TW,d}$ (Mittelwert)	m ³ /d	6'565	7'365	8'035
Stundenteiler	h/d	14	14	14
$Q_{S,h}$	l/s	73	82	89
$Q_{F,h}$	l/s	33	38	41
$Q_{TW,h}$	l/s	106	119	130
$Q_{ARA\ max}$	l/s	212	238	260
Verfügung AWEL: $Q_{TW,h}$	l/s	190		
Verfügung AWEL: $Q_{ARA\ max}$	l/s	380		

Es gilt die Verfügung vom AWEL

Fremdwasseranfall

Gemäss der Umfrage der Gemeinden im Jahr 2018 (V-GEP) lag der Frischwasserverbrauch im Jahr 2017 bei ca. 1.3 Mio m³ bzw. **147 l/EW/d**. Der Mittelwert liegt weit unter dem schweizerischen Durchschnitt von 178 l/EW/d, ist jedoch von Gemeinde zu Gemeinde unterschiedlich (Siehe Kostenteiler 2018). Der mittlere Fremdwasseranfall berechnet sich aus der Differenz zwischen mittlerem Trockenwetteranfall und mittlerem Schmutzwasseranfall. Der mittlere Trockenwetteranfall im Jahr 2017 betrug gemäss Abbildung 2 / 3 ca. 6'324 m³/d und der mittlere Schmutzwasseranfall ca. 3'662 m³/d. Demzufolge war der mittlere Fremdwasseranfall im Jahr 2017 ca. 2'662 m³/d bzw. 42 %. Gemäss dem VGEP-Bericht «Zustandsbericht Fremdwasser» aus dem Jahr 2018 beläuft sich der mittlere Fremdwasseranteil ebenfalls auf ca. 42 %. Der Fremdwasseranteil der Jahre 2015, 2016 und 2018 wurde über die Abwasserkonzentrationen ermittelt. Der mittlere Fremdwasseranteil der letzten vier Jahre beträgt

ca. 44 %. Dies ist ein relativ hoher Wert, welcher gesenkt werden sollte. Da es sich bei Fremdwasser um unbelastetes Wasser handelt, ist es auf Abwasserreinigungsanlagen nicht erwünscht. Ein Wert unter 30 % ist anzustreben. Im Rahmen der GEPs in den Gemeinden werden in den kommenden Jahren Massnahmen umgesetzt.

Tabelle 19: Auswertung des Schmutzwassers und Fremdwassers der letzten Jahre.

	Einheit	2015	2016	2017	2018	Mittel
Q_{TW,d} (Mittelwert)	m ³ /d	6'368	7'252	6'324	5'687	6'408
Q_{S,d} (Mittelwert)	m ³ /d	3'566	3'336	3'662	3'754	3'581
Q_{fremd} (Mittelwert)	m ³ /d	2'802	3'916	2'662	1'934	2'827
Fremdwasseranteil	%	44	54	42	34	44
Q_{d,85%}	m ³ /d	13'366	17'899	12'518	9'972	13'439

16.2 Kapazität Biologie

Leistungsfähigkeit ARA Zwillikon 2030

Grundlagen

Belastung 2030 Biologie

EW		30'000	
		ohne VF	mit VF
CSB	[kg/d]	2400	1980
N tot	[kg/d]	330	330
P tot	[kg/d]	48	33

V BB 2'700 m³
 O₂ Eintrag 2'040 m³/h
 TS Winter 3.5 g/l
 TS Sommer 3.0 g/l
 TGL 3 Tage gemessen Februar 2019
 Faulwasser bereits bewirtschaftet
 Kein zusätzliches Rücknahmepotenzial Obfelden, Hausen
 Härte ≥ 5 mmol/l

Die heutige CSB Elimination über das VKB beträgt 36%. Mit Vorfällung darf mit 45 % CSB Elimination gerechnet werden.

Abschätzung Leistungsfähigkeit Biologie ARA Zwillikon

nach dwa A 131 & M 368

UeSS Produktion			
Belastung	[EW]	30'000	23'300
		ohne VF	mit VF
nach dwa	[g/EW*d]	41	41
	[kg/d]	1230	955
Biomasse	[g/l]	3.5	3.5
	[kg]	9450	9450
SA	[d]	7.7	9.9

Simulation ASM111

Simulation	T oC	Anox m ³	Aerob m ³	TS g/l	VF	NH ₄ -N mg/l	O ₂ Bedarf			Installiert max Nm ³ /h
							kgO ₂ /d	Nm ³ /h	gO ₂ /EW*h	
1	10	0	2700	3.5	Nein	2.0	1980	3135	8.4	3336
2	11	0	2700	3.5	Nein	1.3	2004	3173	8.5	3336
3	10	0	2700	3.5	Ja	0.8	1890	2993	8.0	3336
4	15	500	2200	3	Nein	0.8	1890	2993	8.0	3336
5	14	500	2200	3	Nein	1.1	1880	2977	7.9	3336
6	20	0	2700	3	Nein	0.1	2280	3610	9.6	3336

Resultat:

Die Biologie der ARA Zwillikon kann bei 10 oC, einer TS von 3.5 g/l und mit einer Vorfällung auch 2030 stabil nitrifizieren. Ohne Vorfällung genügt die Biologie bis 12 oC. Im Sommer könnte ein Teil der Biologie anoxisch betrieben werden. Die Sauerstoffeintragskapazität ist en detail zu überprüfen. Eine überschlagsmässige Abschätzung aufgrund der Simulation verglichen mit den 2040 Nm³/h aus der Stammkarte (stimmt dieser Wert noch?) zeigt ein deutliches Defizit.

Winterthur, 05.03. 2019, eh

Damit ein Schlammalter von 10d erzielt werden kann, muss vorgefällt werden. Die Simulation mit einer Belastung auf die Biologie von 23'300 EW benötigt 8.0 – 8.5 gO₂/EW*h.

Druckfehler beim Spitzenwert: 1.0 mg/l NH₄ als Ziel nicht die 0.1.

16.3 Prozesswasserstapel

Tabelle 20 zeigt das, bis im Jahr 2030, benötigte Presswasserstapelvolumen auf, um das Presswasser optimal dem Zulauf zu dosieren zu können. Der Presswasserstapel müsste demzufolge um 110 m³ vergrößert werden.

Tabelle 20: Berechnung des benötigten Presswasserstapelvolumen in Abhängigkeit einer idealen Presswasserdosierung.

	Heute	Jahr 2030
Faulschlammanfall [m ³ /Wo]	320	380
Fremdschlammanfall [m ³ /Wo]	100	100
Total Schlamm zur Entwässerung [m³/Wo]	420	480
Schlammmentwässerung [m ³ /h]	9	
Laufzeit pro Woche [d/Wo]	1.9	2.2
Presswasseranfall [m ³ /Wo]	410	470
Presswasserrücknahme [m ³ /Wo]	100	100
Total Presswasser in ARA [m³/Wo]	310	370
Presswasser pro Tag in ARA [m ³ /d]	44	52
Speicherzeit pro Woche [d/Wo]	5.1	4.8
Benötigtes Speichervolumen [m³]	325	350
Vorhandenes Speichervolumen [m³]	240	240

16.4 Ausserbetriebnahmen

Überprüfung Ausserbetriebnahme VKB:

			Aufenthaltszeit [h]	
			Volle Kapazität (900 m ³)	Halbe Kapazität (450 m ³)
Q _{TW,mittel} (Stammkarte alt)	m ³ /d	12'500	1.7	0.9
Q _{TW,mittel} (Stammkarte 04)	m ³ /d	9'600	2.2	1.2
Q _{TW,mittel} (Betriebsdaten)	m ³ /d	6'400	3.4	1.7
Q _{TW,max}	l/s	190	1.3	0.7
Q _{RW,max}	l/s	380	0.7	0.3

Beilagen

1. Matrix: detaillierte Übersicht

