

ANSCHLUSS MÄNNEDORF AN ARA RORGUET ERWEITERTE MACHBARKEITSSTUDIE



TECHNISCHER BERICHT

Baden, 30.01.2024/V12

Zweckverband ARA Meilen-Herrliberg-Uetikon am See
Bahnhofstrasse 35
8706 Meilen

Gemeinde Männedorf
Bahnhofstrasse 10
8708 Männedorf

HOLINGER AG

Mellingerstrasse 207, CH-5405 Baden

Telefon +41 56 484 85 00

baden@holinger.com

| Version | Datum | Sachbearbeitung | Kontrolle | Verteiler |
|----------------|--------------|------------------------|------------------|---|
| V6 | 15.12.2022 | Jaqueline Schriefl | Gian Andri Levy | ZV ARA Rorguet Gemeinde Männedorf AWEL Kt. ZH |
| V7 | 13.01.2023 | Jaqueline Schriefl | Gian Andri Levy | ZV ARA Rorguet Gemeinde Männedorf AWEL Kt. ZH |
| V8 | 27.01.2023 | Jaqueline Schriefl | Gian Andri Levy | ZV ARA Rorguet Gemeinde Männedorf AWEL Kt. ZH |
| V9 | 19.05.2023 | Jaqueline Schriefl | Gian Andri Levy | ZV ARA Rorguet Gemeinde Männedorf AWEL Kt. ZH |
| V10 | 11.12.2023 | Jaqueline Schriefl | Gian Andri Levy | ZV ARA Rorguet Gemeinde Männedorf AWEL Kt. ZH |
| V11 | 22.12.2023 | Jaqueline Schriefl | Gian Andri Levy | ZV ARA Rorguet Gemeinde Männedorf AWEL Kt. ZH |
| V12 | 30.01.2024 | Jaqueline Schriefl | Gian Andri Levy | ZV ARA Rorguet Gemeinde Männedorf AWEL Kt. ZH |

INHALTSVERZEICHNIS

| | |
|--|-----------|
| ZUSAMMENFASSUNG | 7 |
| 1 EINFÜHRUNG | 10 |
| 1.1 AUSGANGSLAGE | 10 |
| 1.2 PROJEKTZIELE | 10 |
| 2 GRUNDLAGEN | 11 |
| 2.1 DATENGRUNDLAGE | 11 |
| 3 RAHMENBEDINGUNGEN ARA RORGUET | 12 |
| 3.1 ÜBERSICHT DER ANLAGE | 12 |
| 3.2 KATASTERPLAN | 12 |
| 3.3 OBERFLÄCHENGEWÄSSER | 13 |
| 3.4 HOCH- UND GRUNDWASSER | 13 |
| 3.5 ARCHÄOLOGIE | 14 |
| 4 EINLEITBEDINGUNGEN | 15 |
| 4.1 STICKSTOFFELIMINATION | 15 |
| 4.2 MIKROVERUNREINIGUNG | 16 |
| 4.3 VGEP ARA RORGUET | 16 |
| 5 DIMENSIONIERUNGSBELASTUNG | 17 |
| 5.1 BEVÖLKERUNGSENTWICKLUNG | 17 |
| 5.1.1 ARA Rorguet | 17 |
| 5.1.2 ARA Männedorf | 17 |
| 5.2 BIOCHEMISCHE BELASTUNG ZUSAMMENSCHLUSS | 18 |
| 5.3 HYDRAULISCHE ANLAGENBELASTUNG | 18 |
| 5.3.1 ARA Rorguet | 18 |
| 5.3.2 Biochemische Anlagenbelastung | 20 |
| 5.3.3 Ablaufqualität und Eliminationsgrad | 22 |
| 5.4 ARA MÄNNEDORF | 24 |
| 5.4.1 Verfahren | 24 |
| 5.4.2 Hydraulische Anlagenbelastung | 24 |
| 5.4.3 Biochemische Anlagenbelastung | 26 |
| 5.4.4 Ablaufqualität | 27 |
| 5.5 HYDRAULISCHE BELASTUNG ZUSAMMENSCHLUSS | 27 |
| 6 ELIMINATION VON MIKROVERUNREINIGUNGEN | 29 |
| 6.1 GRUNDLAGEN | 29 |
| 6.1.1 Redundanz | 29 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 6.1.2 | Hydraulik | 30 |
| 6.2 | VERFAHREN UND MACHBARKEIT | 30 |
| 6.2.1 | Ozonung vor Sandfiltration | 30 |
| 6.2.2 | PAK-Dosierung vor Sandfiltration | 33 |
| 6.3 | FAZIT UND EMPFEHLUNG | 36 |
| 7 | IST-ZUSTAND | 37 |
| 7.1 | ARA RORGUET | 37 |
| 7.1.1 | Verfahren | 37 |
| 8 | MASSNAHMEN ANSCHLUSS | 40 |
| 8.1 | GRENZBEREINIGUNG ARA RORGUET | 40 |
| 8.2 | ERWEITERUNG ARA RORGUET | 41 |
| 8.3 | PUMPWERK MÄNNEDORF | 41 |
| 8.3.1 | Ausgangslage | 41 |
| 8.3.2 | Weiterhin genutzte Anlageteile | 42 |
| 8.3.3 | Pumpstation | 43 |
| 8.3.4 | Vorgehen Umbau | 46 |
| 8.3.5 | Betrieb und Unterhalt | 47 |
| 8.3.6 | Umnutzung Areal ARA Männedorf | 47 |
| 8.4 | DRUCKLEITUNG | 48 |
| 8.4.1 | Anschlusspunkt | 48 |
| 8.4.2 | Geologie | 48 |
| 8.4.3 | Linienführung | 48 |
| 8.4.4 | Leitungsmaterial | 50 |
| 8.4.5 | Reinigung Pumpendruckleitung | 50 |
| 8.4.6 | Schächte | 52 |
| 9 | KOSTEN | 53 |
| 9.1 | BERECHNUNG DES KOSTENTEILERS | 53 |
| 9.2 | EINKAUF IN VERBANDSVERMÖGEN UND STILLE RESERVEN | 55 |
| 9.3 | LANDERWERB ARA RORGUET | 56 |
| 9.4 | GESAMTINVESTITIONEN | 57 |
| 9.5 | BETRIEBSKOSTEN UND JAHRESKOSTENRECHNUNG | 60 |
| 10 | ALLEINGANG DER ARA WEIERN | 62 |
| 11 | WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNGEN | 63 |
| 11.1 | REDUKTION DER MAXIMALEN FÖRDERMENGE PUMPWERK MÄNNEDORF | 63 |
| 11.2 | REDUKTION EINKAUF IN STILLE RESERVEN | 64 |
| 11.3 | VERÄNDERUNG DER GESAMTINVESTITIONEN | 65 |

| | | |
|-----------|----------------------|-----------|
| 12 | OFFENE PUNKTE | 67 |
| 13 | TERMINPLANUNG | 68 |

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Übersichtsplan ARA Rorguet | 12 |
| Abbildung 2: Katasterplan Ausschnitt ARA Rorguet | 13 |
| Abbildung 3: Oberflächengewässer ARA Rorguet | 13 |
| Abbildung 4: Grundwasserkarte ARA Rorguet | 14 |
| Abbildung 5: Hochwasserkarte ARA Rorguet | 14 |
| Abbildung 6: Bevölkerungsentwicklung Gemeinde Meilen bis 2050 | 17 |
| Abbildung 7: Bevölkerungsentwicklung Gemeinde Männedorf bis 2050 | 17 |
| Abbildung 8: Zuflusssummenkurve ARA Rorguet 2019 - 2021 | 19 |
| Abbildung 9: Trockenwetterzufluss 2019 - 2021 ARA Rorguet | 19 |
| Abbildung 10: Ablaufrachten VKB in Verhältnis zu Grenzwerten ARA Rorguet in % | 21 |
| Abbildung 11: Ablaufwerte ARA Rorguet im Verhältnis zu den Einleitbedingungen in % | 22 |
| Abbildung 12: Gesamtstickstoffelimination in Abhängigkeit vom Zufluss ARA Rorguet | 23 |
| Abbildung 13: Fliessschema Gesamtanlage ARA Männedorf (Quelle HBT) | 24 |
| Abbildung 14: Trockenwetterzufluss 2019 - 2021 ARA Männedorf | 25 |
| Abbildung 15: Verfahrensschema Ozonung | 30 |
| Abbildung 16: Anbau Ozonung, Platzbedarf ca. 220 m ² (rot) | 32 |
| Abbildung 17: Verfahrensschema der Pulveraktivkohle-Dosierung vor den Sandfilter, in dem die PAK abgetrennt wird | 34 |
| Abbildung 18: Anbau PAK-Dosierung vor Sandfiltration, Platzbedarf 250 m ² | 35 |
| Abbildung 19: Fliessschema Gesamtanlage ARA Rorguet | 37 |
| Abbildung 20: amtliche Vermessung Areal ARA Rorguet | 38 |
| Abbildung 21: Grenzbereinigung Variante MV5-10 | 40 |
| Abbildung 22: Erweiterungsbau für Biofiltration und Ozonung | 41 |
| Abbildung 23: Vergleichbare trocken aufgestellte Zentrifugalpumpen. | 45 |
| Abbildung 24: Vergleichbarer Druckschlagdämpfer | 46 |
| Abbildung 25: Linienführung Druckleitung | 48 |
| Abbildung 26: Querung Bahnlinie Anschluss Männedorf - Meilen | 49 |
| Abbildung 27: Schichtaufbau Faserzementrohr | 50 |
| Abbildung 28: Visualisierung des Comprex-Verfahrens zur Reinigung der Druckleitung | 51 |
| Abbildung 29: Beispiel Entlüftungsschacht | 52 |
| Abbildung 30: Beispiel Entleerungsschacht mit Spüleinrichtung | 52 |
| Abbildung 31: Brutto-Geldflussdiagramm der zu tätigen Investitionen exkl. BAFU-Zahlungen (D. Noger) | 59 |
| Abbildung 32: Netto-Geldflussdiagramm der zu tätigen Investitionen inkl. BAFU-Zahlungen (D. Noger) | 60 |

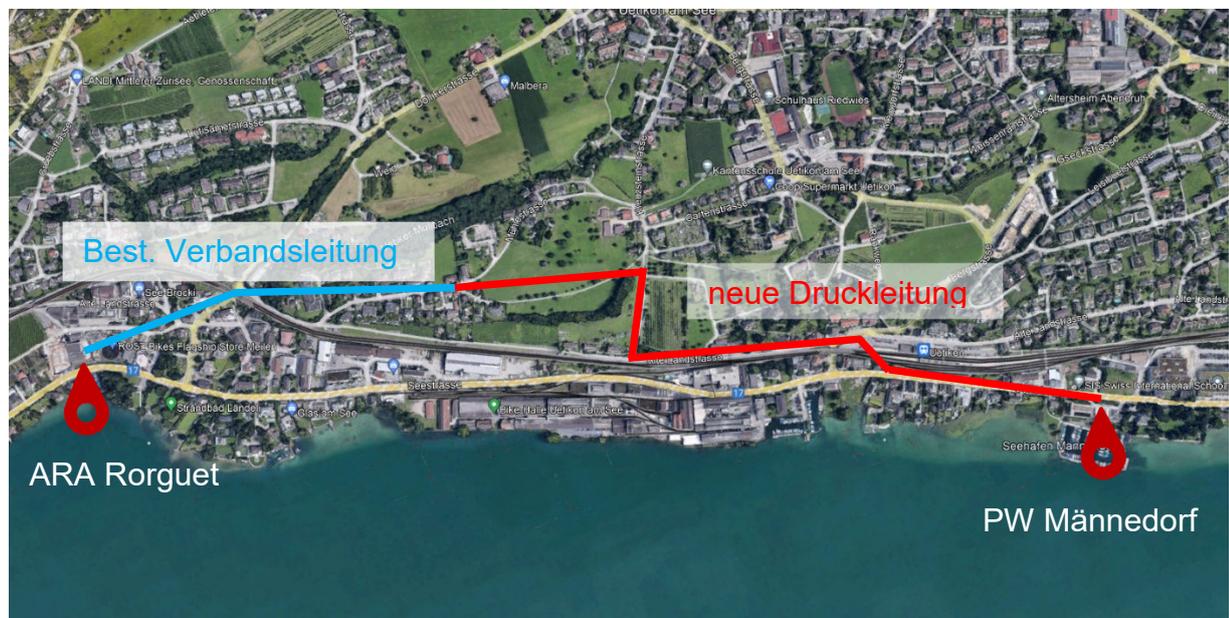
TABELLENVERZEICHNIS

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: geltende Einleitbedingungen AWEL, Vorfluter Zürichsee | 15 |
| Tabelle 2: Biochemische Belastung ARA Rorguet bei Zusammenschluss im Ablauf Vorklärung | 18 |
| Tabelle 3: Hydraulische Anlagenbelastung ARA Rorguet 2019 - 2021 | 18 |
| Tabelle 4: Auslastung und Dimensionierung ARA Rorguet | 20 |
| Tabelle 5: spezifische Frachten für Abwasserwerte (85%-Werte) gemäss VSA Empfehlung 2016 | 20 |
| Tabelle 6: Schmutzfrachten ARA Rorguet 2019 - 2021 in Rohwasser und Ablauf VKB | 21 |
| Tabelle 7: Elimination N_{tot} mit und ohne Zentrat aus der Schlammbehandlung von Männedorf | 23 |
| Tabelle 8: Kennzahlen ARA Männedorf | 24 |
| Tabelle 9: Hydraulische Anlagenbelastung ARA Männedorf 2019 - 2021 | 25 |
| Tabelle 10: hydraulische Anlagenbelastung Mittelwert der 85%-Werte aus den Jahren 2019-2021, inkl. Dimensionierungsgrösse, ARA Männedorf | 25 |
| Tabelle 11: Schmutzfrachten ARA Männedorf 2019 - 2021 in Rohwasser und Ablauf VKB | 27 |
| Tabelle 12: Dimensionierung Zusammenschluss | 28 |
| Tabelle 13: Hydraulische Belastung inkl. Spülwasser | 30 |
| Tabelle 14 LOX-Tank und Ozonung | 32 |
| Tabelle 15 Dimensionierung PAK-Silo und Dosierstation | 33 |
| Tabelle 16: Investitions- und Betriebskosten 4. Reinigungsstufe | 36 |
| Tabelle 17: Pumpendaten nach Betriebsarten | 44 |
| Tabelle 18: Übersicht Kostenteiler für Zusammenschluss ARA Rorguet und ARA Männedorf | 54 |
| Tabelle 19: Einkauf in Verbandsvermögen und stille Reserven ARA Rorguet | 56 |
| Tabelle 20: Gesamtinvestition Biofiltration, Ozonung, Pumpwerk und Druckleitung (exkl. MwSt., inkl. 15% UVG in BKP5) | 57 |
| Tabelle 21: Kostenaufteilung Erweiterung der Biofiltration | 58 |
| Tabelle 22: Kostenteiler für Investition Anschluss Männedorf | 58 |
| Tabelle 23: Investitionskosten aufgeteilt nach Gemeinden exkl. 75 % BAFU-Abgeltung (exkl. MwSt.) | 59 |
| Tabelle 24: Investitionskosten aufgeteilt nach Gemeinden inkl. 75 % BAFU-Abgeltung (exkl. MwSt.) | 59 |
| Tabelle 25: Betriebsrechnung nach ARA Zusammenschluss | 61 |
| Tabelle 26: Kostenaufteilung Erweiterung der Biofiltration mit max. Hydraulik Männedorf 160 l/s | 64 |
| Tabelle 27: Einkauf in Verbandsvermögen und stille Reserven ARA Rorguet (reduzierter Wert ZöBA) | 65 |
| Tabelle 28 und Tabelle 29: Kostenaufteilung mit reduzierter Hydraulik und stillen Reserven (exkl. und inkl. BAUF-Zuschüsse) | 65 |
| Tabelle 30: neue Jahreskostentabelle | 66 |

ZUSAMMENFASSUNG

Nach der Diskussion der Machbarkeitsstudie vom 13.01.2021 kamen der Zweckverband ARA Meilen-Herrliberg-Uetikon am See und die Gemeinde Männedorf zum Entschluss, dass aus wirtschaftlichen und gewässerschutzrechtlichen Gründen ein Anschluss von Männedorf an die ARA Rorguet detaillierter geprüft werden soll. Daher wurde die vorliegende erweiterte Machbarkeitsstudie beauftragt. Für den Anschluss werden folgende Massnahmen geplant:

- Die ARA Männedorf wird aufgehoben und in ein Pumpwerk umgebaut, wobei die offenen Klärbecken rückgebaut werden und die frei werdende Fläche voraussichtlich in einen öffentlichen Park am See umgestaltet wird. Die übrigen Bauten, die Parkplätze und das Sandfiltergebäude bleiben erhalten.
- Die Druckleitung führt vom Pumpwerk Männedorf ein kurzes Stück entlang der Seestrasse und unterquert danach die SBB-Linie. Die Druckleitung verläuft danach in der alten Landstrasse, der Kreuzsteinstrasse und dem Mühlerainweg. In der Mühlestrasse wird das Abwasser in den Verbandskanal eingeleitet.
- Der Biofilter der ARA Rorguet wird für die Bewältigung der zusätzlichen Abwasserfrachten um 50 % gegen Westen hin erweitert. Die übrigen Objekte können mit geringen Anpassungen auch nach einem Zusammenschluss weiter genutzt werden.
- Für die 4. Reinigungsstufe wird ein Neubau westlich des Filters erstellt. Als Prozesstechnik eignet sich die Ozonung oder PAK-Dosierung vor der Filtration. Der Flächenbedarf und die Investitionen der beiden Varianten sind vergleichbar, bei den Betriebskosten hat die Ozonung deutliche Vorteile. Die Wahl des Verfahrens muss zu einem späteren Zeitpunkt mit den Bewilligungsbehörden abgestimmt werden.



Die Projektarbeiten bestätigen, dass der Anschluss der ARA Männedorf an die ARA Rorguet technisch möglich ist. Die erforderlichen Bauflächen im Westen der heutigen Biofiltration können durch Grenzbereinigungen und Flächenabtausch beschafft werden.

Als Organisationsform bietet sich die Erweiterung des Zweckverbandes an, indem Männedorf

als neue Gemeinde in den Verband aufgenommen wird. Ein Entwurf der Statuten für die Erweiterung des Zweckverbandes liegt vor.

Die Investitions- und Betriebskosten werden im Kapitel 9 dargestellt. Der Zusammenschluss löst Investitionen von CHF 22.07 Mio. (exkl. MwSt.) aus sowie einen Einkauf in das Verbandsvermögen von CHF 5.7 Mio. Die Investitionen werden gemäss der Nutzung differenziert auf den Abwasserverband und Männedorf/Uetikon verteilt. Hierzu wird vorab ein Kostenteiler ermittelt. Die Erweiterung der Biofiltration und die 4. Reinigungsstufe wird durch den Zweckverband gebaut und finanziert, wobei die Gemeinden Männedorf/Uetikon einen Investitionsanteil am Biofilter übernehmen. Das Pumpwerk Männedorf, die Druckleitung und der Einkauf ins Verbandsvermögen werden anteilig nur durch die Gemeinden Männedorf und Uetikon finanziert. All diese neuen Objekte werden unter der Führung des Zweckverbandes erstellt und gehen mit der Inbetriebsetzung in sein Eigentum über.

In der weiteren Planung ist durch die Finanzspezialisten der Gemeinden zu definieren, wie die Finanzierung und Amortisation des Investitionen des Abwasserverbandes erfolgen soll.

Vorteile für die heutigen Zweckverbandsgemeinden:

Für den Zweckverband ARA Rorguet ergeben sich sowohl für den gemeinsamen Bau der 4. Reinigungsstufe wie auch bei den Jahreskosten Vorteile. Die spez. Jahreskosten (Betriebskosten und Kapitalkosten) reduzieren sich von aktuell 91 auf 85 CHF/EW*a.

Die Kapazität der Biofiltration ist heute bezüglich organischer Belastung bereits voll ausgelastet. Mit der Erweiterung der Biofiltration um 50 % wird gleichzeitig eine Entwicklungsreserve von 14 % geschaffen, mit welcher das Bevölkerungswachstum bis 2050 vorweggenommen werden kann. Der heutige Zweckverband beteiligt sich daher auch finanziell entsprechend an dieser Kapazitätserweiterung.

Bei allen künftigen Investitionen für die Sanierung, den Werterhalt und die Erneuerung von bestehenden oder für den Bau von neuen Verfahrensstufen (z.B. N-Elimination) kann die Finanzierung und der Betrieb auf einen um 27.5 % grösseren Kostenträger verteilt werden. Es kann somit erwartet werden, dass die spezifischen Kosten pro Einwohner dank dem Anschluss günstiger ausfallen werden.

Vorteile für die Gemeinde Männedorf:

Der Alleingang der ARA Männedorf wurde in der Studie von HBT (August 2023) dargestellt. Die Gegenüberstellung weist für den Alleingang je nach Variante im Vergleich zum Anschluss an die ARA Rorguet höhere Jahreskosten von 88 - 125 CHF/EW*a aus. Bei beiden Varianten muss davon ausgegangen werden, dass infolge der gesteigerten Anforderungen an die Stickstoffelimination weitere Investitionen notwendig werden. Beim Alleingang muss Männedorf diese Zusatzmassnahmen selbst finanzieren. Beim Zusammenschluss muss sich Männedorf nur anteilmässig beteiligen, was wegen dem Skalierungseffekt günstiger ist. Diese Aussage gilt auch für alle künftigen Investitionen in die gemeinsam genutzten Abwasserreinigungsanlagen.

Bei einer Reduktion der maximalen Wassermenge des Pumpwerkes können die Investitionen von Männedorf und Uetikon a.S. weiter reduziert werden. Die Bewilligungsfähigkeit dieser Option wird aktuell überprüft.

Beim Zusammenschluss wird eine Fläche von rund 1'900 m² direkt am See frei und kann einer neuen Nutzung zu Gunsten der Öffentlichkeit zugeführt werden.

Durch die Mitbenutzung der 4. Reinigungsstufe der ARA Rorguet wird auch das Abwasser von Männedorf mit einer besseren Qualität in den Zürichsee eingeleitet. Dadurch ergibt sich ein ökologischer Mehrwert, der allen Gemeinden mit Seewassernutzung zugute kommt.

Durch den Anschluss an die ARA Rorguet gewinnt die Abwasserreinigung der Gemeinde Männedorf an Verfügbarkeit. Die Mehrstrassigkeit der ARA Rorguet ist besser ausgebildet und auch die Teilnahme am Personalpool der ARA Rorguet gewährleistet eine höhere Betriebssicherheit, da künftig 5 Mitarbeiter den Betrieb der gesamten Sonderbauwerke im Netz und der gemeinsamen ARA sicherstellen.

Allgemeine Schlussfolgerung:

Der Anschluss der Gemeinde Männedorf an die ARA Rorguet hat somit für beide Seiten Vorteile. Als Folge der Erweiterung des Zweckverbandes ARA Rorguet durch die Gemeinde Männedorf entsteht für keine der vier beteiligten Gemeinden ein Nachteil.

Kläranlagenzusammenschlüsse entsprechen einem klaren Trend und einer übergeordneten Strategie von AWEL und VSA. In grösseren ARA-Betriebseinheiten lassen sich die Qualität der Abwasserreinigung besser gewährleisten und die künftigen Herausforderungen gemeinsam effizienter meistern. Grössere ARAs weisen tendenziell auch günstigere Investitions- und Betriebskosten auf.

Somit kann der Anschluss der Gemeinde Männedorf an den Zweckverband ARA Rorguet gesamtheitlich empfohlen werden.

1 EINFÜHRUNG

1.1 AUSGANGSLAGE

Die HOLINGER AG hat im Auftrag des Zweckverbands ARA Rorguet – Herrliberg – Uetikon am See und der Gemeinde Männedorf den Anschluss der Gemeinde Männedorf an die ARA Rorguet geprüft. Die Machbarkeitsstudie vom 13.01.2021 kam zum Ergebnis, dass ein solcher Anschluss technisch machbar und dank dem Skalierungseffekt wirtschaftlich interessant ist.

Für ARAs am Zürichsee müssen ab 24'000 angeschlossenen Einwohnern Massnahmen zur Elimination von Mikroverunreinigungen (EMV) getroffen werden. Darüber hinaus wurden im Sommer 2021 vom nationalen Parlament zwei Motionen verabschiedet. Die eine fordert, eine Erweiterung der EMV-Stufen bei Kläranlagen in der Schweiz, die zweite Motion fordert eine ganzjährige, erweiterte Stickstoffelimination und damit zusätzliche biologische Kapazitäten für alle ARAs. Die ARA Rorguet ist aufgrund ihrer Lage im Einzugsgebiet des Zürichsees und wegen der Anzahl der angeschlossenen Einwohner (27'199 EW) verpflichtet, bis Ende 2035 mit dem Bau einer Reinigungsstufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen anzufangen. Sowohl im Falle eines Alleingangs als auch bei einem Zusammenschluss würde somit der Bau einer 4. Reinigungsstufe auf der ARA Rorguet notwendig werden.

Bei einem Anschluss von Männedorf wird das Abwasser mittels eines Pumpwerks und einer Druckleitung nach Meilen gefördert. In diesem Fall wird eine Kapazitätssteigerung der bestehenden Biofiltration von rund 50 % erforderlich sowie der gemeinsame Bau der 4. Reinigungsstufe. Bereits ab dem 1.1.2024 wird der Frischschlamm der ARA Männedorf zur ARA Rorguet transportiert und künftig gemeinsam behandelt und entsorgt. Somit wird die Schlammbehandlung bereits für die künftig vergrösserten Schlammfrachten ausgerüstet.

Um die finanziellen Folgen des Zusammenschlusses korrekt darzustellen, wurden von den EVU Partners ein Gutachten erarbeitet. Deren Schlussfolgerungen sind in Kapitel 9 erläutert. Ebenso wurden bereits die Grundzüge für die Anpassungen der Verbandsstatuten entworfen, so dass die Gemeinde Männedorf in den bestehenden Abwasserverband aufgenommen werden kann.

1.2 PROJEKTZIELE

Ziel dieser erweiterten Machbarkeitsstudie ist die Erarbeitung des Konzepts für einen Anschluss von Männedorf an die ARA Rorguet mit dem Ziel, das Abwasser aus dem erweiterten Einzugsgebiet ab dem 01. Januar 2031 auf der ARA Rorguet zu reinigen unter Berücksichtigung der absehbaren Entwicklung in den Einzugsgebieten und den Anforderungen der Gesetzgebung. Dies beinhaltet

- eine Bevölkerungsprognose der vier Gemeinden bis 2050.
- die Ermittlung der Ausbaugrösse der ARA Rorguet anhand der heutigen und prognostizierten Schmutzfrachten sowie Abwassermengen.
- Darstellung der vier Teilprojekte Pumpwerk Männedorf, Druckleitung, Ausbau der Abwasserstrasse ARA Rorguet und Evaluation von geeigneten Verfahren für die vierte Reinigungsstufe.
- Kostenschätzung der Gesamtinvestition und Betriebskosten der Bestvariante.
- Darstellung der Wirtschaftlichkeit für beide Parteien.
- Landbeschaffung und notwendige Umzonung.
- Erarbeiten eines Grobterminprogramms.

2 GRUNDLAGEN

2.1 DATENGRUNDLAGE

- [1] Bestandspläne ARA Rorguet zur Bestimmung der Platzverhältnisse für verschiedene Ausbauvarianten
- [2] Betriebsdaten und -kosten ARA Rorguet 2019 - 2021
- [3] Betriebsdaten und -kosten ARA Männedorf 2019 - 2021
- [4] Regionalisierte Bevölkerungsprognose für den Kanton Zürich 2020 – 2050, Bezirk Meilen und Männedorf
- [5] Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG)
- [6] Gewässerschutzverordnung (GSchV)
- [7] Gefahrenkarten des Kantons Zürichs, gis.zh.ch 22.06.2022
- [8] Beurteilung der Behandelbarkeit von Abwasser mit Ozon, Envilab AG, 2016
- [9] Elimination von Mikroverunreinigungen auf Abwasserreinigungsanlagen, AWEL 2020
- [10] V-GEP ARA Rorguet, HOLINGER AG
- [11] Massnahmenplan Wasser des Kantons Zürich (2012)
- [12] Elimination von Mikroverunreinigungen auf ARA, Fachartikel Aqua&Gas N°11, 2017
- [13] Abklärungen Verfahrenseignung Ozon, Empfehlung VSA, 24. März 2017
- [14] Zu behandelnde Abwassermenge und Redundanz von Reinigungsstufen zur Entfernung von Mikroverunreinigungen, Empfehlung VSA, 27. Oktober 2015
- [15] Statuten Zweckverband ARA Meilen-Herrliberg-Uetikon a.S. vom 23.9.2018
- [16] Machbarkeitsstudie 2021, Anschluss der ARA Männedorf an die ARA Rorguet, HOLINGER AG, 13.01.2021
- [17] ARA Weiern, Männedorf, Werterhaltungsmassnahmen, Zukunftstrategie, Hunziker Betatach AG, 13. Juli 2021
- [18] ARA Weiern, Männedorf, Machbarkeitsstudie Alleingang, HBT, 11. August 2023

3 RAHMENBEDINGUNGEN ARA RORGUET

3.1 ÜBERSICHT DER ANLAGE

Die ARA Rorguet behandelt das Abwasser aus den Gemeinden Meilen, Herrliberg und Uetikon am See und ist für gesamthaft 52'000 Einwohnerwerte (EW) sowie ein Q_{RW} von 450 l/s dimensioniert. Seit der Erstinbetriebnahme 1967 wurde die Anlage mehrfach erweitert. Von 2011 bis 2013 erfolgte eine vollständige Sanierung der ARA sowie der Neubau der Biofiltration inkl. Filtration, um die strengen Gewässerschutzbestimmungen zu erfüllen.

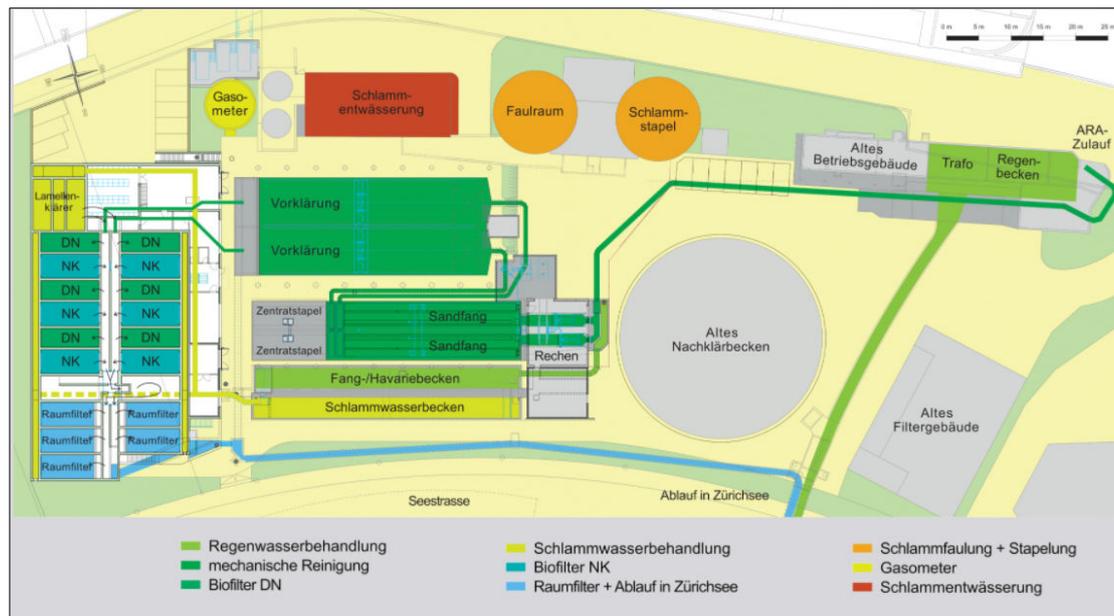


Abbildung 1: Übersichtsplan ARA Rorguet

Die ARA inkl. Regenbecken im Netz bieten ein totales Regenwasser-Speichervolumen von 6'035 m³. Dieses setzt sich wie folgt zusammen:

- Regenklärbecken ARA = 920 m³
- Fang- und Havariebecken ARA = 500 m³
- Einstau der Zulaufkanäle vor ARA = 280 m³
- Regenbecken und Pumpwerke im Netz = 4'355 m³

Die ARA Rorguet behandelt das Abwasser heute in 3 Reinigungsstufen (mechanische Stufe, biologische Stufe, Raumfiltration). Der anfallende Klärschlamm wird eingedickt, in der Fäulung stabilisiert und anschliessend entwässert und in Grosscontainer verladen. Die Schlammverbrennung und künftig evtl. auch die Phosphorrückgewinnung erfolgt extern im Klärwerk Werdhölzli.

3.2 KATASTERPLAN

Die ARA befindet sich auf dem eigenen Grundstück 12226 und auf der Baurechtsparzelle 12081, welche beide der Zone für öffentliche Bauten zugeordnet sind. Die Grundstück 12248 und 12249 gehören ebenfalls dem Zweckverband, da diese Flächen aktuell nicht mehr für die Abwasserreinigung genutzt werden, werden sie im Baurecht an Private für gewerbliche Nutzung vermietet.

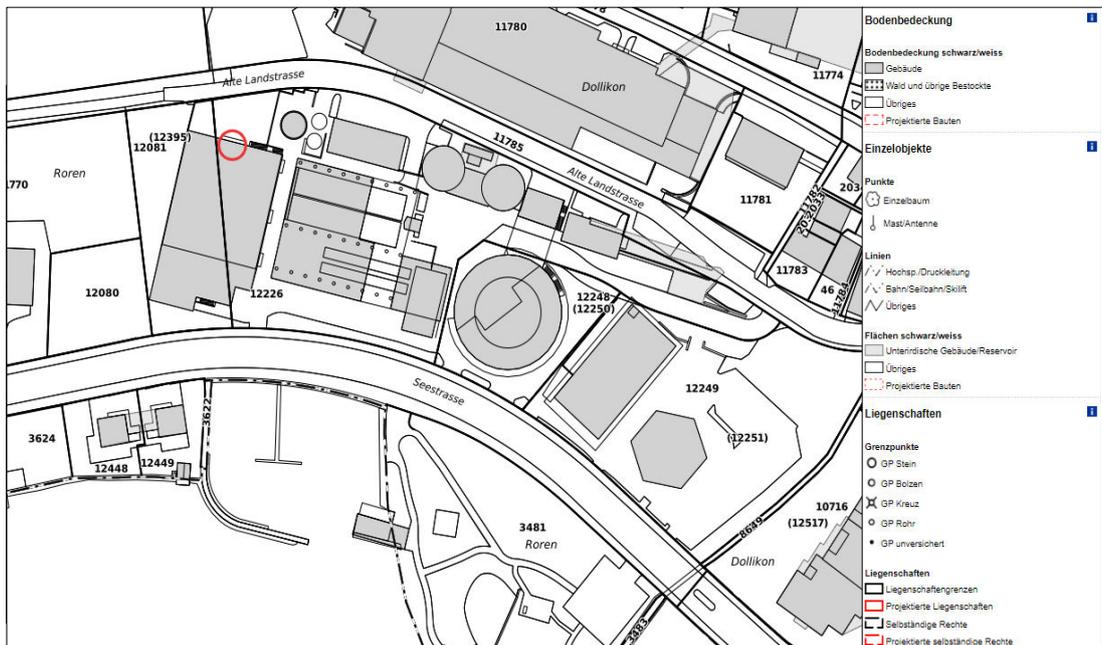


Abbildung 2: Katasterplan Ausschnitt ARA Rorguet

3.3 OBERFLÄCHENGEWÄSSER

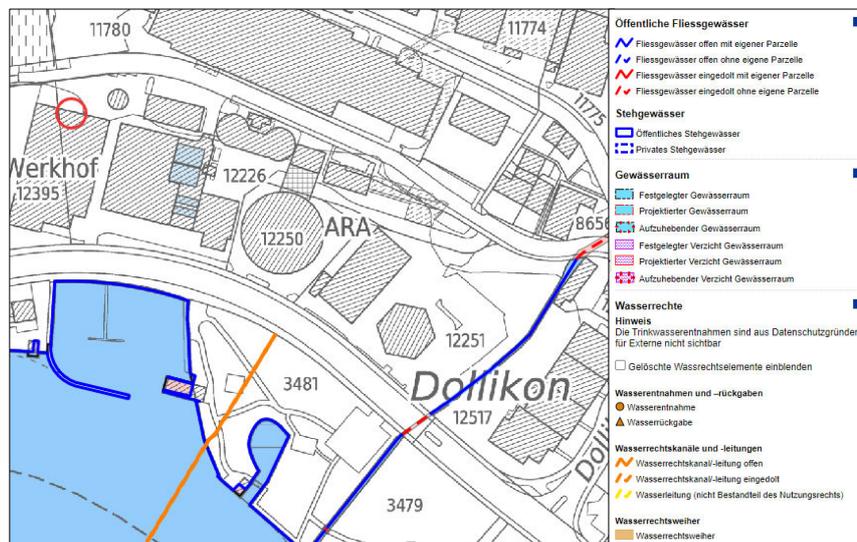


Abbildung 3: Oberflächengewässer ARA Rorguet

Südöstlich der Parzelle fließt der Innerer Dollikerbach. Vorfluter der ARA Rorguet ist der Züchsee, der südlich der Anlage liegt.

3.4 HOCH- UND GRUNDWASSER

Das Grundstück der ARA Rorguet weist keinen relevanten Grundwasserträger auf. Für Hochwasser besteht lediglich eine geringe Restgefährdung (siehe Abbildung 5 und Abbildung 4).



Abbildung 4: Grundwasserkarte ARA Rorguet

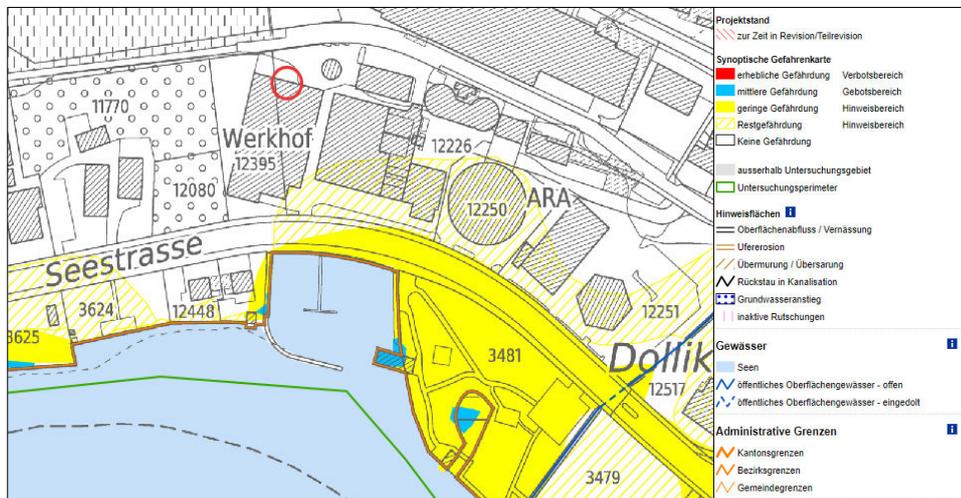


Abbildung 5: Hochwasserkarte ARA Rorguet

3.5 ARCHÄOLOGIE

Bereits im ARA Ausbau 2010 wurden beim Aushub für das Biofiltergebäude umfangreiche Spuren von Pfahlbauten gefunden. Bei einer ARA-Erweiterung westlich des Biofiltergebäudes müssen erneut archäologische Untersuchungen im Terminprogramm und im Kostenvoranschlag berücksichtigt werden.

4 EINLEITBEDINGUNGEN

Im Juni 2021 wurde eine Motion vom Stände- und Nationalrat verabschiedet, welche eine höhere Stickstoffelimination von ARA fordert und die Einleitbedingungen in Zukunft beeinflussen kann. Tabelle 1 zeigt einen Überblick der künftigen Anforderungen an die Reinigungsleistung der ARA Rorguet gemäss Anhang 3 der Gewässerschutzverordnung (GSchV9 und die seit 1. Januar 2020 gültige AWEL-Vollzugshilfe «Anforderungen an die Einleitung von gereinigtem Abwasser in Fliessgewässer und Seen im Kanton Zürich»). Die Einleitbedingungen gelten provisorisch und werden im Rahmen des Bewilligungsverfahrens durch das AWEL definitiv festgesetzt.

Tabelle 1: geltende Einleitbedingungen AWEL, Vorfluter Zürichsee

| Parameter | | Konzentration [mg/l] | | Höchstwert [mg/l] | Reinigungseffekt bez. auf Rohabwasser [%] |
|--|--|----------------------|-----------------------|----------------------|--|
| | | Bis 2024 | Ab 2024 ^{a)} | | |
| Gesamte ungelöste Stoffe | GUS | 5 | 5 | 20 | |
| Biochemischer Sauerstoffbedarf | BSB ₅ | 15 | 10 | 30 | 90 |
| Chemischer Sauerstoffbedarf | CSB | - | 40 | | 85 |
| Gelöster organischer Kohlenstoff | DOC | 10 | 10 | 20 | 85 |
| Gesamtphosphor | P _{ges} | 0.2 | 0.2 | | 80 |
| Ammonium / Ammoniak-Stickstoff ^{b)} | NH ₃ -N NH ₄ -N | 2 | 2 | | 90 |
| Nitrit ^{b)} | NO ₂ -N | - | 0.3 | | |
| Gesamtstickstoff ^{b)} | N _{ges} | | 35 | | Zielwert 55 |
| Durchsichtigkeit nach Snellen | | - | ≥ 30 cm | | Zielwert > 60 |

^{a)} Stellungnahme AWEL «provisorische Einleitbedingungen»; wird im Bewilligungsverfahren definitiv festgelegt
^{b)} bei Abwassertemperatur > 10°C

4.1 STICKSTOFFELIMINATION

Um die zulässige Stickstofffracht im Einzugsgebiet des Rheins einhalten zu können, wird für ARA ab 10'000 EW im Einzugsgebiet von Seen bezüglich Stickstoffelimination ein Richtwert von 35 % und ein Zielwert von 55 % bezogen auf das Jahresmittel vorgegeben. Auf Basis einer Motion im nationalen Parlament wird aktuell eine Steigerung der Stickstoffelimination der Schweizer Kläranlagen diskutiert. Es ist zu erwarten, dass die Gewässerschutzverordnung bis in wenigen Jahren diesbezüglich angepasst wird und neue Bestimmungen gelten werden. Mit einer Stickstoffbilanz 2021 wurde aufgezeigt, dass die ARA Rorguet aktuell rund 65 % des Stickstoffs eliminiert.

4.2 MIKROVERUNREINIGUNG

Für ARAs an einem See müssen ab 24'000 angeschlossenen Einwohnern Massnahmen zur Elimination von Mikroverunreinigungen (EMV) getroffen werden.

Die ARA Rorguet ist somit laut Kriterium 2 der Gewässerschutzverordnung aufgefordert, die Abwasserreinigung um eine neue EMV-Stufe zu erweitern. Aufgrund der aktuellen Planung des AWEL (Elimination von Mikroverunreinigungen auf Abwasserreinigungsanlagen, Juli 2020) ist ein Zeitraum von 2030 – 2035 für die Umsetzung einzuhalten. Die Erstinvestitionen werden mit 75 % durch das BAFU bezuschusst. Dies betrifft die Ausrüstung der Verfahren zur Elimination von Mikroverunreinigungen und falls notwendig auch die Erweiterung der Abwasserfiltration.

4.3 VGEP ARA RORGUET

Im «VGEP 2014 – ARA Rorguet-Herrliberg-Uetikon a. See» wurde bereits über eine zukünftige Entwicklung und Aufhebung der ARA Männerdorf und ein daraus folgender Anschluss an die ARA Rorguet diskutiert. Die Optionen für eine Erweiterung der ARA Rorguet über die aktuelle Dimensionierung hinaus wurde im Zuge des Ausbauprojektes ebenfalls betrachtet. Beim Ausbau 2010-2013 wurden jedoch keinerlei Massnahmen für einen Anschluss der ARA Männerdorf umgesetzt.

5 DIMENSIONIERUNGSBELASTUNG

5.1 BEVÖLKERUNGSENTWICKLUNG

Um auf die Entwicklung im Kanton besser reagieren zu können, schätzt das Amt für Statistik des Kanton Zürichs die Bevölkerungsentwicklung bis auf Stufe Bezirk ab. Die aktuelle Statistik prognostiziert das Wachstum der Gemeinde im Bezirk Meilen bis ins Jahr 2050. Dieses Wachstum ist auf eine Genauigkeit von fünf Jahren aufgeschlüsselt. Für die weiteren Auslegungen der zukünftigen Belastung der beiden ARAs wird jeweils das mittlere Szenario verwendet.

5.1.1 ARA Rorguet

Ende 2021 waren total 27'199 Einwohner an die ARA Rorguet angeschlossen. Bis ins Jahr 2050 wird ein Anstieg auf 34'741 Einwohner bei einem mittleren Wachstumsszenario erwartet, dies entspricht einem Wachstum von rd. 7'542 Einwohnern oder gesamthaft 27 %.

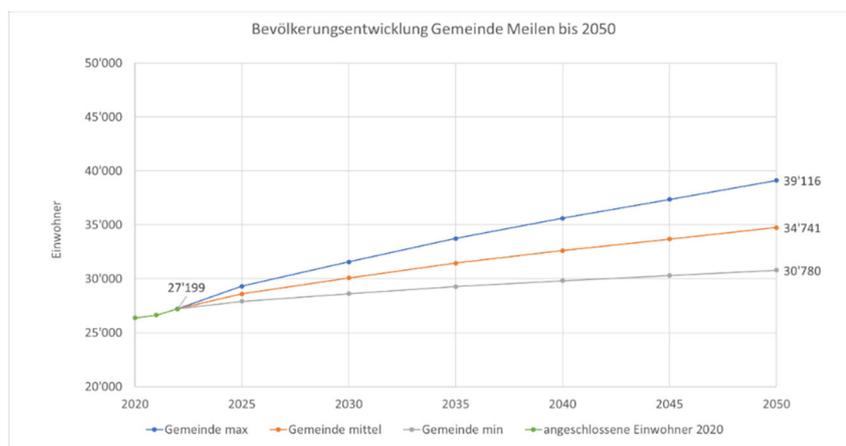


Abbildung 6: Bevölkerungsentwicklung Gemeinde Meilen bis 2050

5.1.2 ARA Männedorf

Ende 2021 waren total 12'057 Einwohner an die ARA Männedorf angeschlossen. Bis ins Jahr 2050 wird ein analoger Anstieg auf 15'400 Einwohner bei einem mittleren Wachstumsszenario erwartet, dies entspricht einem Wachstum von rd. 3'343 Einwohnern oder gesamthaft 27 %.

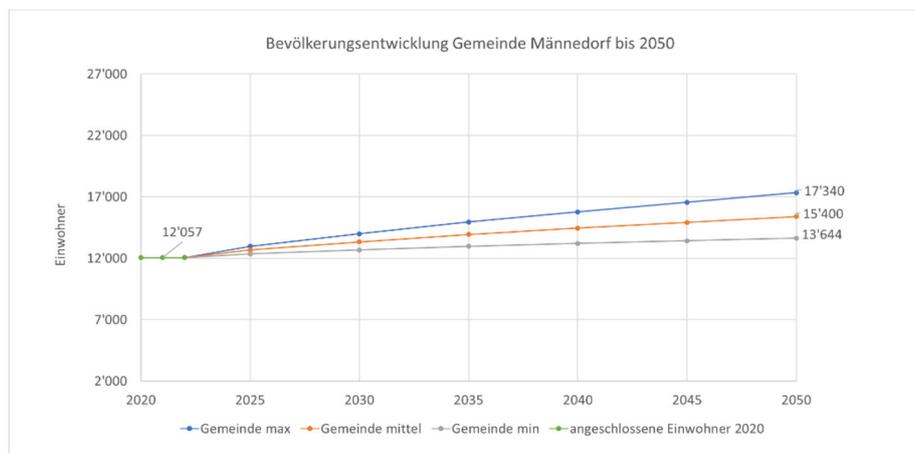


Abbildung 7: Bevölkerungsentwicklung Gemeinde Männedorf bis 2050

5.2 BIOCHEMISCHE BELASTUNG ZUSAMMENSCHLUSS

In Tabelle 2 ist die Frachtentwicklung auf der ARA Rorguet bei Zusammenschluss inkl. des zu erwartenden Wachstums bis 2050 dargestellt. Der Frachtzuwachs wurde aus dem Bevölkerungszuwachs der beiden Gemeinden und den jeweils spezifischen Einwohnerwerten für die biochemischen Parameter CSB, NH₄ und Gesamtphosphor berechnet. Die Frachtentwicklung des CSB wird darüberhinaus durch die Zusatzfrachten der Dellica AG erhöht. Anhand des Verhältnisses zwischen den Bemessungswerten der Festbettbiologie und der zu erwartenden Frachten 2050 wurde der notwendige Faktor zur Erweiterung bestimmt, wobei vor allem der CSB massgebend ist. Somit wird eine Erweiterung der Biofiltration von 50 % nötig sein, um die zukünftigen Frachten behandeln zu können.

Tabelle 2: Biochemische Belastung ARA Rorguet bei Zusammenschluss im Ablauf Vorklärung

| Ab Vorklärbecken | | Rorguet 2021 | Zuwachs Rorguet a) | Männedorf 2021 | Zuwachs Männedorf b) | Fracht Prognose | Bem.- Wert | Faktor |
|------------------|--|-----------------|--------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------|---------------|------------|
| | | kg/d | kg/d | kg/d | kg/d | kg/d | kg/d | |
| CSB | | 4'388 | + 603 | + 1'201 | + 274 | = 6'466 | 4'400 | 1.5 |
| NH ₄ | | 312 | + 57 | + 52 | + 26 | = 546 | 440 | 1.2 |
| P _{tot} | | 33 | + 12 | + 19 | + 5 | = 59 | 50 | 1.4 |

a) Bevölkerungszuwachs ARA Rorguet 2021-2050 beträgt 7'542 Einwohner
b) Bevölkerungszuwachs ARA Männedorf 2021-2050 beträgt 3'343 Einwohner

5.3 HYDRAULISCHE ANLAGENBELASTUNG

5.3.1 ARA Rorguet

Die hydraulische Anlagenbelastung aus den Betriebsdaten 2019 – 2021 ist in Tabelle 3 dargestellt. Zum Vergleich werden jeweils die Gesamtzuflussmenge, deren Mittelwerte, Minimal- und Maximalwerte sowie der Trockenwetterzufluss (85%-Quantil) herangezogen.

Die ARA Rorguet hat von 2019 – 2021 im Jahresmittel 4.05 Mio. m³ Abwasser gereinigt.

Tabelle 3: Hydraulische Anlagenbelastung ARA Rorguet 2019 - 2021

| | | 2019 | 2020 | 2021 | MW 3 a |
|--------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| Q _{tot} | m ³ /a | 3'971'884 | 3'740'843 | 4'433'315 | 4'048'681 |
| Q _{tot, mittel} | m ³ /d | 10'882 | 10'249 | 12'146 | 11'092 |
| Q _{tot, min} | m ³ /d | 5'436 | 5'782 | 5'178 | 5' 465 |
| Q _{tot, max} | m ³ /d | 38'444 | 32'963 | 38'127 | 36'511 |
| Q _{TW,85%} | m ³ /d | 7'014 | 7'019 | 6'952 | 6'995 |

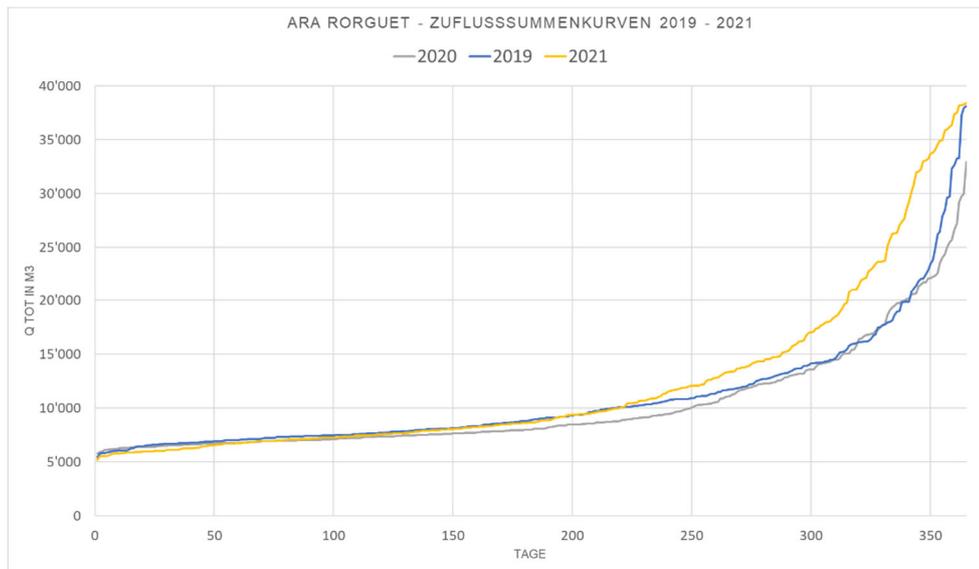


Abbildung 8: Zuflusssummenkurve ARA Rorguet 2019 - 2021

Die Bestimmung des Trockenwetters erfolgte nach der Methode aus dem Arbeitsblatt DWA A-198. Bei der Methode DWA A-198 werden aus den 10 Tagen vor, den 10 Tagen nach und dem betroffenen Tag selbst das Minimum ermittelt. Der Tag zählt als Trockenwettertag, falls der Zufluss nicht mehr als 20 % über dem Minimalwert liegt. In Abbildung 9 sind die Trockenwetterzuflüsse der letzten 3 Jahre als Zuflusssummenkurve über 365 Tage dargestellt.

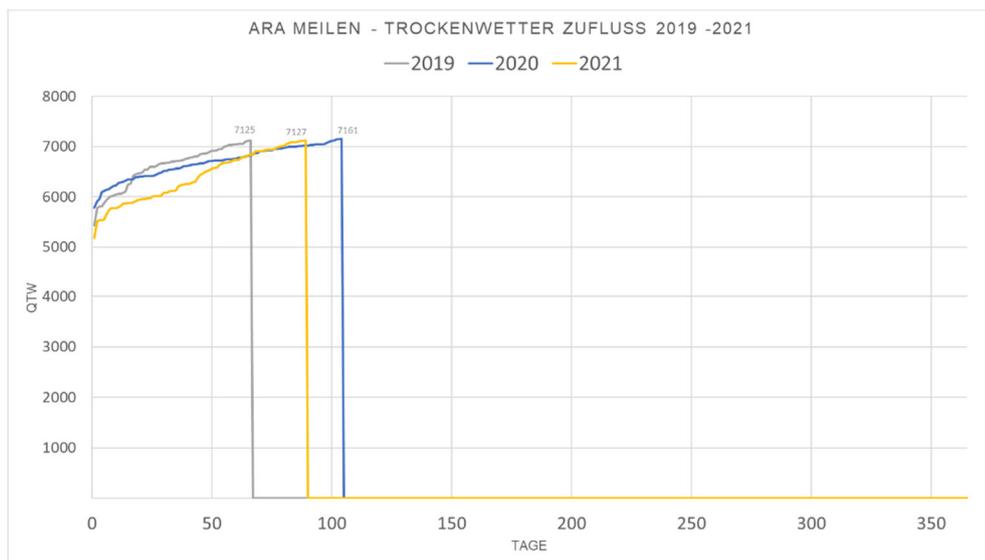


Abbildung 9: Trockenwetterzufluss 2019 - 2021 ARA Rorguet

Fazit: Die tägliche Abwassermenge betrug 2019 – 2021 im Mittel bei Trockenwetter (Q_{TW}) $6'995 \text{ m}^3/\text{d}$. Gemäss dem Arbeitsblatt DWA A-198 ist zur Ermittlung des Spitzenwerts mit einem Teiler des Tageswerts bei ARA von $20'000 - 100'000 \text{ EW}$ von 14 – 18 zu rechnen. Die Dimensionierung des Q_{max} ergibt sich aus $(2 \cdot Q_{SW}) + Q_{Fremdwasser}$ (aus VGEP $Q_{Fremdwasser} = 23\%$) zu 246 l/s . Die ARA Rorguet ist heute auf ein Q_{max} von 450 l/s dimensioniert, dies zeigt die grossen hydraulischen Reserven der Anlage auf (siehe Tabelle 4). Eine Erhöhung der Hydraulik ist auch bei einem Bevölkerungswachstum bis 2050 somit nicht erforderlich.

Tabelle 4: Auslastung und Dimensionierung ARA Rorguet

| | 2019-2021 85%-Wert | Auslastung | Dimensionierung ARA Meilen |
|--|--------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|
| Q_{TW} | ¹ 6'995 m ³ /d | 70 % | 10'000 m ³ /d |
| Q_{TW,14} | ² 139 l/s | 73 % | 190 l/s |
| Q_{max} | ³ 246 l/s | 55 % | 450 l/s |
| ² Q _{TW,14} = 6'995 m ³ /d / 14 h/d= 500 m ³ /h oder 139 l/s. Davon sind 23 % Fremdwasser = 32 l/s, Q _{Schmutz} =107 l/s, | | | |
| ³ Q _{max} =(2*Q _{SW})+Q _{Fremdwasser} = 2*107 l/s+32 l/s=246 l/s | | | |

Fazit: Die erforderliche hydraulische Kapazität der mechanischen und biologischen Stufe beträgt heute 450 l/s. Die Biofiltration und Filtration wird zusätzlich mit einem Abwasserstrom aus den Spülungen belastet. Diese Menge ist variabel und beträgt ca. 50 - 100 l/s (Total 500 – 550 l/s).

5.3.2 Biochemische Anlagenbelastung

Das folgende Kapitel zeigt die Belastung in Bezug auf die Abwasserparameter CSB, Gesamtphosphor (P_{tot}), Gesamtstickstoff (N_{tot}) und Ammonium (NH₄). Zur Berechnung wurden die Frachten im Rohwasser sowie im Zulauf der Biologie der Jahre 2019-2021 verwendet. Die verfahrenstechnischen Berechnungen werden für folgende Lastfälle durchgeführt:

- 85 %- Werte: Dimensionierung der gesamten Anlage
- 50 %- Wert (≈ Mittelwert): Werte zur Ermittlung der Betriebskosten

Unter Einbezug der spezifischen Einwohnerwerte für jeden Parameter kann die Auslastung bzw. Kapazitätsgrenze der beiden ARAs aufgezeigt werden.

Die spezifischen Frachten (85 %-Werte) gemäss «Definition und Standardisierung von Kennzahlen für Abwasserwerte» gemäss VSA Empfehlung von 2016 sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 5: spezifische Frachten für Abwasserwerte (85%-Werte) gemäss VSA Empfehlung 2016

| | Rohwasser | ab VKB | Einheit |
|--------------------|------------------|---------------|----------------|
| BSB ₅ | 60 | 40 | g/EW*d |
| CSB | 120 | 80 | g/EW*d |
| NH ₄ -N | 6.5 | 7.5 | g/EW*d |
| Gesamt-P | 1.8 | 1.6 | g/EW*d |
| Gesamt-N | 11 | 10 | g/EW*d |

In nachfolgender Tabelle 6 sind die Schmutzfrachten im Zulauf der ARA Rorguet sowie im Zulauf der Biologie dargestellt.

Tabelle 6: Schmutzfrachten ARA Rorguet 2019 - 2021 in Rohwasser und Ablauf VKB

| Jahr | | | 2019 | 2020 | 2021 | Dimensionierung heute |
|------------------|------------------|------|--------|--------|--------|-----------------------|
| Ang. Einwohner | E | | 26'458 | 26'386 | 27'199 | 52'000 EW |
| ROHWASSER | CSB | kg/d | 6'148 | 6'581 | 6'598 | |
| | NH ₄ | kg/d | 194 | 210 | 211 | |
| | P _{tot} | kg/d | 44 | 49 | 47 | |
| | CSB | EW | 51'200 | 54'800 | 55'000 | |
| | NH ₄ | EW | 29'800 | 32'300 | 32'500 | |
| | P _{tot} | EW | 24'400 | 27'200 | 26'100 | |
| AB VKB | CSB | kg/d | 3'653 | 4'035 | 4'388 | 4'400 |
| | NH ₄ | kg/d | 299 | 327 | 312 | 440 |
| | P _{tot} | kg/d | 30 | 32 | 33 | 50 |
| | CSB | EW | 45'700 | 50'400 | 54'900 | - |
| | NH ₄ | EW | 39'900 | 43'600 | 41'600 | - |
| | P _{tot} | EW | 18'800 | 20'000 | 20'600 | - |

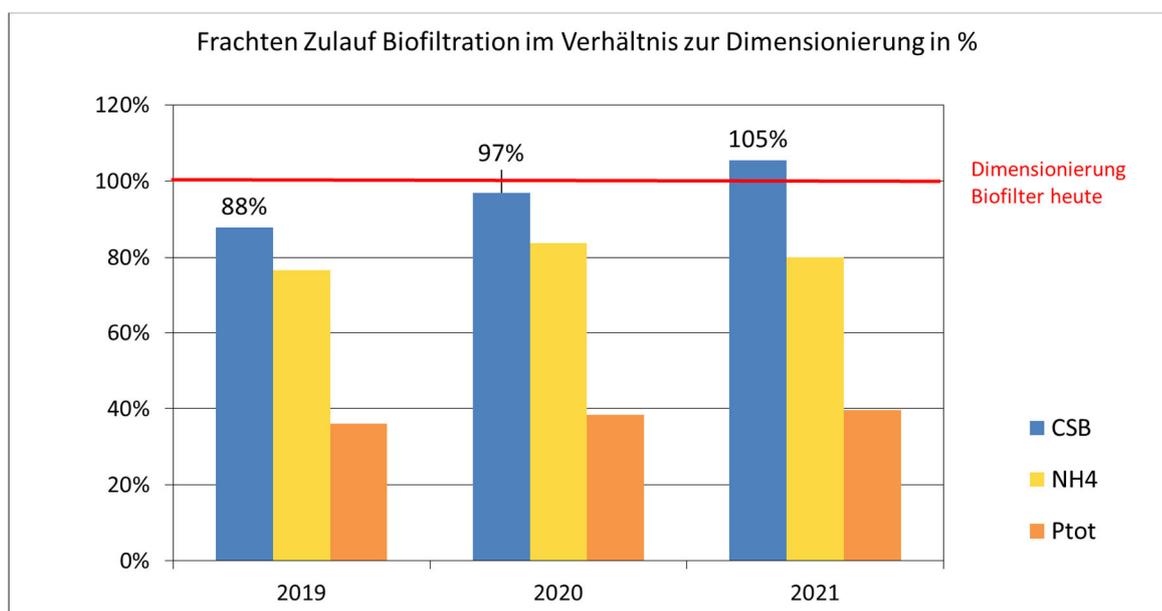


Abbildung 10: Ablauffrachten VKB in Verhältnis zu Grenzwerten ARA Rorguet in %

Fazit: Die CSB-Kapazitätsgrenze des Biofilters wird in 2021 bereits um 5 % überschritten. (siehe Abbildung 10).

5.3.3 Ablaufqualität und Eliminationsgrad

Abbildung 11 zeigt die Ablaufwerte im Verhältnis zu den geltenden Einleitbedingungen von 2019 bis 2021. Das gleichzeitige Auftreten der GUS- und Phosphor-Überschreitungen deutet darauf hin, dass die GUS hauptsächlich organischer Natur sind. Die Anzahl von Überschreitungen ist in allen 3 Jahren tiefer als die gemäss Gewässerschutzverordnung zulässigen Abweichungen, somit können die Einleitbedingungen als ganzjährig erfüllt betrachtet werden. Dies bedeutet, dass die biologische Reinigungsleistung des Biofilters auf einem guten Niveau betrieben wird. Die Analyse-Werte über 50 % des Grenzwertes betreffen fast ausschliesslich die beiden Parameter P_{tot} und GUS. Dies zeigt, dass die biochemische Belastungen vom Biofiltersystem einwandfrei bewältigt werden können.

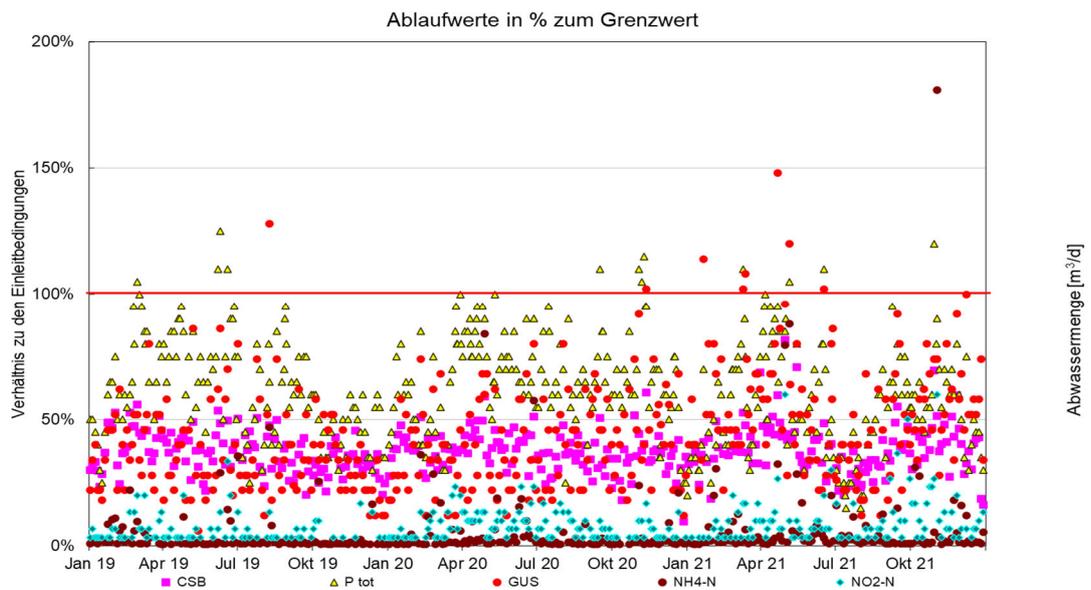


Abbildung 11: Ablaufwerte ARA Rorguet im Verhältnis zu den Einleitbedingungen in %

Stickstoffelimination

Der Biofilter der ARA Rorguet ist bereits für den Prozess der Denitrifikation ausgerüstet. Mit einer internen Rezirkulation wird biologisch gereinigtes Abwasser aus dem Ablauf des Biofilters wieder in den Zulauf des Festbettes gepumpt. Mit diesem Rückfluss wird das durch die Nitrifikation gebildete Nitrat in die erste Stufe gepumpt, wo es teilweise durch den Denitrifikationsprozess in Luftstickstoff umgewandelt und so aus dem Abwasser entfernt wird. Da die Hydraulik des Biofilters limitiert ist, muss diese interne Rezirkulation bei Regenwetter reduziert oder z.T. ganz abgestellt werden. Der partikulär vorhandene Stickstoff wird in der Vorklärung und durch den Feststoffrückhalt in der Biofiltration/Filtration fast vollständig aus dem Abwasser abgetrennt.

Abbildung 12 zeigt diesen systembedingten Effekt, indem die Elimination von Stickstoff bei hohen Abwassermengen deutlich abnimmt.

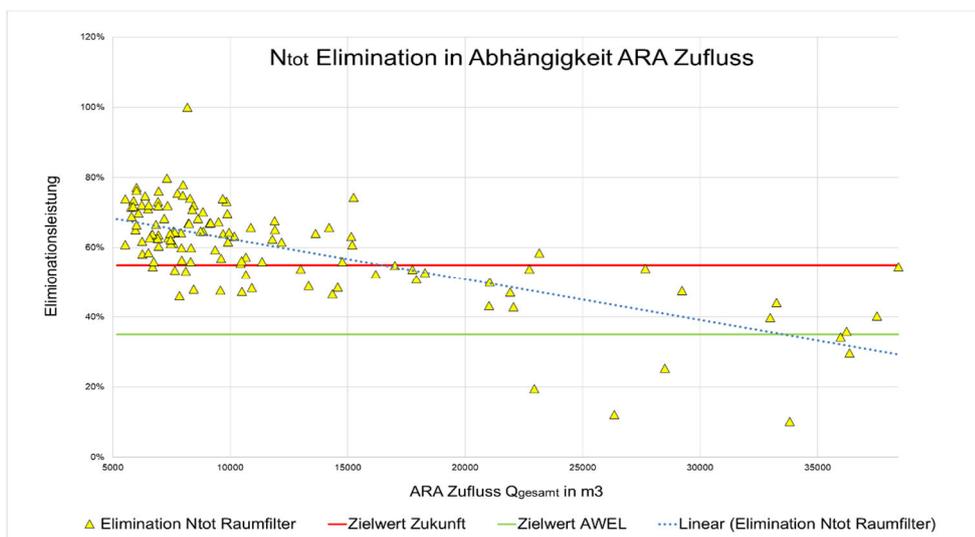


Abbildung 12: Gesamtstickstoffelimination in Abhängigkeit vom Zufluss ARA Rorguet

Die durch das AWEL geforderten 35 % werden im Jahr 2021 lediglich an 6 Tagen unterschritten (5 % der Analysen). Der Mittelwert der Stickstoffelimination liegt bei 60 % im Jahresmittel, sodass aktuell die geforderten Eliminationsleistungen von 55 % eingehalten werden.

Tabelle 7: Elimination N_{tot} mit und ohne Zentrat aus der Schlammbehandlung von Männedorf

| | Elimination N_{tot} Raumfilter <u>ohne</u> Zentrat Männedorf | Elimination N_{tot} Raumfilter <u>mit</u> Zentrat Männedorf |
|----------------|--|---|
| Mittel 2021 | 60 % | 55 % |
| 50 % - Quantil | 62 % | 57 % |
| 85 % - Quantil | 72 % | 67 % |

Tabelle 7 zeigt die Auswirkung der Schlammfracht aus Männedorf auf die N_{tot} Elimination der ARA Rorguet. Die künftige Stickstoffelimination inkl. Zentrat von Männedorf wird im Mittel ca. 5 % schlechter sein, als es ohne den Schlamm aus Männedorf der Fall ist. Somit wird der Zielwert von 55 % nur noch knapp eingehalten. Dieser Effekt entfällt weitgehend, wenn auch das Abwasser von Männedorf auf der ARA Rorguet gereinigt wird. Es ist allenfalls angezeigt, die Stickstoff-Elimination des Biofilters vertieft zu untersuchen, um gezielte Massnahmen zur Steigerung bzw. Optimierung dieses Prozesses zu treffen.

Werden zukünftig für die ARA Rorguet N_{tot} -Eliminationsleistungen von 70 % verlangt, so kann dies mit der Technologie der Biofiltration allein nicht gewährleistet werden. Dieses Ziel könnte allenfalls mit einer zusätzlichen Zentratbehandlung erreicht werden. Hierzu wäre eine neue, komplexe Prozessstufe neben dem Biofilter zu installieren und zu betreiben (dieser Fall wird im vorliegenden Bericht jedoch nicht miteinbezogen).

Bromidbelastung im Einzugsgebiet der ARA Rorguet

2016 und 2017 wurden erste Messkampagnen zur Ermittlung der Bromidfrachten im Zulauf der ARA Rorguet durchgeführt. Viele Analyseresultate lagen dabei im unauffälligen Bereich

unter 0.1 mg Br/l. Regelmässig wurden jedoch auf Konzentrationen im unklaren Bereich von 0.1-0.4 mg Br/l registriert. Umfangreiche Untersuchungen im Netz belegen, dass im Werk 4 der Delica AG Frachten in die Kanalisation gepumpt werden, welche zu einer Erhöhung der Br-Konzentration im Zulauf der ARA führen. Es werden jedoch auch erhöhte Frachten aus dem übrigen Kanalisationsnetz registriert, welche mit grosser Wahrscheinlichkeit von privaten Pools stammen.

5.4 ARA MÄNNEDORF

5.4.1 Verfahren

Die ARA Männedorf wurde von 2011 bis 2013 umgebaut und saniert, um die Reinigungsleistung zu steigern. Die Biologie wird heute nach dem Hybrid-Wirbelbettverfahren betrieben, einer Kombination aus dem konventionellen Belebtschlammverfahren und einem Wirbelbett. Dadurch hat sich die Reinigungsleistung um ca. 33 % erhöht. Es wurden keine Vorinvestitionen für eine künftige Reinigungsstufe gegen Mikroverunreinigungen getätigt. Die Einleitbewilligung ist bis zum Jahr 2030 befristet. In Abbildung 13 ist das Fliessschema der Gesamtanlage dargestellt.

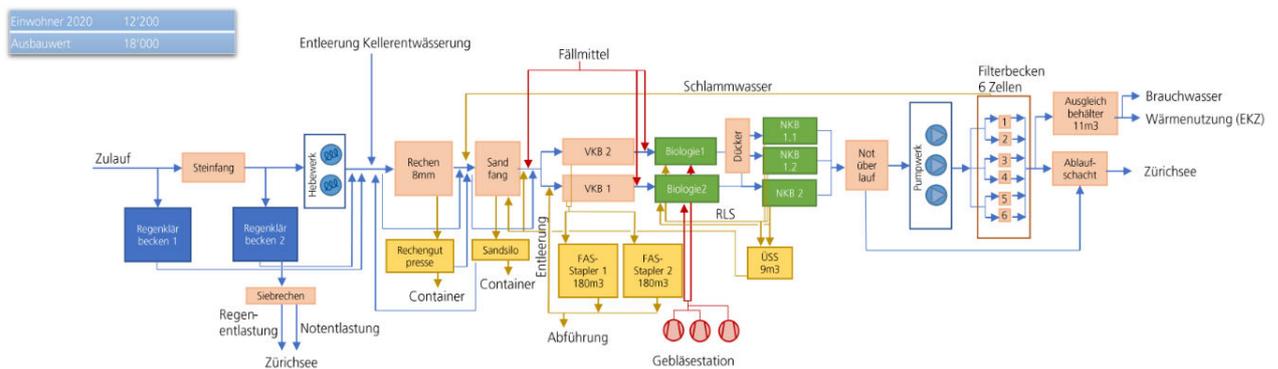


Abbildung 13: Fliessschema Gesamtanlage ARA Männedorf (Quelle HBT)

Die ARA Männedorf ist heute auf eine Ausbaugrösse von 18'000 Einwohnerwerten dimensioniert (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Kennzahlen ARA Männedorf

| | |
|-----------------------------------|-------------|
| Angeschlossene Einwohner 2021 | 11'960 E |
| Ausbaugrösse vor Erweiterung | 13'500 EW |
| Ausbaugrösse nach Erweiterung | 18'000 EW |
| Maximale Zulaufmenge (Q_{RW}) | 240 l/s |
| Inbetriebnahme ARA | 1958 |
| Letzte Erweiterung | 2011 – 2013 |

5.4.2 Hydraulische Anlagenbelastung

Die hydraulische Anlagenbelastung aus den Betriebsdaten 2019 – 2021 ist in Tabelle 9 dargestellt. Zum Vergleich werden jeweils die Gesamtzuflussmenge, deren Mittelwerte,

Minimal- und Maximalwerte sowie der Trockenwetterzufluss (85 %-Quantil) herangezogen.

Die ARA Männedorf hat im Mittel in den letzten 3 Jahren 2.15 Mio. m³ Abwasser gereinigt. Die ARA Männedorf ist hydraulisch auf ein Q_{max} von 240 l/s dimensioniert.

Tabelle 9: Hydraulische Anlagenbelastung ARA Männedorf 2019 - 2021

| | | 2019 | 2020 | 2021 | MW 3a |
|--------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| Q_{tot} | m ³ /a | 2'108'780 | 2'028'580 | 2'307'942 | 2'148'434 |
| Q_{tot, mittel} | m ³ /d | 5'777 | 5'558 | 6'323 | 5'886 |
| Q_{tot, min} | m ³ /d | 3'400 | 3'292 | 2'608 | 3'100 |
| Q_{tot, max} | m ³ /d | 20'269 | 15'771 | 16'522 | 17'521 |
| Q_{TW,85%} | m ³ /d | 3'911 | 3'940 | 4'006 | 3'952 |

Die Bestimmung des Trockenwetters erfolgte nach der Methode aus dem Arbeitsblatt DWA A-198. Bei der Methode DWA A-198 werden aus den 10 Tagen vor, den 10 Tagen nach und dem betroffenen Tag selbst das Minimum ermittelt. Der Tag zählt als Trockenwettertag, falls der Zufluss nicht mehr als 20 % über dem Minimalwert liegt. In Abbildung 14 sind die Trockenwetterzuflüsse der letzten 3 Jahre als Zuflusssummenkurve über 365 Tage dargestellt.

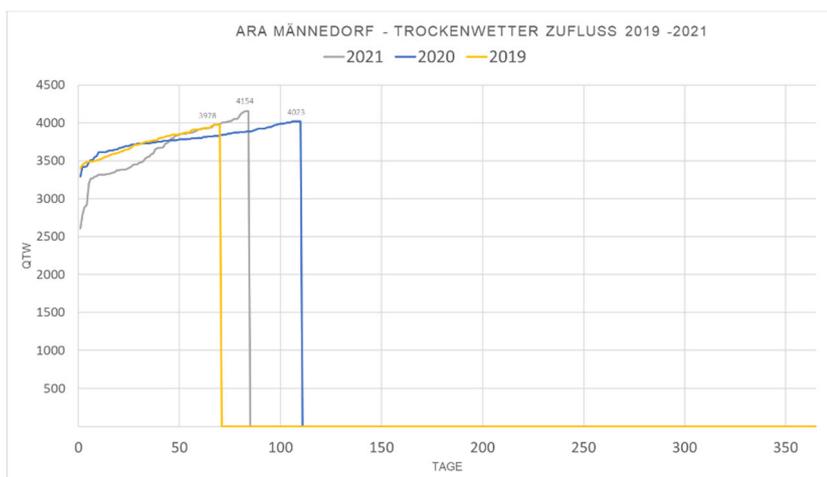


Abbildung 14: Trockenwetterzufluss 2019 - 2021 ARA Männedorf

Tabelle 10: hydraulische Anlagenbelastung Mittelwert der 85%-Werte aus den Jahren 2019-2021, inkl. Dimensionierungsgrösse, ARA Männedorf

| | 2019-2021 | Auslastung | Dimensionierung ARA Männedorf |
|--------------------------|---------------------------|------------|-------------------------------|
| Q_{TW} | 1 3'952 m ³ /d | 38 % | 10'400 m ³ /d |
| Q_{TW,13} | 2 84 l/s | 70 % | 120 l/s |
| Q_{max} | 3 118 l/s | 49 % | 240 l/s |

² Gemäss dem Arbeitsblatt DWA A-198 ist zur Ermittlung des Spitzenwerts mit einem Teiler des Tageswerts bei ARA von 5'000 – 20'000 EW von 13 – 16 zu rechnen. Dies ergibt bei 3'952 m³/d / 13 h/d= 304 m³/h oder 84 l/s, davon sind 60 % Q_{Fremd} = 51 l/s, Q_{Schmutz}=34 l/s

³ Q_{max}=2*Q_{Schmutz} + Q_{Fremd}= 118 l/s

Fazit: Die tägliche Abwassermenge betrug 2019 – 2021 im Mittel bei Trockenwetter 3'952 m³/d. Gemäss dem Arbeitsblatt DWA A-198 ist zur Ermittlung des Spitzenwerts mit einem Teiler des Tageswerts bei ARA von 5'000 – 20'000 EW von 13 – 16 zu rechnen. Dies ergibt bei 3'952 m³/d / 13 h/d= 304 m³/h oder 84 l/s, davon sind 60 % Q_{Fremd} = 51 l/s, Q_{Schmutz}=34 l/s. Die Dimensionierung des Q_{max} ergibt sich aus (2*Q_{SW})+Q_{Fremdwasser} (mit Q_F=60 %) zu 118 l/s. Die ARA Männedorf ist heute auf ein Q_{max} von 240 l/s dimensioniert, dies zeigt die grossen hydraulischen Reserven der Anlage auf (siehe Tabelle 10).

5.4.3 Biochemische Anlagenbelastung

Auf der ARA Männedorf wird das Abwasser der Gemeinde Männedorf und ein Teil der Gemeinde Uetikon am See behandelt. Gemäss Ermittlungen für die BAFU-Vergütungen waren im Jahr 2021 insgesamt 12'057 Einwohner an der ARA angeschlossen inkl. 834 Einwohner aus Uetikon am See. Die Abwasserreinigung erfolgt auf 3 Verfahrensstufen und wird mit der Filtration abgeschlossen. Die Dimensionierung der Anlage liegt heute bei 18'000 biochemischen Einwohnerwerten. Zusätzlich wird sie mit Zentratwasser aus der ZSA Pfannenstiel belastet. Das bei der Schlammwässerung anfallende Zentrat ist stark mit Ammonium belastet. Nach einer Grobschätzung stammen ca. 47 % der gesamten NH₄-N Fracht im ARA-Zulauf von der ZSA. Diese Frachtenbelastung wird in der vorliegenden Planung übernommen. Es ist jedoch zurzeit nicht klar, ob die Stickstofffrachten der ZSA bei einem Anschluss der ARA Männedorf weiterhin anfallen werden. Überregionale Abklärungen prüfen, ob der Betrieb der ZSA mittelfristig evtl. eingestellt wird.

Im Einzugsgebiet der ARA Männedorf befindet sich auch das Spital Männedorf. Somit ist eine erhöhte Belastung an Spurenstoffen aus Medikamentenrückständen zu erwarten. Hierzu liegen jedoch keine relevanten Messdaten vor. Gemäss aktuell geltender Definition muss auf der ARA Männedorf keine Stufe für die Elimination der Mikroverunreinigungen installiert werden.

Tabelle 11: Schmutzfrachten ARA Männedorf 2019 - 2021 in Rohwasser und Ablauf VKB

| Männedorf Schmutzfrachten 2019 – 2021 kg/d und EW | | | | | | |
|---|------------------|------|--------|--------|--------|--------|
| | | | 2019 | 2020 | 2021 | MW 3 a |
| ROHWASSER | Einwohner | E | 11'769 | 12'057 | 12'057 | 11'961 |
| | Dim. ARA | EW | 18'000 | | | |
| | CSB | kg/d | 2'368 | 2'332 | 2'139 | 2'280 |
| | NH ₄ | kg/d | 146 | 255 | 170 | 190 |
| | P _{tot} | kg/d | 23 | 23 | 21 | 22 |
| | CSB | EW | 19'700 | 19'400 | 17'800 | 18'967 |
| | NH ₄ | EW | 22'400 | 39'300 | 26'100 | 29'267 |
| | P _{tot} | EW | 13'000 | 12'700 | 11'500 | 12'400 |
| | AB VKB | CSB | kg/d | 1'146 | 1'225 | 1'201 |
| NH ₄ | | kg/d | 125 | 190 | 152 | 156 |
| P _{tot} | | kg/d | 20 | 19 | 19 | 19 |
| CSB | | EW | 14'300 | 15'300 | 15'000 | 14'867 |
| NH ₄ | | EW | 19'200 | 29'300 | 23'400 | 23'967 |
| P _{tot} | | EW | 12'500 | 11'700 | 12'100 | 12'100 |

Fazit: Die biochemische Belastung übersteigt nach aktueller Datenauswertung die ARA-Dimensionierung nur für den Parameter NH₄. Dies rührt mit grosser Wahrscheinlichkeit von der Schlammbehandlung der ZSA. Es bleibt abzuwarten, ob die ZSA im Jahre 2031 noch in Betrieb sein wird.

5.4.4 Ablaufqualität

Bromidbelastung

Bezüglich der Bromidbelastung des ARA Ablaufs wurden 2 Probenreihen auf der ARA Männedorf im Frühjahr 2022 durchgeführt. In der ersten Probenreihe lagen die Wochenmischproben zwischen 0.026 – 0.071 mg Br/l. In der zweiten Probenreihe lagen die Werte zwischen 0.032 – 0.058 mg Br/l. Der Mittelwert über alle Wochenproben liegt bei 0.039 mg Br/l. Diese Werte sind allesamt sehr tief und sind somit alle unauffällig. Konkret bedeutet dies, dass das bromidarme Abwasser der ARA Männedorf die z.T. erhöhte Konzentration auf der ARA Rorguet verdünnen würde. Dies ist eine positive Nachricht bietet für das Variantendiskussion der 4. Reinigungsstufe der ARA Rorguet mehr Spielraum.

5.5 HYDRAULISCHE BELASTUNG ZUSAMMENSCHLUSS

Bei einem Anschluss der ARA Männedorf wird sich der Trockenwetterzufluss um 84 l/s erhöhen und ergibt sich neu zu 223 l/s. Der Regenwetterzufluss erhöht sich durch weitere 118 l/s von der ARA Männedorf auf 364 l/s. Die ARA Rorguet weist somit noch genügend hydraulische Reserven für den Zusammenschluss auf (siehe Tabelle 12).

Tabelle 12: Dimensionierung Zusammenschluss

| | ARARorguet | ARA Männedorf | Anschluss |
|---------------------|-------------------|----------------------|------------------|
| $Q_{TW,85\%}$ (l/s) | 139 | 84 | 223 |
| Q_{max} (l/s) | 246 | 118 | 364 |
| Q_{Dim} (l/s) | 450 | 240 | 690 |

6 ELIMINATION VON MIKROVERUNREINIGUNGEN

6.1 GRUNDLAGEN

Die Verfahren zur Entfernung von Mikroverunreinigungen unterscheiden sich gemäss heutigem Stand der Technik in Oxidationsverfahren sowie Adsorptionsverfahren.

Als Oxidationsverfahren eignet sich die Behandlung mit Ozon. Durch Ozon werden die Spurenstoffe aufgespalten und in einer nachgeschalteten bioaktiven Stufe wie z.B. einem Sandfilter nachbehandelt und z.T. entfernt.

Bei Adsorptionsverfahren wird das Abwasser mit Aktivkohle vermischt. Die Mikroverunreinigungen adsorbieren an der grossen spezifischen inneren Oberfläche der Kohle.

Bei Aktivkohle unterscheidet man folgende Produkte bzw. Verfahren mit unterschiedlicher Körnung:

- Pulveraktivkohle (PAK): 0.02 – 0.05 mm
- Mikro-granulierte Aktivkohle (Mikro-GAK): 0.3 – 0.5 mm
- Granulierte Aktivkohle (GAK): 0.6 – 2.4 mm

Eine Realisierung der vierten Reinigungsstufe wird in den nächsten 5 -10 Jahren verlangt.

In einer ersten Evaluation wurden folgende 4 Verfahren für die Elimination der Mikroverunreinigungen untersucht und einander gegenübergestellt.

1. Ozonung und Sandfiltration
2. PAK-Dosierung vor Sandfiltration
3. MicroGAK vor Sandfiltration
4. Reine GAK-Filtration

Die Gegenüberstellung hat gezeigt, dass die Varianten 3 und 4 in den Investitionen teuer sind und den grössten Flächenbedarf aufweisen. Insbesondere die limitierten Platzverhältnisse legen daher nahe, dass nur noch die Varianten 1 und 2 weiterverfolgt und im nachfolgenden Kapitel detaillierter gegenübergestellt werden.

6.1.1 Redundanz

Gemäss VSA Empfehlung sind die Auswirkungen eines geringeren Reinigungseffektes während einer zeitlich beschränkten Periode aufgrund der chronischen Toxizität unproblematisch. Demzufolge sind die Anforderungen an die Ausfallsicherheit einer Stufe zur Elimination von organischen Spurenstoffen weniger hoch als für andere Anlagenteile. Bei Regenwetter ist die Eliminationsleistung weniger aussagekräftig, da die Konzentrationen durch die Regenmengen verdünnt werden.

Die vierte Reinigungsstufe der ARA Rorguet soll zweisträssig ausgeführt werden. Bei einem Ausfall einer Strasse können so mind. 50 % der Dimensionierungswassermenge behandelt werden. Als Folge nimmt die Kontaktzeit im Reaktorbecken ab oder es wird nur ein Teilstrom behandelt. Der Sauerstofftank bzw. das PAK-Silo sind relativ ausfallsicher und werden daher nur einsträssig vorgesehen.

6.1.2 Hydraulik

Der VSA empfiehlt, die vierte Reinigungsstufe grundsätzlich auf die hydraulische Kapazität der biologischen Stufe auszulegen. Zudem verlangt das AWEL, dass die Hydraulik auf Vollstrom dimensioniert wird.

Für die Dimensionierung wurden die Regenwetterspitzen der ARA Meilen und ARA Männedorf, sowie interne Rückläufe aus der Spülungen berücksichtigt (Tabelle 13).

Tabelle 13: Hydraulische Belastung inkl. Spülwasser

| Kläranlage Meilen inkl. Männedorf Hydraulische Belastung 4. Reinigungsstufe | | |
|--|-------|-------------------|
| Q _{RW} Meilen | 450 | l/s |
| Spülwasser | 100 | l/s |
| Q _{RW} Männedorf | 240 | l/s |
| Q _{dim} 4. RS | 790 | l/s |
| Q _{dim} 4. RS | 2'844 | m ³ /h |

6.2 VERFAHREN UND MACHBARKEIT

6.2.1 Ozonung vor Sandfiltration

Verfahrensbeschreibung

Das biologisch vorgereinigte Abwasser wird durch die zweistrassigen Ozonreaktoren geleitet, in welchem Ozon zudosiert wird, welches aus Sauerstoff gebildet wird. Durch das Ozon werden die Mikroverunreinigungen oxidiert und in kleinere Moleküle gespalten. Die unschädlichen Transformationsprodukte werden z.T. im nachgeschalteten Sandfilter biologisch weiter umgewandelt. Das Verfahrensschema für die Ozonung ist in Abbildung 15 dargestellt.

Die Bauweise dieses Verfahrens ist kompakt und somit platzsparend.

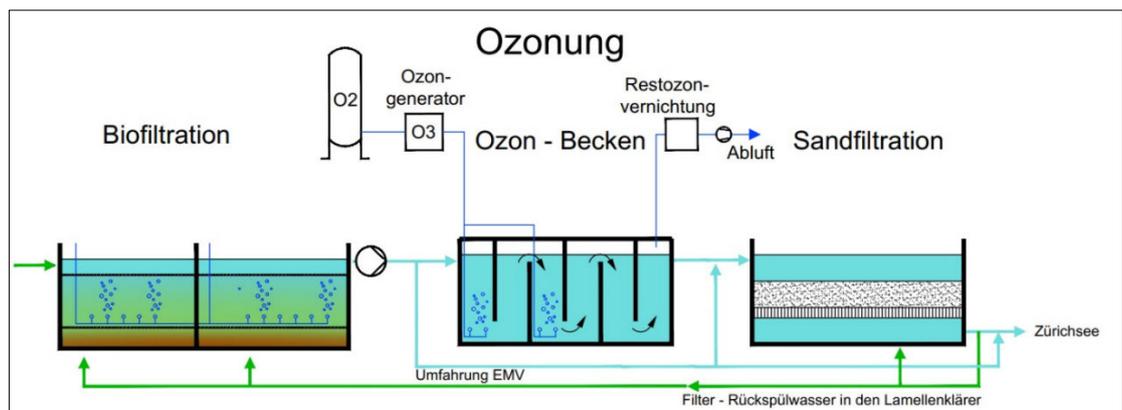


Abbildung 15: Verfahrensschema Ozonung

Machbarkeit Ozonung

Nicht alle Abwässer eignen sich für die Behandlung mit Ozon. Bei spezieller Belastung, beispielsweise durch Industrieemitter, können durch die Oxidation toxische, persistente Reaktionsprodukte entstehen. Für die Eignung einer Ozonung existiert der Leitfaden «Abklärungen

Verfahrenseignung Ozonung» vom VSA.

Auf der ARA Rorguet wurde das Abwasser ab dem Ablauf Biofilter in Bezug auf die Behandelbarkeit mit Ozon untersucht [8]. Die Abklärungen ergaben, dass die im Abwasser vorhandenen Spurenstoffe gut mit Ozon eliminiert werden können. Gleichzeitig wurde aufgezeigt, dass in unregelmässigen Abständen unklare Bromidkonzentrationen im Bereich von 0.1-0.4 mg Br/l gemessen werden. Bei der Ozonung wird aus Bromid z.T. Bromat gebildet, welches eine potenziell kanzerogene Wirkung hat. Der Bericht zur Beurteilung der Behandelbarkeit von Abwasser mit Ozon (Envilab,10/2016) zeigt auf, dass bei einer Ozondosierung von 0.5 gO₃/gDOC Bromid nur in einem geringen Anteil in Bromat umgewandelt wird, so dass der Toleranzwert von 0.01 mg/l im Trinkwasser nicht erreicht wird. Vor der Wahl des Ozonverfahrens für die 4. Reinigungsstufe muss diese Ausgangslage daher ausführlich mit den Bewilligungsbehörden diskutiert und allenfalls weiter abgeklärt werden.

Dimensionierung und Betriebsmittelverbrauch

Auf der ARA Rorguet kann die Ozonung als Anbau westlich der bestehenden Filtration realisiert werden (Abb. 18). Der Flächenbedarf beträgt rund 220 m².

Der Bedarf an Ozon bildet die Grundlage für die Bemessung der Ozonung. Für diese erweiterte Machbarkeitsstudie wurde eine Ozondosierung von 2.1 mg O₃/l berücksichtigt. Diese ergibt sich aus einer mittleren DOC-Konzentration von 4.6 mg/l (Kantonale Betriebsdaten Mittelwert 2017-2019) und einer spezifischen Ozondosierung von 0.45 mg O₃/mg DOC.

Die Betriebsmittel werden auf den Mittelwert der Jahresabwassermengen beider ARAs der letzten drei Jahre (2019 bis 2021) ausgelegt. Basierend auf dieser Jahresabwassermenge resultiert ein Ozonbedarf von 13'038 kg O₃ pro Jahr.

Für die ARA Rorguet, welche für einen Volumenstrom $Q_{dim} = 790$ l/s (Summe aus Q_{RW} Meilen und Männedorf und Spülwasser) dimensioniert wird, ist eine maximal mögliche, stündliche Ozonproduktion von 5.7 kg O₃/h erforderlich. Der berechnete mittlere Ozonbedarf für die ARA Rorguet beträgt 1.6 kg O₃/h. (inkl. 0.1 kg O₃/h für die Nitritzehrung). Dies entspricht einem stündlichen Gasvolumenstrom von ca. 1 Nm³/h (Annahme: max. Ozonkonzentration im Produktgas: 148 gO₃/Nm³). Für die Herstellung des Ozons werden rund 194 t/a Sauerstoff benötigt.

Disposition und Flächenbedarf

Für den Bau der beiden Ozonreaktoren wird eine Fläche von 220 m² benötigt. Zusätzlich wird für die Ozonherstellung Flüssigsauerstoff in einem Tank bereitgestellt (siehe

Tabelle 14). Bei der Anwendung von Sauerstoff und Ozon sind gewisse Sicherheitsvorschriften einzuhalten. Erfahrungsgemäss sind diese nach einer entsprechenden Schulung gut umzusetzen. Ozon ist aufgrund der oxidativen Wirkung gesundheitsschädlich und Flüssigsauerstoff ist stark brandfördernd. Aufgrund dessen sind üblicherweise 5 m Abstand zu Öffnungen in bestehenden Gebäuden und 10 m zum Gasometer einzuhalten. Zur Vermeidung optischer Beeinträchtigungen der Anwohner kann der Tank auch in liegender Ausführung installiert werden. Weiterer Flächenbedarf besteht für eine Lkw-Zufahrt (Tragfähigkeit bis zu 40 Tonnen, ca. 10 Lieferungen pro Jahr).

Die Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit der Sauerstoffherstellung vor Ort mit modernen Verfahren kann in der Ausführungsphase geprüft werden (z.B. Verfahren des Fraunhofer Instituts). Bei der Ozonung fällt in den Generatoren Abwärme auf tiefem Temperaturniveau an. Diese muss abgeführt werden oder kann z.B. mit einer Wärmepumpenanlage genutzt werden und damit das Heizsystem der ARA unterstützen. Im Ausführungsfall wäre zu prüfen, ob die Umsetzung wirtschaftlich ist.

Tabelle 14 LOX-Tank und Ozonung

| LOX-Tank | Dim. | | Ozonung | Dim. | |
|----------------------------------|-------|--------|----------------------|-------|-------|
| Anzahl | Stück | 1 | Anzahl Reaktorzellen | Stück | 2 x 6 |
| Durchmesser | [m] | 3 | Anzahl Verdampfer | Stück | 2 |
| Höhe stehend (exkl. Unterbau) | [m] | 8.4 | Ozongeneratoren | Stück | 2 |
| geometrisches Lagervolumen | [l] | 30'680 | Restozonvernichter | Stück | 2 |

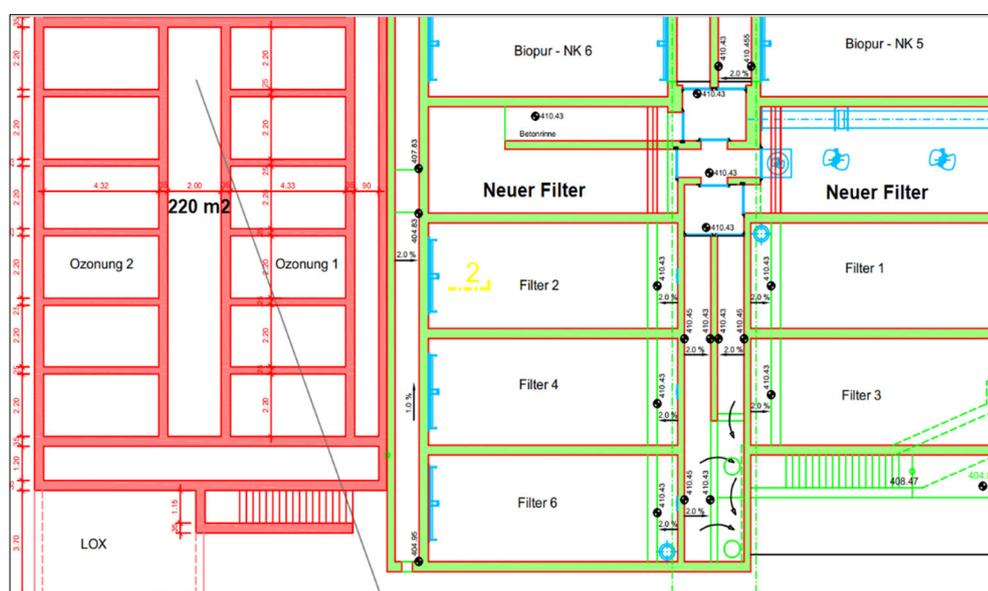


Abbildung 16: Anbau Ozonung, Platzbedarf ca. 220 m² (rot)

Investitionskosten

Die Kosten sind in Tabelle 16 dargestellt. Als Besonderheit ist zu beachten, dass die Investitionskosten der 4. Reinigungsstufe separat ausgewiesen werden müssen und durch das BAFU mit 75 % bezuschusst werden. Insgesamt wird für die Ozonung und die Anpassung der Filtration als EMV-Stufe mit Investitionen von ca. 5.6 Mio. CHF gerechnet.

Fazit: Das gereinigte Abwasser der ARA Rorguet fliesst in den Zürichsee, dem grösste Trinkwasserreservoir im Kanton Zürich. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass eine Ozonung nur dann bewilligt wird, wenn im Vorfeld nachgewiesen werden kann, dass durch die Ozonung kein Bromat in grösseren Mengen gebildet wird. Zur Identifikation der Bromidquellen hat die ARA Rorguet seit 2016 bereits umfangreiche Messkampagnen durchgeführt. Zum einen konnte bei der Delica AG eine Punktquelle identifiziert werden, zum anderen werden auch private Pools als Bromidquellen vermutet, welche durch die jährlichen Entleerungen an Einzeltagen zu erhöhten Br-Konzentrationen führen.

Die Ozonung kann als bewährtes Verfahren bezeichnet werden, welches auf verschiedenen Kläranlagen in der Schweiz und auch im Kanton Zürich bereits im Einsatz ist.

6.2.2 PAK-Dosierung vor Sandfiltration

Verfahrensbeschreibung

Bei der Pulveraktivkohlestufe wird zwischen dem Ulmer Verfahren, dem Verfahren als Dosierung vor den Sandfiltern und der Direktdosierung in die Biologie unterschieden. Die ARA Rorquet betreibt als biologische Stufe einen Biofilter. Aus diesem Grund sowie den engen Platzverhältnissen wird die Variante mit PAK-Dosierung vor der Sandfiltration favorisiert. Ein allgemeines Verfahrensschema der Pulveraktivkohle-Dosierung vor den Sandfiltern ist in Abbildung 17 dargestellt.

Bei diesem Verfahren wird Aktivkohle in den Ablauf des Biofilters zudosiert und intensiv vermischt. Anschliessend wird zusätzlich Fällmittel beigemischt. Das so konditionierte Abwasser gelangt in einen Kontaktreaktor, in dem die gebildeten PAK-Flocken schonend gerührt werden. Mittels Adsorption werden dabei die Mikroverunreinigungen chemisch an die Pulveraktivkohle gebunden. Das PAK-Wassergemisch gelangt zu den nachfolgenden Sandfiltern, wo die PAK wieder möglichst vollständig aus dem Abwasserstrom gefiltert werden muss. Da das Abwasser weiterhin die Sandschicht mit der angelagerten PAK durchströmt, entfaltet die PAK hier weiterhin ihre adsorbierende Wirkung. Die PAK-Beladung der Filter wird fracht- und zeitabhängig überwacht und danach gezielt mit den Filterspülungen aus dem Abwasserstrom rückgespült. Die zurückgehaltene PAK gelangt über den Lamellenklärer in die Schlammbehandlung und wird somit als zusätzlicher Schlamm entsorgt.

Ein Pulveraktivkohleverfahren benötigt die PAK-Lagerung in einem Silo sowie die PAK-Ansetzstation. Anders als beim LOX-Tank, kann das PAK-Silo als solches nicht liegend ausgeführt werden. Da die PAK relativ leicht ist und mit Förderluft abgeladen wird, ist ein Silo mit rund 100 m³ Inhalt erforderlich. Die mittlere Dosierleistung beträgt ca. 9.9 kg PAK/h. Entsprechend dieser Dosiermenge muss die Treibwasserstrahlpumpe ausgelegt werden. Die PAK-Aufbereitung und Dosierung wird zweistrassig installiert. Als weitere Möglichkeit kann der Einsatz von zwei stehenden, kleineren PAK-Silos realisiert werden.

Die Kontakt- und Reifebecken werden ebenfalls zweistrassig ausgebildet. Sämtliche mit PAK in Kontakt tretende Leitungen, Pumpen etc. müssen für den Einsatz geeignet sein.

Tabelle 15 Dimensionierung PAK-Silo und Dosierstation

| PAK-Silo | Dim. | | PAK-Dosierung | Dim. | |
|------------------------------|-------------------|-----|--------------------------------------|-------|----|
| Anzahl | Stück | 1 | Anzahl | Stück | 2 |
| Durchmesser | [m] | 3.5 | Leistung/Aggregat | kg/h | 10 |
| Höhe (exkl. Unterbau) | [m] | 9.5 | Gesamte installierte Leistung | kg/h | 20 |
| Nutzvolumen | [m ³] | 100 | - | - | - |

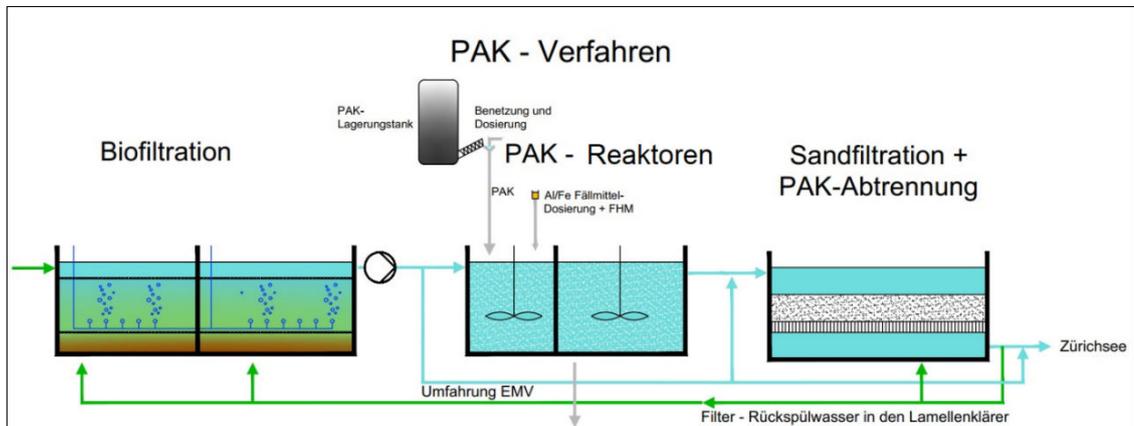


Abbildung 17: Verfahrensschema der Pulveraktivkohle-Dosierung vor den Sandfilter, in dem die PAK abgetrennt wird

Dimensionierung und Betriebsmittel

Die Dosierung mit PAK liegt im Mittel bei 14 g/m^3 , bei Regenwetter (Q_{RW}) bei 11.8 g/m^3 . Die Menge des benötigten PAK hängt von den Zielvorgaben für die Eliminationsleistung der Spurenstoffe ab. Technisch wird dies beeinflusst von der Art der Aktivkohle, der Dosierart und der überlagerten Spülwassermenge. Daher wird angeraten, vorab Labortestes zur erforderlichen Dosiermenge durchzuführen. Ggf. kann daher in Abstimmung mit der Eliminationsleistung und den tatsächlichen Frachten der Einsatz von PAK optimiert werden. Das Spülwasser trägt nicht zur Erhöhung der Betriebsmittel bei, da in diesem bereits die meisten Spurenstoffe eliminiert wurden.

Durch die Anwendung von PAK kommt es zu einem Anstieg des Schlammanfalls von bis zu 10 % (abhängig von der dosierten Menge).

Disposition und Flächenbedarf

Der Platzbedarf für die Variante 2 beträgt 250 m^2 . Das Verfahren kann wie in Abbildung 18 gezeigt ebenfalls als Anbau neben der Filtration realisiert werden. Für dieses Verfahren sind ein PAK-Silo sowie eine Dosierstation erforderlich. Die Standfläche beträgt ca. $8 \text{ m}^2 - 10 \text{ m}^2$. Bei einem 100 m^3 Silo, welches zu $2/3$ befüllbar ist, beträgt die Lagerdauer ca. 126 Tage. Die Lagerung von PAK darf ausschliesslich im Silo erfolgen, da bei diesem Produkt ebenfalls entsprechende Sicherheitsvorschriften zu beachten sind.

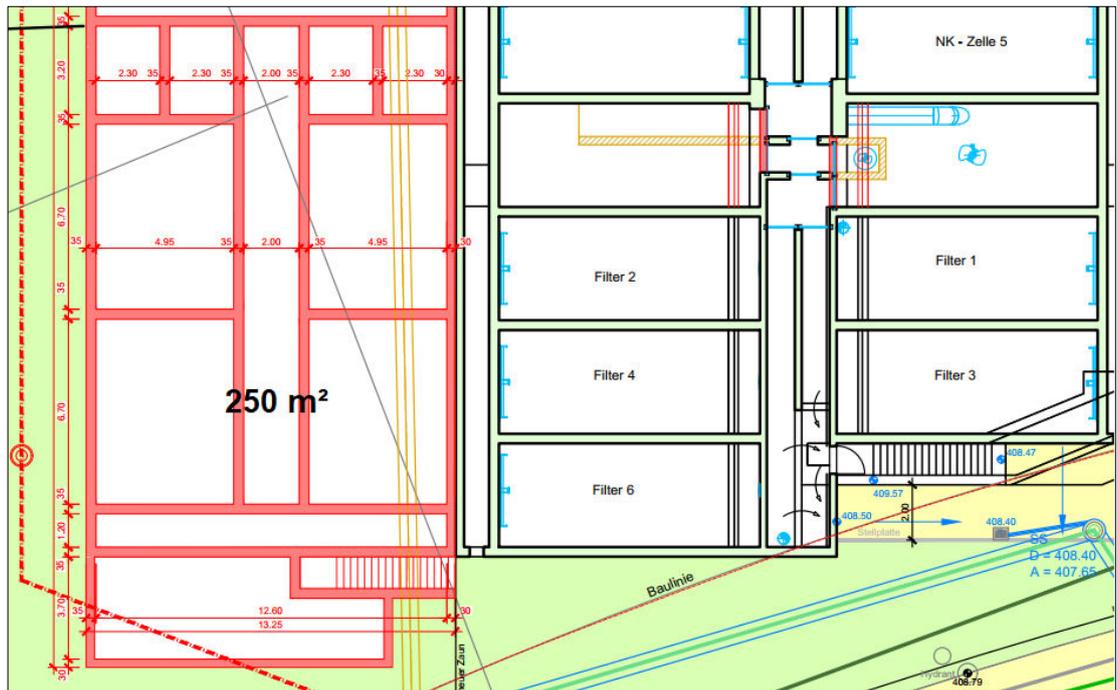


Abbildung 18: Anbau PAK-Dosierung vor Sandfiltration, Platzbedarf 250 m²

Investitions- und Jahreskosten

Für die ARA Rorguet wird aufgrund der erforderlichen Dosierleistung von einem klassischen, stehenden Silo mit zwei Dosierstationen ausgegangen. Das Silo soll mit einer Lieferung optimal befüllt werden können. Alternativ kann in der Ausführungsphase geprüft werden, ob zwei kleinere PAK-Silos mit je einer Dosierstation mit einer Lieferung befüllt werden können. Diese könnten evtl. besser in das bestehende Gebäude integriert werden. Die Disposition mit zwei Silos ist entsprechend teurer.

Fazit: Die PAK-Dosierung vor der Filtration erweist sich als ein geeignetes Verfahren für die Elimination der Mikroverunreinigungen. Das Verfahren kann praktisch gleich kompakt wie die Ozonung disponiert werden. Ein entscheidender Vorteil ist, dass dieses Verfahren auch bei erhöhten Bromidkonzentrationen problemlos betrieben werden kann, da kein Bromat gebildet wird. Ein Nachteil besteht im teilweisen PAK-Verlust im ARA-Ablauf und in der zusätzlichen Belastung der Schlammbehandlung und Schlammensorgung durch die entnommene PAK.

Die PAK-Dosierung vor der Filtration wird von der Kläranlage in Cham seit anfangs 2019 mit Erfolg betrieben. Weitere Kläranlagen nach diesem Verfahren sind bereits im Bau.

6.3 FAZIT UND EMPFEHLUNG

Tabelle 16: Investitions- und Betriebskosten 4. Reinigungsstufe

| | Einheit | Variante 1 | Variante 2 |
|-----------------------------------|----------|--------------------|----------------|
| | | Ozonung vor Filter | PAK vor Filter |
| Investitionskosten | CHF | 5'803'000 | 5'660'000 |
| Betriebskosten total | CHF/a | 150'000 | 414'000 |
| Spezifische Betriebskosten | CHF/EW*a | 3 | 9 |

Der Vergleich der Varianten 1 und 2 für den Bau der 4. Reinigungsstufe zeigt sehr ähnliche Investitionskosten. Demgegenüber weist die Variante 1 «Ozonung vor Sandfiltration» bedeutend niedrigere Betriebskosten auf und ist somit wirtschaftlicher. Die jährlichen anfallenden Kosten pro Einwohner (angeschlossene ARA Rorguet + ARA Männedorf) ergeben sich hierbei zu 3 CHF/EW bei der Ozonung und zu 9 CHF/EW bei der PAK-Variante.

Die Ozonvariante kann gut und platzsparend in die vorhandene Abwasserstrasse integriert werden und bewirkt gleichzeitig eine Desinfektion des Abwassers.

In der Folge wird die Machbarkeitsstudie auf der Basis der Ozonvariante weiter ausgearbeitet, wobei die Kostenerhöhung der PAK-Variante ebenfalls dargestellt wird. Wir gehen davon aus, dass die Verfahrenswahl der 4. Reinigungsstufe nicht massgebend für den Entscheid des Anschlusses von Männedorf an die ARA Rorguet sein wird.

Bevor die Planung der 4. Reinigungsstufe weiter vertieft wird, ist diese Ausgangslage unbedingt mit dem AWEL und BAFU vertieft zu diskutieren um evtl. weitere Abklärungen zu treffen (z.B. Pilotierungsversuche).

Die bestehenden **Feinrechen** sind jeweils für einen maximalen Durchfluss von 350 l/s dimensioniert. Somit liegt die gesamte maximale Leistung der Rechenanlage bei 700 l/s. Damit kann die hydraulische Belastung beim Regenwetter von 690 l/s abgedeckt werden. Zur weiteren Kapazitätssteigerung wird die Überfallkante zum Fangbecken entsprechend erhöht.

Heutzutage sind zwei Sandfang-Becken jeweils mit einer Länge von 27 m und gesamten Oberfläche von 110 m² im Betrieb.

Die rechnerische Aufenthaltszeit beträgt bei Regen 10.4 Minuten, so dass die minimale Aufenthaltszeit von 8 Minuten übertroffen wird. Somit genügt die bestehende Sandfanganlage den Anforderungen.

Die **Vorklärung** besteht aus zwei baugleichen Vorklärbecken. Daraus ergibt sich die Gesamtoberfläche der Vorklärung von 490 m².

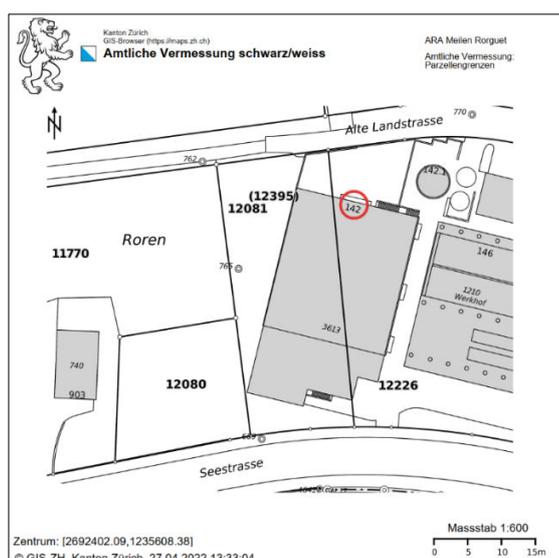
Analog wie im Sandfang beeinflusst die steigende hydraulische Belastung die Abwasser-Aufenthaltszeiten. Mit der Dimensionierungsmenge von 690 l/s wird die Aufenthaltszeit bei Regen auf 0,51 h reduziert. Der empfohlene Wert von einer halben Stunde bei Regen wird somit ebenfalls noch knapp eingehalten.

Zur Optimierung Vorklärung werden folgende Massnahmen umgesetzt:

- Gleichmässige Verteilung des Abwassers auf beide Vorklärbecken
- Anpassung Zulaufbauwerk zur Reduktion von Turbulenzen im Einlaufbereich

Das nachfolgende **Pumpwerk** fördert das Abwasser aus der Vorklärung in die biologische Reinigungsstufe. Die bestehende Förderungsanlage verfügt über 5 gleiche Pumpen, je mit einer Leistung von 115 l/s, eine davon dient für die Redundanz. Der zusätzliche Abwasserstrom Richtung neue biologische Reinigung wird mit zwei neuen Pumpen bewältigt. Die neuen Pumpen werden im UG der Biofiltration installiert und in die Notüberlaufleitung (Verbindung Biofilter-Vorklärung) integriert. Die neue Druckleitung muss durch den Lammellenabscheider zum Erweiterungsbau der Biologie geführt werden.

Die bestehende **biologische Reinigungsstufe** ist stark ausgelastet und stellt nicht genug freie Kapazität für die Behandlung des Abwassers der Gemeinde Männedorf bereit.



Aus diesem Grund ist eine Kapazitätssteigerung notwendig. Auf Grund der deutlichen Steigerung der hydraulischen Belastung und unter Berücksichtigung der zukünftigen Zunahme der Frachten bedarf es einen Ausbau der bestehenden biologischen Reinigung um ca. 50 %. Die hydraulische Auslegungsgrösse ist die zusätzliche zu behandelte Abwassermenge von 240 l/s. Die erste Machbarkeitsstudie hat gezeigt, dass es zweckmässig ist, für die Kapazitätserweiterung ebenfalls das kompakte Biofilterverfahren zu wählen. Das neue Bauwerk wird westlich des bestehenden Biofiltergebäudes erstellt und entspricht in etwa einer Erweiterung des

Abbildung 20: amtliche Vermessung Areal ARA Rorguet

aktuellen Gebäudes um 3 DN/NK-Zellenpaare (siehe Abbildung 20).

Die **Filtrationsstufe** wird ebenso vergrössert. Für den Ausbau der Raumfiltration werden die vorhandenen Kammern für Ozonung und Flockungsbecken verwendet und in Raumfilter umgebaut. Der erweiterte Platz genügt für die Gewährleistung eines effizienten Betriebes der Filtration nach dem Anschluss der ARA Männedorf. Der **Raumfilter** wird nach der EMV-Stufe geschaltet und wird somit weiterhin die Endstufe des Reinigungsprozesses.

Die EMV-Stufe wird zwischen Biofiltration und Filtration geschaltet. Die Evaluation und die Vorauswahl der 4. Reinigungsstufe wird im Kapitel 7 erläutert.

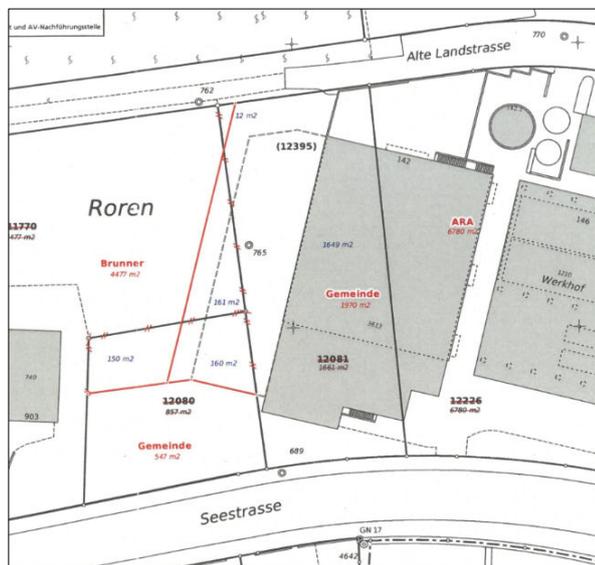
Für die Spülung der 8 neuen Biofilter- und Filterzellen wird die vorhandene Infrastruktur verwendet. Mit den bestehenden Pumpen wird das Spülwasser aus dem Spülwasserbecken entnommen und mit einer neuen Druckleitung zu den neuen Zellen geführt. Das Schlammwasser aus den Zellenspülungen wird weiter im bestehenden **Schlammwasserbecken** gepuffert und im Lammellenabscheider abgetrennt. Das abgetrennte Wasser fliesst zum bestehenden Biofilter zurück, während der Überschusschlamm zur Schlammeindickung gepumpt wird. Da die Zellenspülungen nacheinander stattfinden, ist die vorhandene Infrastruktur geeignet, auch weitere Zellen zu spülen. Die gesamte Spüldauer wird sich aber entsprechend verlängern.

Die Dimensionierung der **Schlammfäulung** wurde im Rahmen des Bauprojekts «Schlammverwertung ARA Männedorf» überprüft und entsprechend angepasst. Der Schlamm aus der ARA Männedorf soll schon ab Januar 2024 zur ARA Rorguet transportiert und dort verwertet werden. Die Anpassungsmassnahmen zur Steigerung der Kapazität der bestehenden Schlammfäulung werden in zwei Etappen durchgeführt. Die erste Etappe wurde im Jahr 2022 realisiert (Abdeckung Nachfaulraum), die zweite Etappe wird nach den Sommerferien 2023 realisiert.

8 MASSNAHMEN ANSCHLUSS

8.1 GRENZBEREINIGUNG ARA RORGUET

Für die Grenzbereinigung wurde aus mehreren Vorschlägen die Variante «MV5-10 zwei Ge-



meindeparzellen, kein Näherbaurecht auf gesamter gemeinsamer Grenze» in Absprache mit dem benachbarten Grundeigentümer gewählt. Zum privaten Grundstück Brunner wird der erforderliche Grenzabstand eingehalten. Zur verbleibenden Gemeindeparzelle im Süden kann das Bauwerk auf die Grenze gestellt werden. Dieser Landabtausch wurde mittlerweile im Grundbuch bereits rechtsverbindlich eingetragen.

Die ehemaligen Parzellen 12080 und 12081 bzw. 12550 und 12551 nach der Grenzbereinigung gehören der Gemeinde Meilen. Der Abwasserverband nutzt heute bereits die Parzelle 12081 im Baurecht und entrichtet einen jährlichen Baurechts-

Abbildung 21: Grenzbereinigung Variante MV5-10

zins, welcher in der Jahresrechnung bisher enthalten ist.

Im Zuge der Anschlussdiskussionen im Gemeinderat Meilen wurde im gegenseitigen Einvernehmen entschieden, dass die Gemeinde Meilen das Land der beiden Parzellen 12550 und 12551 gesamthaft dem Abwasserverband verkauft. Somit werden künftig die Gebäude der ARA Rorguet wieder auf den Grundstücken des Abwasserverbandes stehen, so dass Baurechtszinsen entfallen werden.

8.2 ERWEITERUNG ARA RORGUET

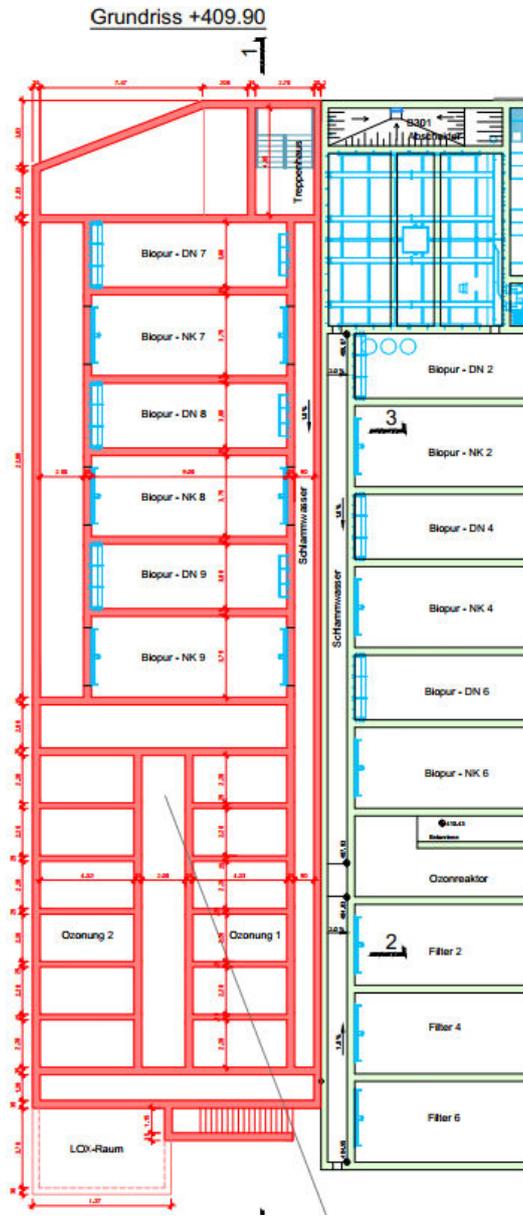


Abbildung 22: Erweiterungsbau für Biofiltration und Ozonung

Aufgrund des geringsten Flächenbedarfes wird der Biofilter als Vorzugsvariante für den Ausbau der biologischen Stufe gewählt. Neben der kompakten Bauweise sind entscheidende Vorteile die vorhandene Infrastruktur für die Spülungen und Schlammwasserbehandlung sowie die langjährige Betriebserfahrung mit diesem Verfahren.

Vom Ablauf der Vorklärung wird der Teilstrom mit neuen Pumpen in die Zulaufrinne des neuen Biofilters gepumpt. Die Zulaufrinne verteilt das Abwasser auf 3 Biofilterzellenpaare, welche baugleich zu den bestehenden Biofiltern dimensioniert werden. Für die Denitrifikation wird ebenfalls eine interne Rezirkulation vorgesehen.

Nach der biologischen Reinigung wird das Abwasser der bestehenden und neuen Abwasserstrasse durch eine zweistrassige Ozonung geführt. Diese wird je nach Hydraulik ein- oder zweistrassig betrieben. Die Ozonproduktion wird in Betriebsräumen direkt über dem Ozonreaktor oder der bestehenden Filtration vorgesehen. Der Tank für die Lagerung des Flüssigsauerstoffs wird südlich der Ozonung installiert.

Das so behandelte Abwasser wird anschliessend in der Filtration noch von abfiltrierbaren Stoffen gereinigt und biologisch nachbehandelt und fliesst danach durch die bestehende Ablaufkanalisation in den Zürichsee.

Sollten die durchzuführenden Pilotversuche für die Ozonierung des Abwassers aus dem erweiterten Einzugsgebiet aufzeigen, dass eine Ozondosierung wegen zu hoher Bromatbildung nicht bewilligungsfähig ist, so kann praktisch in denselben Bauvolumina eine PAK-Dosierung vor der Filtration installiert und betrieben werden.

8.3 PUMPERK MÄNNEDORF

8.3.1 Ausgangslage

Das Abwasser fliesst heute aus nördlicher Richtung zur ARA Männedorf. Der Kanal durchquert das Regenbecken 1 auf Höhe Beckenoberkante und führt am Regenbecken zwei vorbei. Bei Bedarf wird in die Becken entlastet. Zwischen den Becken befindet sich ein Kiesfang. Um diesen zu leeren wird der Zufluss abgeschottet und das Wasser zeitweilig in Regenbecken 1 geleitet.

Anschliessend fliesst das Wasser um die Schneckenhebwerke herum und wird dann von diesem auf das Niveau des Rechengerrinnes angehoben. Die Rechenanlage verfügt über einen Spaltabstand von 5 mm. Das entnommene Rechengut wird gewaschen, gepresst und in auf dem Niveau der Zufahrt platzierte Kehrcontainers verladen. Für Ausfälle verfügt der Rechen über ein Bypass-Gerinne. Danach wird der Abwasserstrom auf die beiden Vorklärbecken verteilt.

8.3.2 Weiterhin genutzte Anlageteile

Regenbecken

Bei den Regenbecken ist eine minimale, punktuelle Instandstellung einzelner Schadstellen vorgesehen. Ansonsten wird die Bausubstanz ohne Änderungen übernommen.

Die im UG trocken aufgestellten Entleerungspumpen haben ihre technische Lebensdauer erreicht und sollen ersetzt werden. Die Verrohrung ist entsprechend mitanzupassen/zu ersetzen.

Heute erfolgt die Beckenreinigung händisch. Es sollen in beide Becken ein Airjet zum Aufwirbeln der Schmutzstoffe, während dem Auspumpen eingebaut werden. Dieser soll neben den Entleerungspumpen trocken aufgestellt werden.

Kiesfang

Der Kiesfang soll ohne Anpassungen übernommen werden.

Schneckenhebewerk

Das Hebewerk wurde kürzlich in Stand gestellt. Je nach Zeitpunkt des Zusammenschlusses ist ein mehr oder weniger umfangreicher Service an der elektromechanischen Ausrüstung vorzusehen. Der Beton ist in gutem Zustand.

Rechenanlage

Der Rechen ist neueren Datums und kann für das Pumpwerk übernommen werden. Es ist ein Service an der Anlage eingerechnet.

Parkplatz/Vorklärbeckengebäude

Da die Trichter des heutigen Vorklärbeckens zukünftig als Pumpensumpf dienen, muss die Einhausung erhalten bleiben. Die Parkplätze auf dem Dach der Vorklärung sollen ebenfalls erhalten bleiben. Ein Teilabbruch des Gebäudes wäre denkbar, aber mit baulichen Anpassungen verbunden. Das Gebäude soll entkernt und im heutigen Umfang belassen werden. Eine Umnutzung als Lagerraum oder ähnlich ist schwierig, da die Bodenplatte der Becken deutlich unter dem Zufahrtsniveau liegt. Die Zwischenwand zwischen den Becken ist tragend und kann nur aufwändig entfernt werden.

Betriebsräume

Die Werkstatt, die Leitwarte sowie das Sitzungszimmer werden für den Betrieb des Pumpwerks nicht benötigt. Sie können für ähnliche Zwecke (z.B. Werkstatt für Bauamt), als Lagerräume oder komplett anders umgenutzt werden. Auch im Keller werden nicht mehr alle Flächen benötigt. Diese Räume sind jedoch zugangstechnisch eng mit dem Pumpwerk verhängt.

Heizung

Die Heizung der ARA basiert heute auf einer Abwärmenutzung aus dem Brauchwasser. Diese Wärmequelle steht am Standort Männedorf zukünftig nicht mehr zur Verfügung. Das Pumpwerk selbst benötigt keine Heizung. Es gilt einzig Temperaturen unter dem Gefrierpunkt zu

vermeiden. Da über das Abwasser sowie die Abwärme von Motoren und elektronischen Komponenten immer etwas Wärme in die Räume eingetragen wird, benötigt das Pumpwerk keine Heizung. In der Regel wird ein Warmluftgebläse, welches bei sehr kalten Wintertemperaturen betrieben werden kann verbaut. Sollen die Räume im EG auch zukünftig auf 20 °C gehalten werden, müsste eine neue Heizung installiert werden. Wir empfehlen eine Luft-Wärmepumpe.

Externe Abwasserwärmenutzung

Es besteht ein Vertrag für die Abwasserwärmenutzung, welche die Heizenergie für die Tecan AG zur Verfügung stellt. Dieser Vertrag läuft im 2032 aus und ist bei Bedarf vorzeitig zu kündigen. Als Ersatzlösung kann durch den Contractor eine Seewassernutzung angestrebt werden. Aus diesem Vertragsverhältnis entstehen keine Kostenfolgen bei einer Stilllegung der ARA Weiern.

8.3.3 Pumpstation

Pumpensumpf

Gemäss Anforderungen des AWEL in vergleichbaren Projekten wird das Pumpwerk mit zwei getrennt zu betreibenden Pumpensümpfen ausgebildet. Um die Pumpen gleichmässig zu belasten wird ca. alle 5 h der benutzte Pumpensumpf gewechselt, sofern der intermittierende Betrieb nicht einen häufigeren Wechsel erlaubt.

Als Sumpf sollen die Trichter der beiden Vorklärbecken genutzt werden. Dieser soll durch Einbau einer Trennwand vom restlichen Becken getrennt werden. Um den toten Raum unterhalb der Saugleitung zu reduzieren, wird zudem der unterste Teil des Trichters verfüllt.

Da der Wasserspiegel im Pumpensumpf bis zu 3.50 m unter dem Zulaufgerinne liegt, ist der Zulaufsituation grosse Bedeutung zu schenken. Das zufließende Wasser muss in einer schrägen Rinne kontrolliert nach unten geführt werden, so dass beim Auftreffen auf die Oberfläche möglichst keine Luft mitgerissen wird.

Der Zufluss wird mit einer motorisch betriebenen Weiche gezielt in den Sumpf geleitet, aus welchem nicht angesogen wird. So wird die beim Eintreffen des Zuflusses auf die Wasseroberfläche nicht direkt zu den Pumpen fließen, sondern hat im ruhig stehenden Pumpensumpf Zeit, um auszugasen.

Die Pumpensümpfe werden mit einer Betondecke versehen, um schlechte Gerüche im Gebäude zu reduzieren und das Raumklima trocken zu halten. Beide Pumpensümpfe verfügen über einen Radar für die Niveaumessung und sind an die Abluft angeschlossen.

Aufstellung Pumpen

Die Förderpumpen werden am Standort der heutigen Frischschlammumpen im zweiten Untergeschoss aufgestellt. Damit die bei der Förderung entstehenden Schwingungen sicher in die Bodenplatte abgeleitet werden können, sind massive Betonsockel vorgesehen.

Die Decke über dem zweiten und dem ersten UG soll im Bereich der Pumpen entfernt werden, so dass genügend Platz für die Aufstellung vorhanden ist. Durch diese Öffnungen können die Pumpen auch mit dem verbauten Hallenkran angehoben und ausgebaut werden. Das heutige Gebäude ist aufzustocken, damit genügend Raumhöhe zum Ein- und Ausbauen der Pumpen vorhanden ist.

Pumpen

Die Bandbreite abzudeckender Fördermengen zwischen dem minimalen Trockenwetterzulauf während der Nacht im Bereich von 20 l/s und der geförderten Menge bei Regenwetter von

240 l/s stellt eine Herausforderung dar.

Da ca. 88 % der Zeit Trockenwetteranfall herrscht, welcher 60 l/s kaum übersteigt sollen 2 Pumpen installiert werden, welche diese Menge mit bestmöglichem Wirkungsgrad fördern können. Erfahrungsgemäss können diese Pumpen auf ca. 30 l/s gedrosselt werden. Ist der Zulauf noch geringer, so wird auf intermittierende Förderung umgeschaltet.

Zur Förderung der Regenwettermenge sind 3 Pumpen vorgesehen. Davon werden maximal 2 gleichzeitig betrieben und gewährleisten gemeinsam die Förderung von 240 l/s. Die dritte Pumpe dient der Redundanz. Berechnungen zeigen, dass bis zu einer Fördermenge von rund 180 l/s der Betrieb einer Pumpe einzelnen ausreichend ist (Tabelle 17: Pumpendaten nach Betriebsarten).

Tabelle 17: Pumpendaten nach Betriebsarten

| | Trockenwetter | Regenwetter (Einzelbetrieb) | Regenwetter (Parallelbetrieb) |
|-------------------------------|----------------------|--|--|
| Fördermenge maximal bei Druck | 60 l/s bei 4.1 bar | 180 l/s bei 5.2 bar | 240 l/s bei 6 bar |
| Fördermenge minimal bei Druck | 30 l/s bei 4.0 bar | 60 l/s bei 4.1 bar | Energetisch nicht sinnvoll |
| Leistung | 55 kW | 160 kW | 2 x 160 kW |
| Gewicht Pumpe | Ca. 800 kg | 1'800 kg | 2 x 1'800 kg |
| Höhe Pumpe | 2.0 m | 3.0 m | 3.0 m |



Abbildung 23: Vergleichbare trocken aufgestellte Zentrifugalpumpen.

Rohrleitungen und Armaturen

Die Verrohrung im Pumpwerk wird mit Chromstahlleitungen mit einer Wandstärke von mindestens 3 mm gebaut. Die Saugleitungen sind gross gewählt, um die NPSH gering zu halten und einen ruhigen Betrieb zu ermöglichen. Die Pumpe in der Mitte kann aus beiden Sümpfen ansaugen, jene am Rand nur auf jeweils einer Seite. Die Zuläufe können von Hand abgeschiebert werden. Auf der Druckseite sind ein pneumatischer Schieber sowie eine Handarmatur vorgesehen.

Vor der Mauerdurchführung ist eine magnetisch induktive Durchflussmessung sowie eine Druckmessung vorgesehen (MID).

Druckschlagdämpfung

In der Druckleitung befinden sich gut 100 t Wasser, welche sich mit einer Geschwindigkeit von bis zu 2.4 m/s bewegen. Wird die Pumpe abrupt ausgeschaltet (zum Beispiel wegen eines Stromausfalls), so muss die Wassersäule kontrolliert abgebremst werden. Geschieht dies nicht, bildet sich in der Leitung ein Vakuum, welches anschliessend die Wassersäule mit grosser Kraft zurücksaugt.



Abbildung 24: Vergleichbarer Druckschlagdämpfer

Um diese Druckschwankungen auf ein akzeptables Mass zu reduzieren ist ein Druckschlagdämpfer vorgesehen. Dieser Behälter ist 3'000 l gross und enthält ein Luftkissen, welches beim Starten der Pumpe komprimiert wird und sich anschliessend wieder ausdehnt.

Anpassungen Gebäude

Um Platz für die Pumpen zu schaffen, wird die Zwischendecke zwischen erstem und zweitem UG ausgebaut. Auch die Betonstruktur des Sandfangs wird abgebrochen. Die geschaffenen Öffnungen erlauben den Ausbau der Pumpen mit der installierten Deckenkrananlage. Die Öffnungen können mit Gitterrosten abgedeckt oder mit Geländer versehen und offen belassen werden.

Es wird davon ausgegangen, dass die Pumpen sehr selten ausgebaut werden müssen, da Pumpen in dieser Grösse praktisch nicht mehr verstopfen und ein Ölwechsel auch an der eingebauten Pumpe vorgenommen werden kann.

Um genügend Gebäudehöhe zum Anheben der Pumpen zu haben, muss der bestehende Stahlbau um rund 1.2 m angehoben werden. Dabei soll über den Pumpen ein besonders starker Träger eingebaut werden, welcher gleichzeitig auch als Schiene für den Kran genutzt werden kann.

Der Stahlbau wurde neu gerechnet. Das Dach wird bituminös abgedichtet und isoliert. Auf der Dachfläche sind Photovoltaikzellen in Ost-West-Ausrichtung vorgesehen. Zu deren Unterhalt ist eine Absturzsicherung eingerechnet.

8.3.4 Vorgehen Umbau

Da das Abwasser auch während dem Umbau gereinigt werden muss, ist die ARA Männedorf

weiter zu betreiben, bis das Abwasser nach Meilen gepumpt werden kann.

Mit dem Bau des Pumpwerks wird erst begonnen, wenn die nötigen Kapazitäten auf der ARA Rorguet geschaffen wurden und die Druckleitung fertig gebaut ist.

Es ist vorgesehen zuerst das Dach zu demontieren, so dass mittels Baustellenkran Material direkt ins Gebäude gebracht oder daraus entfernt werden kann. Für die Bauzeit soll eine leicht öffnende, temporäre Zeltabdeckung montiert werden um das Regenwasser aus dem Gebäude fernzuhalten.

Anschliessend soll das Vorklärbecken 1 sowie der Frischschlammstapel ausser Betrieb genommen werden, damit der erste Pumpensumpf gebaut und die Pumpen aufgestellt werden können. Nach Abschluss dieser Phase kann eine reduzierte Abwassermenge von 180 l/s mit einer Trocken- sowie einer Regenwetterpumpe nach Meilen gefördert werden. Dies erlaubt die ARA Männedorf komplett ausser Betrieb zu nehmen.

Nach Entleerung der Becken kann die Verfahrenstechnik rückgebaut und die Betonsubstanz wo nötig rückgebaut werden, so dass auch für die drei weiteren Pumpen Platz geschaffen wird.

Die Schaltschränke für das Pumpwerk soll im heutigen Sitzungszimmer aufgebaut werden. So können sie aufgestellt werden ohne den laufenden Betrieb zu stören.

8.3.5 Betrieb und Unterhalt

Das Pumpwerk Männedorf wird so gebaut, dass es vollständig ins Leitsystem der ARA Rorguet integriert ist und auch von dort überwacht und ferngesteuert werden kann. Somit kann der Betrieb der Pumpen mit Ausnahme der jährlich durchzuführenden Wartung aus der Ferne erledigt werden.

Der Betrieb des Rechens bedarf einer regelmässigen Kontrolle. Die Container, in welche das Rechengut ausgetragen wird sind regelmässig zu wechseln. Es wird davon ausgegangen, dass rund 3 Container Rechengut pro Woche anfallen.

Wir empfehlen die Installation einer Videoüberwachung im Bereich des Rechens, damit die korrekte Funktion sowie der Füllgrad des Containers aus der Ferne kontrolliert werden kann.

Die Regenbecken sind nach Niederschlagsereignissen jeweils zu kontrollieren und gegebenenfalls nachzureinigen.

Für den Betrieb des Pumpwerks fallen gesamthaft ca. 153'000 CHF/a an. Hierbei ist der Strombedarf mit ca. 100'000 CHF, der Personalbedarf mit 10'000 CHF und die Unterhaltskosten mit 44'000 CHF berücksichtigt. Pro Kopf fallen somit ca. 13 CHF/EW*a Mehrkosten an.

8.3.6 Umnutzung Areal ARA Männedorf

Mit der Ausserbetriebnahme der Kläranlage kann ein grosser Teil das am See liegende Grundstück einer anderen Nutzung zugeführt werden. Die Gemeinde Männedorf plant es in Form einer Parkanlage der Bevölkerung zur Nutzung zur Verfügung zu stellen.

Die heute offenen Becken sollen bis 1 m unter Terrain rückgebaut sowie der Boden perforiert werden und anschliessend mit sauberem Material aufgefüllt werden.

Das alte Dienstgebäude, welches heute teilweise für den Betrieb des Hafens genutzt wird kann belassen oder rückgebaut werden.

Das Filtrationsgebäude wird ebenfalls entkernt. Im Projekt ist vorgesehen dieses stehen zu lassen, die verfahrenstechnischen Installationen auszubauen und das Gebäude einer anderen

Bei der vorgesehenen Linienführung führt die Druckleitung von der ARA Männedorf in der Seestrasse bis kurz vor die Bahnunterführung Bergstrasse. Die Querung des Bahntrassees soll mittels Pressvortrieb erfolgen. Auf dem Bahnhofsparkplatz steht genügend Platz für die Einrichtung einer Startgrube mit Installationsplatz zur Verfügung. Der Zielschacht liegt im Bereich der Liegenschaft Seestrasse 139. Der genaue Standort des Zielschachtes ist im Rahmen des Bauprojektes festzulegen. Eine Verlegung der Leitung in der Strassenunterführung (Bergstrasse) wird nicht empfohlen, da der Strassenkörper bereits mit vielen Werkleitungen belegt ist und die Bauarbeiten würden eine Sperrung der Unterführung erfordern. Zudem würde ein Leitungstiefpunkt an einem ungünstigen Standort entstehen.

Die Unterquerung der Bahngeleise muss von der SBB genehmigt werden. Mit der Genehmigung sind verschiedene Auflagen verbunden, die je nach Projekt aber unterschiedlich sind. Die Auflagen hängen in hohem Mass von der jeweiligen Prüfinstanz ab. Folgende Auflagen können verfügt werden:

- Gleise dürfen nur im rechten Winkel unterquert werden (aufgrund der Grösse des Bahnhofsparkplatzes sollte diese Auflage ohne nennenswerten Mehraufwand erfüllt werden können)
- Geologische Abklärungen
- Überwachungskonzept mit Überwachung des Bahnkörpers durch automatische Setzungsmessungen

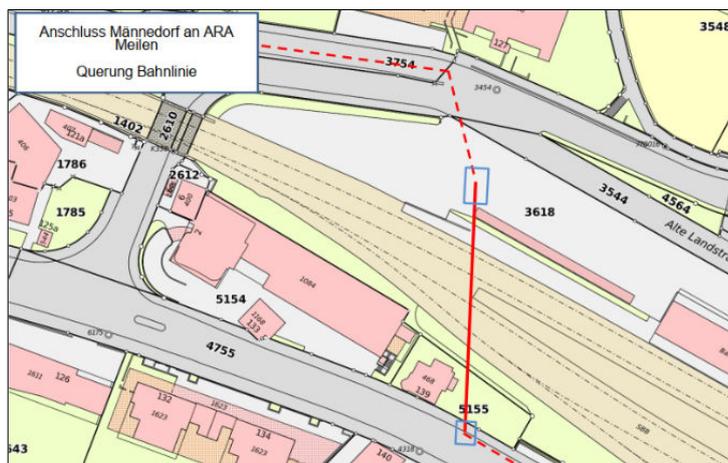


Abbildung 26: Querung Bahnlinie Anschluss Männedorf - Meilen

- Bereitstellung einer Gleisstopfmaschine (Krampmaschine) auf dem nächstmöglichen Bahnhof während der Bauarbeiten, damit bei Setzungen die Geleise unverzüglich unterstopft werden können
- Bereitstellung Sicherheitswärter
- Beizug eines Prüfenieurs
- Langsamfahrschlag

Diese Aufwendungen werden dem Projekt in Rechnung gestellt und daher im Kostenvoranschlag berücksichtigt.

Vom Bahnhofsparkplatz wird die Leitung in der Alten Landstrasse, parallel zum Bahntrasse, bis zur Kreuzsteinstrasse geführt. Der nächste Abschnitt führt über die Kreuzsteinstrasse bis zum Mühlerrainweg. Am Anfang des Mühlerrainwegs befindet sich der höchste Punkt des Leitungstrassees (ca. 448.0 m ü. M.). Dort wird der Auslaufschacht der Druckleitung platziert.

Bis zum Anschlusspunkt in der Mühlestrasse wird das Abwasser in einer Freispiegelleitung NW 400 mm geführt. Neben dem Auslaufschacht sind 4 Kontrollschächte vorgesehen.

Am letzten Kontrollschacht vor dem Anschluss ans Kanalisationsnetz von Rorguet oder beim Endpunkt der Druckleitung kann auch die geplante Pumpendruckleitung des Pumpwerks Chance Uetikon (Entwässerung Areal Uetikon) angeschlossen werden. Der Bau der beiden Druckleitungen wird im Bereich des parallelen Verlauf mit Vorteil koordiniert.

In der nachfolgenden Planungsphase kann nochmals geprüft werden, ob der Leitungsverlauf oberhalb der SBB-Linie weiter unten verlaufen kann. Ein Anschluss an den Verbandskanal würden dann im Bereich alte Landstrasse / Dollikerstrasse erfolgen. Diese Linienführung löst voraussichtlich höhere Investitionskosten aus. Da das Abwasser aber weniger hoch gepumpt werden muss, resultieren geringere Betriebskosten. Diese Variante der Linienführung müsste dann ebenfalls mit der Druckleitung des Pumpwerkes Chance Uetikon koordiniert werden.

8.4.4 Leitungsmaterial

Für die Druckleitung wird ein hochwertiges duktiles Gussrohr (ND 16 bar) mit einer Faserzementmörtelummantelung (FZM) und Steckmuffenverbindung empfohlen. Gegenüber Kunststoffrohren haben die duktilen Gussrohre folgende Vorteile:

- Die Rohre lassen in den Muffen eine Abwinkelung von bis zu 3° zu. Dadurch sind sie weniger empfindlich gegenüber Setzungen. Zudem kann die Linienführung bei leichten Kurven ohne Formstücke dem Strassenverlauf angepasst werden
- Kunststoffrohre sollten einbetoniert werden. Dadurch entsteht vor allem in der Seestrasse ein quer zur Flussrichtung des Grundwassers liegender Betonriegel, welcher den Abfluss des Grundwassers in Richtung See beeinflussen kann. Duktile Gussrohre müssen nicht einbetoniert werden
- Gussrohre sind weniger empfindlich auf Unterdruck als Kunststoffrohre bei Druckschlägen

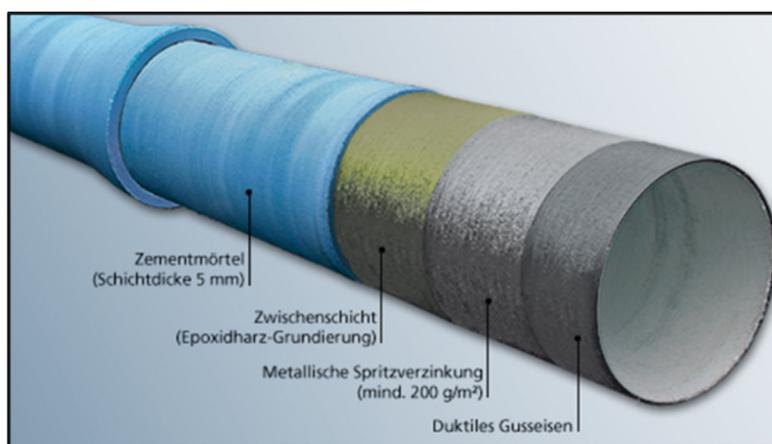


Abbildung 27: Schichtaufbau Faserzementrohr

8.4.5 Reinigung Pumpendruckleitung

Verhinderung von Ablagerungen in der Pumpendruckleitung

Bei Trockenwetter ist die Fliessgeschwindigkeit im Rohr mit 0.5 m/s relativ klein. Durch eine kurze tägliche Erhöhung der Pumpenleistung auf ca. 200 l/s kann die Geschwindigkeit auf 1.5 m/s erhöht werden. Allfällige Ablagerungen werden so gelöst und zum Ende der

Pumpenrückleitung gespült. Vorgängig müssen die Pumpen abgestellt und der Pumpensumpf gefüllt werden, damit genügend Volumen für die Spülung zur Verfügung steht.

Reinigungsverfahren

Damit eine sichere und energieeffiziente Abwasserentsorgung gewährleistet ist, muss die Abwasserdruckleitung periodisch gereinigt werden. Durch den Verzicht auf eine redundante Druckleitung muss diese Reinigung unter Betrieb durchgeführt werden können. Dies kann mit einem Impuls-Spülverfahren, dem sogenannten «Comprex-Verfahren» erfolgen. Es funktioniert auf physikalischer Basis – nur mit Luft und Wasser. Über verschiedene Einspeisestellen wird impulsweise Druckluft in die Leitung eingeblasen. So bilden sich Pakete aus Luft- und Wasserblöcken, die mit hoher Geschwindigkeit von 10 bis 20 m/s den Rohrleitungsabschnitt durchströmen. Diese beschleunigten Pakete erzeugen an den Grenzflächen zwischen Luft und Wasser grosse Turbulenzen mit starken Scher- und Schleppkräften, wodurch sie es schaffen, die mobilisierbaren Ablagerungen zuverlässig auszutragen.

Um die Luft einzutragen werden die verschiedenen Schächte in der Leitung genutzt. In der Pumpstation und in jedem Schacht wird ein Anschlussstutzen NW 100 mit Absperrschieber und Storzkupplung in die Leitung eingebaut. An der Storzkupplung kann die Luftleitung angeschlossen werden. Für eine bestmögliche Reinigung haben sich Reinigungsstrecken bis 500 m als optimal herausgestellt. Es wurden aber auch schon Rohwasserleitungen bis zu 3 km gereinigt.

In die Druckleitung werden 5 Schächte eingebaut. Mit der Reinigung wird im Pumpwerk begonnen und dann sukzessive die Luftenblasstellen von Schacht zu Schacht in Richtung Kanalnetz Rorguet verschoben. Die Einblasung pro Einspeisepunkt dauert ca. 2 bis 3 Stunden. Die Reinigung der Leitung dauert daher ca. ein bis zwei Tage.

Da das im Abwasserdruckrohr nachfliessende Wasser einen höheren Druck vor dem Luft-Einspeisepunkt hat, wird die Luft immer in Fliessrichtung laufen, da dort bei freiem Auslauf Atmosphärendruck herrscht. So wird gewährleistet, dass sich die Luft-Stosswelle bei den Zwischenschächten in Fliessrichtung und nicht in Gegenfliessrichtung fortbewegt und der gesamte Schmutzstoss zur ARA Rorguet gefördert wird.

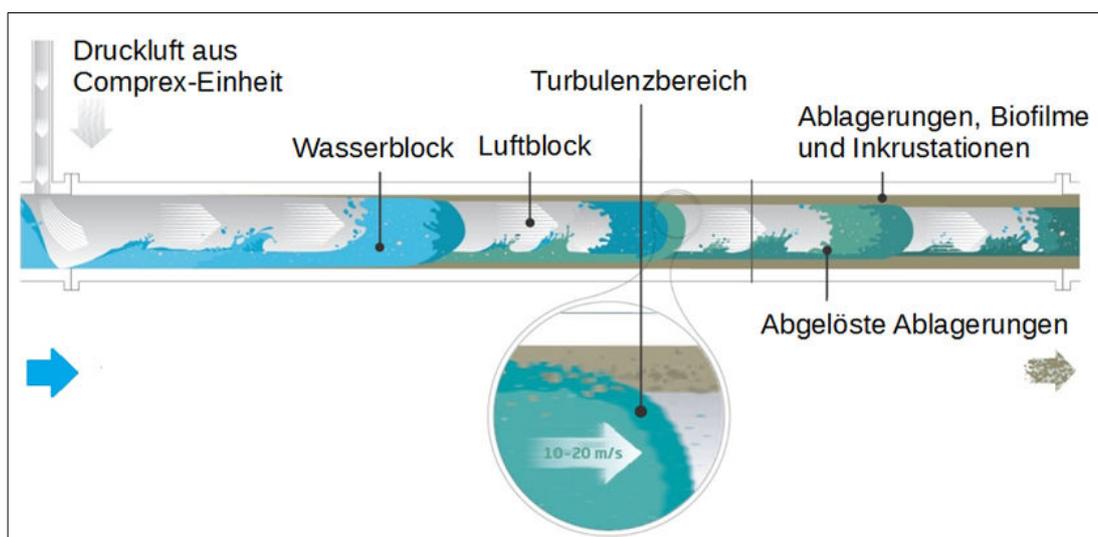


Abbildung 28: Visualisierung des Comprex-Verfahrens zur Reinigung der Druckleitung

Spülintervalle

Die Abstände der notwendigen Reinigungsintervalle sind nur schwer abschätzbar. Das Druck-

und Leistungsverhalten der Druckleitung ist daher zu beobachten und eine Spülung rechtzeitig auszulösen. Aufgrund der künftigen Erfahrungswerte kann dann das Intervall definiert werden.

8.4.6 Schächte

Um bei Bedarf die Leitung mittels Kanalfernsehen inspizieren zu können, sind Schachtbauwerke mit der Möglichkeit zur Einführung eines Kameraroboters einzuplanen. Die maximale Reichweite eines Kanalfernsehroboters beträgt ca. 200 m. Daher sollte der Abstand zwischen zwei Schächten maximal 400 m betragen. An den Tiefpunkten ist eine Entleerungsmöglichkeit zu schaffen. Hochpunkte sind mit einem Entlüftungsventilen auszustatten. Bei allen Schächten sind Anschlussmöglichkeiten für eine Druckluftreinigung (Kap. 7.4.2) vorzusehen.

Abbildung 30: Beispiel Entleerungsschacht mit Spüleinrichtung

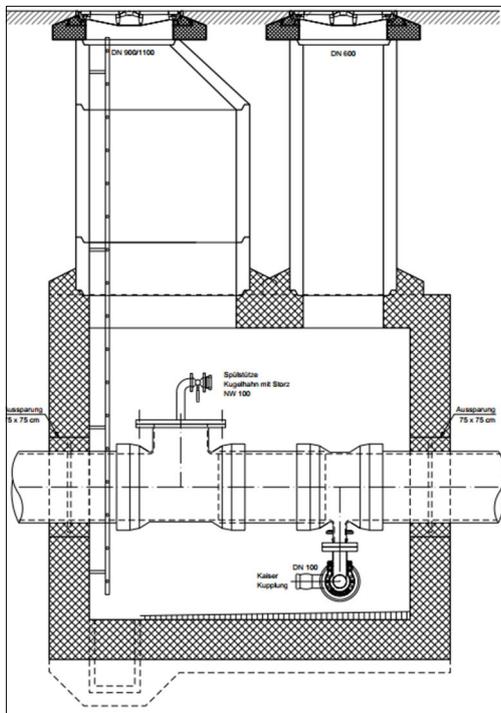
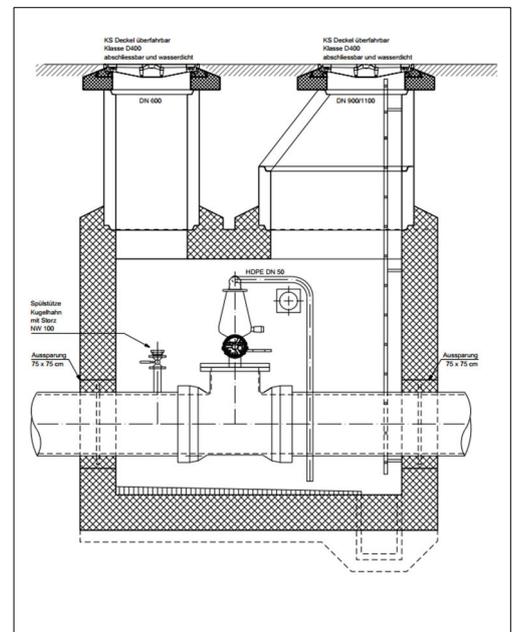


Abbildung 29: Beispiel Entlüftungsschacht



9 KOSTEN

9.1 BERECHNUNG DES KOSTENTEILERS

Die künftigen Betriebskosten nach dem Zusammenschluss werden anhand der heutigen Betriebskostenrechnung 2021 der ARA Rorguet hochgerechnet. Zur Ermittlung des Kostenteilers der erweiterten Kläranlage werden die Einwohnerzahlen (E) – natürliche Personen, die an eine ARA angeschlossen sind – und Einwohnergleichwerte (EWG) – Mass für die Schmutzfracht, die mit gewerblichem Abwasser in eine Kläranlage gelangt – aus den letzten 3 Jahren (2019-2021) herangezogen. Dies ergibt die Einwohnerwerte (EW) – Summe aus E und EWG. Die Daten der Einwohner beruhen aus den Erhebungen für das AWEL bzw. BAFU, mit welchen die Entschädigungen für die Finanzierung der Mikroverunreinigungen erhoben werden. Als gewerbliche Einwohnergleichwerte werden nur die Abwasserfrachten der Delica AG betrachtet und im Kostenteiler der Gemeinde Meilen zugeordnet. Darüber hinaus wird angenommen, dass die Abwasserfrachten aus dem übrigen Gewerbe in allen Gemeinden gleich verteilt vorliegen und daher für den Kostenteiler nicht weiter betrachtet werden.

Von Uetikon a. See waren im Mittel der letzten 3 Jahre 5'679 Einwohner auf der ARA Rorguet und 828 Einwohner auf der ARA Männedorf angeschlossen. Die Herleitung und Darstellung des Kostenteilers sind in Tabelle 18 dargestellt. Dieser Kostenschlüssel wird in der Folge sowohl für die Aufteilung von Investitionen wie auch von Betriebskosten für diese Machbarkeitsstudie zu Grunde gelegt.

Ca. im Jahre 2025 wird den vier Gemeinden der Ausführungskredit für den Zusammenschluss zur Abstimmung unterbreitet. Der dann zumal berechnete Investitionskredit wird dann anhand eines neuen Kostenteilers ermittelt, welcher auf Basis der letzten drei Betriebsjahre nach obiger Vorgehensweise zu bestimmen ist.

Tabelle 18: Übersicht Kostenteiler für Zusammenschluss ARA Rorguet und ARA Männedorf

| | | ARA Rorguet 72.65 % | | | | | ARA Männedorf 27.35 % | | |
|-----------------|------------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------|---------------|---------------|
| | | Meilen | Herrliberg | Uetikon | Delica | total | Männedorf | Uetikon | total |
| 2021 | angeschl. E. | 14'774 | 6'654 | 5'771 | - | 27'199 | 11'223 | 834 | 12'057 |
| | Einwohner-% | 54.32% | 24.46% | 21.22% | - | | 93.08% | 6.917% | 100% |
| | Kostenteiler | 45.40% | 20.40% | 17.70% | 16.40% | | - | - | - |
| | BK-Anteil inkl. Delica | 61.80% | 20.40% | 17.70% | - | 100% | - | - | - |
| 2020 | angeschl. E. | 14'599 | 6'461 | 5'626 | - | 26'686 | 11'223 | 834 | 12'057 |
| | Einwohner-% | 54.71% | 24.21% | 21.08% | - | | 93.08% | 6.917% | 100% |
| | Kostenteiler | 46.30% | 20.50% | 17.90% | 15.30% | | - | - | - |
| | BK-Anteil inkl. Delica | 61.60% | 20.50% | 17.90% | - | 100% | - | - | - |
| 2019 | angeschl. E. | 14'383 | 6'436 | 5'639 | - | 26'458 | 10'954 | 815 | 11'769 |
| | Einwohner-% | 54.36% | 24.33% | 21.31% | - | | 93.08% | 6.925% | 100% |
| | Kostenteiler | 46.00% | 20.60% | 18.00% | 15.40% | | - | - | - |
| | BK-Anteil inkl. Delica | 61.40% | 20.60% | 18.00% | - | 100% | - | - | - |
| MW 3 a | | 61.62% | 20.51% | 17.87% | | | 93.08% | 6.92% | |
| Neuer KT | | 44.77% | 14.90% | 12.98% | | | 25.46% | 1.89% | |
| EW | | | 26'781 | | Delica | 4'989 | 11'133 | 828 | 11'961 |
| Total EW | | Rorguet | 31'770 | | | | Gesamt | 43'731 | |

Die Prozent-Anteile aller Gemeinden an der neuen ARA entsprechen dem neuen Kostenteiler (KT) und sind in Tabelle 18 dargestellt. Hierzu wurde zunächst das Mittel der Jahre 2019 bis 2021 gebildet aus den Betriebskosten-Anteilen der ARA Rorguet. Durch den Zusammenschluss mit der ARA Männedorf vergrössern sich die berechneten Einwohnerwerte auf insgesamt 137.65 EW-%. Die Anteile der einzelnen Gemeinden wurden sodann neu berechnet unter Annahme, dass die Gesamtsumme wieder 100 EW-% ergibt.

Die Jahresrechnung der ARA Rorguet beinhaltet die eigentlichen Betriebskosten, die Abschreibungen sowie die Verzinsungen der vorangegangenen Investitionen gemäss HRM2. Die Gemeinde Männedorf/Uetikon soll als vollwertiges Mitglied in den Abwasserverband

Rorguet aufgenommen werden und sich somit künftig auch an der Amortisation der rückliegenden Investitionen beteiligen. Gleichzeitig gilt es aber auch einen fairen Kostenteiler für die neu anstehenden Investitionen zu definieren. Die intensiven Diskussionen führten zum Schluss, dass der neue Zweckverband alle anstehenden Investitionen auf dem ARA-Gelände tätigt (Erweiterung Biofilter und Neubau 4. Reinigungsstufe) und finanziert. Die Investitionen des Zweckverbandes werden wiederum fremdfinanziert und über die gemeinsame Jahresrechnung abgeschrieben.

Die Gemeinden Männedorf/Uetikon finanzieren einen Anteil am Ausbau des Biofilters, das neue Pumpwerk in Männedorf, die Druckleitung und den Einkauf ins Verbandsvermögen. Diese Investitionen werden durch Männedorf/Uetikon amortisiert, jedoch gleich mit der Inbetriebsetzung vollständig und kostenlos ins Eigentum des Zweckverbandes übergeben, welcher fortan für den Betrieb, Werterhalt und Erneuerung dieser Anlagen zuständig ist.

Die aus diesem Kostenmodell abgeleiteten Folgerungen werden in den nachfolgenden Kapiteln und Tabellen erläutert.

9.2 EINKAUF IN VERBANDSVERMÖGEN UND STILLE RESERVEN

Als Basis zur Berechnung für die prozentuale Beteiligung für den Einkauf der Gemeinde Männedorf/Uetikon wurden die Zahlen aus dem Betriebsjahr 2021 herangezogen. Die neuen Statuten fordern, dass die bisher beteiligten Verbandsgemeinden gemäss den eingebrachten Werten beteiligt bleiben.

Das Verbandsvermögen des bestehenden ARA Zweckverbandes Meilen-Herrliberg-Uetikon am See beträgt heute rund 6,8 Mio. Franken. Dieser Wert wurde aufgrund der Einführung der HRM2-Buchhaltung im Jahre 2019 ermittelt. Mit dem Einkauf von Männedorf/Uetikon am See erhöht sich das Verbandsvermögen um rund 2,56 Mio. Franken auf insgesamt rund 9,36 Mio. Franken.

Mit dem Anschluss an die ARA Rorguet partizipiert auch das neue Verbandsmitglied und Teile von Uetikon a.S. an den «stillen Reserven», welche mit dem Landwert der heutigen ARA gleichgesetzt werden. Eine Bewertung des Grundstückspreises ist anspruchsvoll, da die zu bewertenden Grundstücke teilweise in der Zone für öffentliche Bauten und Anlagen (ZöBA) und in der Gewerbezone G2.5 liegen. Einen Markt gibt es für solche Grundstücke nicht, entsprechend schwierig ist die Bewertung. Sie muss letztendlich im gegenseitigen Einvernehmen auf politischer Ebene festgelegt werden. Folgende Bewertung erscheint für alle Parteien fair und wird den nachfolgenden Berechnungen zugrunde gelegt:

- Verkehrswert Grundstücke Gewerbezone G2.5 und ZöBA: 920.00 Fr./m²

Bei einer Grundstückfläche von knapp über 9'000 m² ergibt dies einen Landwert von 8.3 Mio. Franken. Der Einkauf in das Verbandsvermögen und die stillen Reserven ergibt die folgende Zusammenstellung:

Tabelle 19: Einkauf in Verbandsvermögen und stille Reserven ARA Rorguet

| | | |
|--|------------------|------------|
| Verbandsvermögen | 6'838'412.50 | CHF |
| Stille Reserven (Landwert) | 8'307'137.35 | CHF |
| Total Vermögen und Reserven | 15'145'549.85 | CHF |
| aktuell angeschlossene EW | 31'770 | EW |
| spez. Vermögen und Reserven | 476.72 | CHF/EW |
| Einkauf Männedorf (11'133 EW) | 5'307'378 | CHF |
| Einkauf Uetikon am See (828 EW) | 394'728 | CHF |
| Total Einkauf (11'961 EW) | 5'702'106 | CHF |

Durch den Einkauf in das Verbandsvermögen und die stillen Reserven erhöht sich gemäss Tabelle 19 das Verbandsvermögen um 5.7 Mio. CHF und beträgt nach dem Zusammenschluss 12.54 Mio. CHF. Der Einkauf der Gemeinde Männedorf und Uetikon ist gleichzusetzen mit einer Kapitalerhöhung der ARA Rorguet. Die zusätzlichen finanziellen Mittel können zukünftig für die Schuldentilgung, andere Investitionen oder als Liquidität des Zweckverbandes verwendet werden.

9.3 LANDERWERB ARA RORGUET

Wie in Kapitel 8.1 ausgeführt, wird der Abwasserverband die Parzellen 12550 und 12551 nach der erfolgten Grenzbereinigung von der Gemeinde Meilen erwerben. Der geschätzte Kaufpreis beträgt CHF 3.1 Mio.. Die liquiden Mittel für die Tätigung dieses Lanerwerbs werden aus obigem Einkauf ins Verbandsvermögen und in die stillen Reserven von CHF 5.7 Mio. bereitgestellt. Im Verbandsvermögen nimmt die Liquidität somit ab, während der Landwert um den gleichen Betrag zunimmt. Die verbleibenden CHF 2.6 Mio. können weiterhin als Beitrag an die Bauinvestitionen des Verbandes oder zur Verbesserung der Liquidität genutzt werden.

Der Landkauf wird somit über das gemeinsame Verbandsvermögen finanziert. Diese Kosten entsprechen einer Verlagerung des Verbandsvermögens, die im Verband weder verzinst noch amortisiert werden. Demgegenüber entfallen in der künftigen Jahresrechnungen die Baurechtszinsen für die bisherige Landnutzung und auf für die neu beanspruchten Bodenflächen fallen keine Beurechtszinsen an.

9.4 GESAMTINVESTITIONEN

Tabelle 20 stellt die Investitionskosten für den Anschluss der ARA Männedorf an die ARA Rorguet gegliedert nach den 4 Teilprojekten exkl. Einkauf ins Finanzvermögen dar.

Tabelle 20: Gesamtinvestition Biofiltration, Ozonung, Pumpwerk und Druckleitung (exkl. MwSt., inkl. 15% UVG in BKP5)

| | | Ausbau Biofiltra- tion | MV V1 Ozonung | Pump- werk | Drucklei- tung | Total |
|------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------|
| BKP | Beschreibung | | | | | |
| 0 | Grundstück | 27'000 | 15'000 | 12'000 | - | 54'000 |
| 1 | Vorbereitungs- arbeiten | 100'000 | 80'000 | 278'000 | - | 458'000 |
| 2 | Gebäude | 3'505'000 | 1'947'000 | 582'000 | - | 6'034'000 |
| 4 | Umgebung | 73'000 | 98'000 | 14'000 | 2'706'000 | 2'891'000 |
| 5 | Baunebenkos- ten, Honorare | 2'230'000 | 1'817'000 | 868'000 | 406'000 | 5'321'000 |
| 7 | Ausrüstungen | 2'508'000 | 2'190'000 | 741'000 | - | 5'439'000 |
| 8 | MSRE-Technik | 600'000 | 700'000 | 565'000 | - | 1'865'000 |
| 9 | Ausstattung | - | - | 9'000 | - | 9'000 |
| | Total | 9'042'000 | 6'847'000 | 3'069'000 | 3'112'000 | 22'071'000 |

Wie in 9.1 erläutert, finanzieren und amortisieren die Gemeinden Männedorf/Uetikon die beiden Teilprojekte Pumpwerk und Druckleitung vollständig. Mit der Inbetriebsetzung gehen diese Objekte kostenlos ins Eigentum (Stockwerkeigentum oder Baurecht) und zum Betrieb durch den Abwasserverband über. Der Zweckverband ist somit fortan auch für den Unterhalt und die Erneuerung dieser Infrastrukturanlagen zuständig.

Die vierte Reinigungsstufe für die Elimination der Mikroverunreinigungen wird vollständig durch den Zweckverband erstellt und finanziert. Die Betriebs- und Amortisationskosten werden in die Jahresrechnung integriert.

Für die Kostentragung der Erweiterung der Biofiltration ist eine separate Betrachtung durchzuführen. Die Gemeinden Männedorf/Uetikon beanspruchen mit der aktuellen biologischen Belastung nur einen Teil des Kapazitätsausbaus (58%), der Rest (42%) bildet die Frachreserve für die künftige Entwicklung im Verbandsgebiet. Hydraulisch beanspruchen die neuen Gemeinden die volle Erweiterung der Biofiltration (100%). Daraus ergibt sich eine gemittelte Kostenbeteiligung von 79 % am neuen Biofilter. Über die Jahresrechnung beteiligen sich die beiden Gemeinden zusätzlich auch an der Amortisation des bestehenden Biofilters, welcher im Jahre 2012 in Betrieb gegangen ist und faktisch durch die neuen Gemeinden nicht benutzt wird. Folglich werden die beiden Gemeinden doppelt an den Amortisationen der Biofiltration beteiligt. Der bestehende Biofilter wird im Anschlussjahr 2031 bereits rund 19 Jahre in Betrieb sein. Die Amortisationskosten der verbleibenden 14 Jahre wird daher den neuen Gemeinden

als Investitionsanteil gutgeschrieben. Für die Finanzierung des Teilprojektes Biofilter wird somit folgendes Kostenmodell vorgeschlagen:

Tabelle 21: Kostenaufteilung Erweiterung der Biofiltration

| | | | |
|---|--------|------------|-------------|
| Investition Biofilter 2012 gem. Bauabrechnung | | 13'820'000 | CHF |
| abz. Spülungseinrichtungen | | 800'000 | CHF |
| abz. Schlammwasserbecken und Pumpwerk | | 600'000 | CHF |
| abz. Lammellenklärer | | 1'000'000 | CHF |
| abzüglich Peripherie (BW, DL, Fällung) | | 500'000 | CHF |
| Nettoinvestition Biofilter 2012 | | 10'920'000 | CHF |
| Inbetriebsetzung Biofilter | | Ende 2012 | |
| Anschluss Männedorf | | Ende 2031 | |
| Amortisation 2012 bis Anschluss Ende 2031 | | 19 Jahre | |
| Gesamthafte Amortisation | | 33 Jahre | |
| verbleibende Amortisation Männedorf/Uetikon | | 14 Jahre | |
| Amortisation Biofiltration 2012 33 a zu 2.5 % | 4.486% | 489'864 | CHF/a |
| Anteil Männedorf + Uetikon | | 27.4% | |
| Amortisationsanteil M+Ü an Biofilter 2012 | | 133'988 | CHF/a |
| Investition Biofilter 2031 | | 9'042'000 | CHF |
| Anteil Männedorf/Uetikon ohne Reserve | | 79.07% | |
| Anteil Männedorf an Investition Biofilter 2031 | | 7'149'207 | CHF |
| Gutschrift Männedorf aus Amortisation Biofilter 2012 | | 1'875'829 | CH für 14 a |
| Nettoinvestitionsbeitrag Männedorf/Uetikon an neuen Biofilter | | 5'273'379 | CHF |
| | | 58.32% | |

Der Kostenteiler aus Tabelle 18 wird ergänzt durch den Kostenschlüssel für die Erweiterung des Biofilters gemäss Tabelle 21 und ergibt folgende neue Aufteilung:

Tabelle 22: Kostenteiler für Investition Anschluss Männedorf

| Kostenelement | Anteil ARA Rorguet | | | ARA Männedorf/Uetikon | |
|-----------------------------|--------------------|------------|---------|-----------------------|---------|
| | Meilen | Herrliberg | Uetikon | Männedorf | Uetikon |
| Neubau Druckleitung /Pumpw. | | | | 93.08% | 6.92% |
| Ausbau Biofilter 2031 | 25.68% | 8.55% | 7.45% | 54.29% | 4.04% |
| Neubau 4. Reinigungsstufe | 44.77% | 14.90% | 12.98% | 25.46% | 1.89% |
| Einkauf Verbandsvermögen | | | | 93.08% | 6.92% |
| Betriebskosten ARA | 44.77% | 14.90% | 12.98% | 25.46% | 1.89% |

Unter Berücksichtigung des ermittelten Investitionskostenschlüssels aus Tabelle 22 ergeben sich die für den Zweckverband und die Gemeinden anfallenden Gesamtinvestitionskosten (siehe Tabelle 23). Durch den Zweckverband werden die Erweiterung der Biofiltration und die 4. Reinnigungsstufe investiert (CHF 15.889 Mio.). Am Biofilter beteiligt sich Männedorf/Uetikon mit einem Investitionsanteil von CHF 5.273 Mio, so dass die Nettoinvestition des Zweckverbandes CHF 10.615 beträgt.

Die Gemeinden Männedorf und Uetikon finanzieren für den Anschluss direkt CHF 11.883 Mio (Einkauf, Druckleitung und Pumpwerk) sowie den Investitionsanteil am Biofilter von CHF 5.273 Mio. Somit ergibt dies die Summe von CHF 17.157 Mio.

Tabelle 23: Investitionskosten aufgeteilt nach Gemeinden exkl. 75 % BAFU-Abgeltung (exkl. MwSt.)

| Kostenelement | Investition CHF | Anteil ARA Rorguet | | | ARA Männedorf/Uetikon | |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------|
| | | Meilen | Herrliberg | Uetikon | Männedorf | Uetikon |
| Neubau Druckleitung /Pumpw. | 6'181'000 | | | | 5'753'290 | 427'710 |
| Ausbau Biofilter 2031 | 9'042'000 | 2'322'199 | 772'810 | 673'538 | 4'908'543 | 364'910 |
| Neubau 4. Reinigungsstufe | 6'847'000 | 3'065'134 | 1'020'053 | 889'022 | 1'743'200 | 129'592 |
| Einkauf Vermögen + s. Reserven | 5'702'106 | | | | 5'307'378 | 394'728 |
| Summe | 27'772'106 | 5'387'333 | 1'792'863 | 1'562'560 | 17'712'411 | 1'316'940 |
| Investition ZV Rorguet | | 15'889'000 | Investition durch Männedorf/Uetikon | | | 11'883'106 |
| Amortisation ZV Rorguet | | 10'615'548 | Amortisation Männedorf/Uetikon | | | 17'156'558 |

Brutto-Geldfluss-Diagramm (gebührenfinanziert)

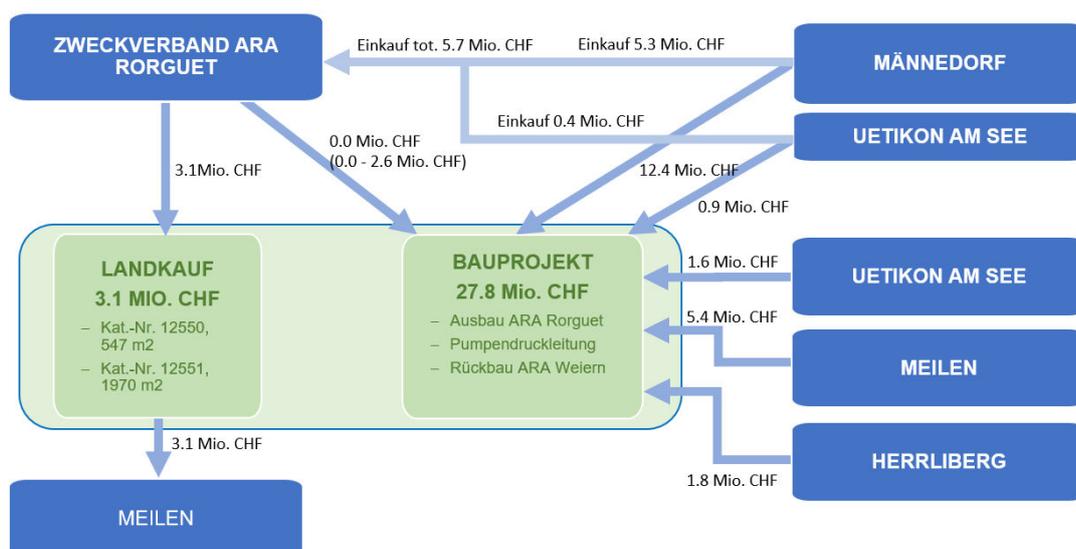


Abbildung 31: Brutto-Geldflussdiagramm der zu tätigen Investitionen exkl. BAFU-Zahlungen (D. Noger)

In obigem Geldflussdiagramm werden die Brutto-Finanzströme gemäss Tabelle 23 grafisch dargestellt. Diese Summen sind durch die Gemeinden als Baukredite zu bewilligen.

Für die Investitionen der 4. Reinigungsstufe vergütet das BAFU einen Investitionsbeitrag in der Höhe von 75 %. Die effektiven Investitionen von CHF 6.847 Mio. reduzieren sich für den Zweckverband auf netto CHF 1.712 Mio.. Analog zu obiger Aufteilung in Tabelle 23 ergibt sich die Tabelle Tabelle 24) mit den Nettoinvestitionen inkl. BAFU-Zuschüssen.

Tabelle 24: Investitionskosten aufgeteilt nach Gemeinden inkl. 75 % BAFU-Abgeltung (exkl. MwSt.)

| Kostenelement | Investition CHF | Anteil ARA Rorguet | | | ARA Männedorf/Uetikon | |
|---|--------------------|--------------------|-------------------------------------|----------------|-----------------------|-------------------|
| | | Meilen | Herrliberg | Uetikon | Männedorf | Uetikon |
| Neubau Druckleitung /Pumpw. | 6'181'000 | | | | 5'753'290 | 427'710 |
| Ausbau Biofilter 2031 | 9'042'000 | 2'322'199 | 772'810 | 673'538 | 4'908'543 | 364'910 |
| Neubau 4. Reinigungsstufe | 1'711'750 | 766'283 | 255'013 | 222'255 | 435'800 | 32'398 |
| Einkauf Vermögen + s. Reserven | 5'702'106 | | | | 5'307'378 | 394'728 |
| Summe | 22'636'856 | 3'088'483 | 1'027'823 | 895'794 | 16'405'011 | 1'219'746 |
| Investition und Abschreibung ZV Rorguet | | 10'753'750 | Investition durch Männedorf/Uetikon | | | 11'883'106 |
| Amortisation ZV Rorguet | | 5'480'298 | Amortisation Männedorf/Uetikon | | | 17'156'558 |

Netto-Geldfluss-Diagramm (gebührenfinanziert)

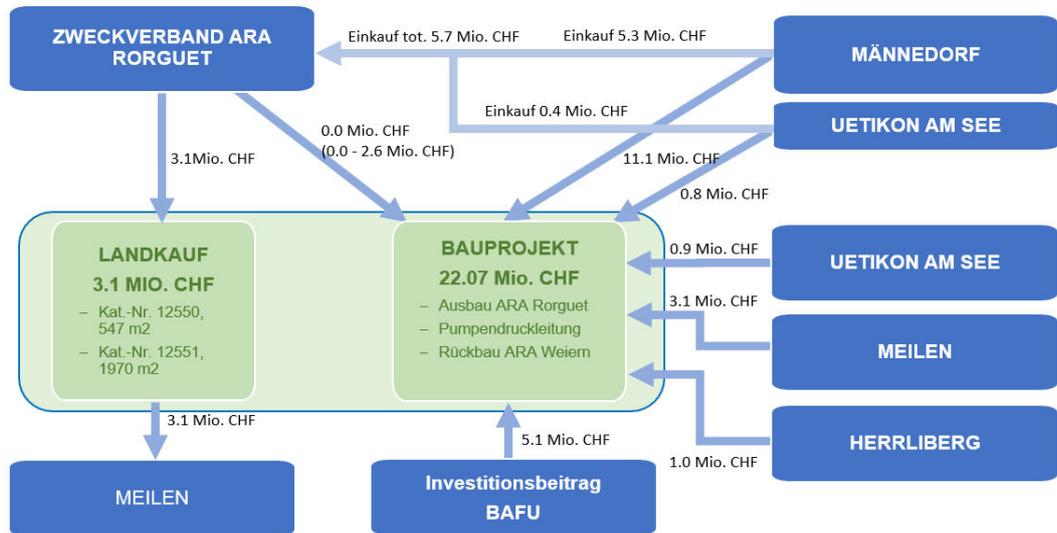


Abbildung 32: Netto-Geldflussdiagramm der zu tätigen Investitionen inkl. BAFU-Zahlungen (D. Noger)

In obigem Geldflussdiagramm werden die Netto-Finanzströme gemäss Tabelle 24 nach Abzug der BAFU-Beiträge für die 4. Reinigungsstufe grafisch dargestellt. Es ist in der weiteren Planung zu definieren, wie die erforderlichen finanziellen Mittel durch die Gemeinden oder den Abwasserverband bereitgestellt werden. Dabei ist insbesondere auch die Verzinsung und die Amortisation zu berücksichtigen. In der nachfolgende Jahreskostenrechnung ist der grün dargestellte Kapitaldienst gem. Tabelle 24 beim Abwasserverband eingerechnet.

9.5 BETRIEBSKOSTEN UND JAHRESKOSTENRECHNUNG

Die Betriebskosten der erweiterten ARA Rorguet für das Jahr 2031 werden auf Basis der Betriebsrechnung aus dem Jahre 2021 berechnet. Hierzu folgende ergänzenden Erläuterungen :

- Personalkosten/Dienstleistungen: Steigerung um 25 % durch einen zusätzlichen Mitarbeiter.
- Frachtabhängige Betriebskosten: Steigerung um 38 % proportional zur vergrösserten Fracht.
- Baurechtszinsen: heutige Nutzfläche von 1'661 m² = 50'500 CHF/a werden durch den Landkauf von der Gemeinde Meilen entfallen. Die Baurechtszinsen der Gewerbebetriebe bleiben weiterhin bestehen.
- Weitere Kostenpositionen werden durch einen Zusammenschluss nicht beeinflusst und fliessen konstant in die Betriebskostenrechnung mit ein.
- Die durch den erweiterten Abwasserverband zu finanzierenden Investitionen für die Erweiterung der Biofiltration und den Neubau der 4. Reinigungsstufe betragen abzüglich der BAFU-Beiträge CHF 5.48 Mio.. Diese werden in der Jahresrechnung des Abwasserverbandes zu 2.5 % Zins während 20 Jahren amortisiert (6.41 %/a). Dadurch erhöht sich der Kapitaldienst inkl. weiterer Investitionen bis 2031 um CHF 0.425 Mio./a.
- Die Kapitalkosten des Pumpwerkes in Männedorf und der Druckleitung sowie des Kostenanteils an der Biofiltration von Männedorf/Uetikon sind nicht in dieser Tabelle enthalten, da diese Kosten nur durch Männedorf und Uetikon getragen werden.

- Im Jahre 2021 werden CHF 9.--/E*a als BAFU-Vergütung belastet. Beim Zusammenschluss werden die Betriebskosten der 4. Reinigungsstufe (Variante 1 mit Ozonung) berücksichtigt, die BAFU-Vergütungen entfallen demgegenüber.
- Die Betriebs- und Unterhaltskosten des Pumpwerkes und der Druckleitung werden solidarisch durch den neuen Verband getragen.
- Durch den zusätzlichen Klärschlamm und den neuen Vertrag mit der Energie 360° resultiert ab 2024 ein höherer Ertrag aus dem produzierten Biogas.

Tabelle 25: Betriebsrechnung nach ARA Zusammenschluss

| | BK ARA | BK ARA | Kostenteiler erweiterte ARA Rorguet | | | | |
|--|------------------|------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| | Rorguet 2021 | Zusammenschluss | Meilen | Herrliberg | Uetikon | Männedorf | Uetikon |
| <i>alle Preise in CHF gerundet</i> | | | | | | | |
| Total EW bzw. E | 31'770 | 43'731 | 19'574 | 6'517 | 5'679 | 11'133 | 828 |
| Kategorie | | Kostenschlüssel | 44.77% | 14.90% | 12.98% | 25.46% | 1.89% |
| Personalkosten, Dienstleistungen, Honorare | 673'000 | 857'000 | 384'000 | 128'000 | 111'000 | 218'000 | 16'000 |
| Betriebsmittel | 166'000 | 228'000 | 102'000 | 34'000 | 30'000 | 58'000 | 4'000 |
| Energie und Wasser | 284'000 | 390'000 | 175'000 | 58'000 | 51'000 | 99'000 | 7'000 |
| Entsorgung Rechengut, Sand und Schlamm | 206'000 | 284'000 | 127'000 | 42'000 | 37'000 | 72'000 | 5'000 |
| Unterhalt Bauwerke und Maschinen | 399'000 | 409'000 | 183'000 | 61'000 | 53'000 | 104'000 | 8'000 |
| Steuern und Abgaben (MV) a) | 238'000 | - | - | - | - | - | - |
| Betriebsmittel EMV Variante 1 b) | - | 144'000 | 64'000 | 21'000 | 19'000 | 37'000 | 3'000 |
| Betriebskosten Druckleitung+PW Männedorf [CHF/EW*a] | - | 153'000 | 68'000 | 23'000 | 20'000 | 39'000 | 3'000 |
| Erlös, Verkäufe, Dienstleistung Dritter und Mietzinse c) | -475'000 | -580'000 | -260'000 | -86'000 | -75'000 | -148'000 | -11'000 |
| Erlös Kanalisation Sonderbauwerke | -252'000 | -252'000 | -113'000 | -38'000 | -33'000 | -64'000 | -5'000 |
| (1) total Aufwendungen | 1'239'000 | 1'633'000 | 730'942 | 243'358 | 212'053 | 415'741 | 30'907 |
| (1) spez. Kosten pro EW/a [CHF/EW*a] | 39 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| Abschreibungen und Verzinsung ZV zu 2.5% | 1'639'000 | 2'063'673 | 923'715 | 307'539 | 267'978 | 525'385 | 39'058 |
| spez. Abschreibungen+Zinsen CHF/EW*a | 52 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 | 47 |
| (2) total Jahreskosten | 2'878'000 | 3'696'673 | 1'654'657 | 550'896 | 480'030 | 941'125 | 69'964 |
| (2) spez. Kosten pro EW/a [CHF/EW*a] | 91 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| Mehrkosten bei Betrieb mit Variante 2 PAK [CHF/EW*a] | | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| a) Abgabe an Bund für die Elimination von Mikroverunreinigungen in Höhe ca. 9 CHF/EW*a | | | | | | | |
| b) Abgabe an den Bund entfällt ab 2031 bei Inbetriebnahme der 4. Reinigungsstufe. Es fallen dann entsprechende Kosten für den Betrieb an | | | | | | | |
| c) Der Schlammanfall der ARA Männedorf führt zu einem erhöhten Gasverkauf an Energie 360° inkl. neuer Vertrag von 105'000.--/a | | | | | | | |

Fazit: Die Analyse der heutigen Jahresrechnung der ARA Rorguet und die Extrapolation auf das Jahr 2031 nach dem Zusammenschluss zeigt, dass die spezifischen Betriebskosten von 39 auf 37 CHF/EW*a trotz Erweiterung und der Betriebsaufnahme der 4. Reinigungsstufe leicht abnehmen. In dieser Rechnung ist die Ablösung der BAFU-Gebühren durch den Betrieb der 4. Reinigungsstufe nach dem Ozonverfahren berücksichtigt.

Die Summe der jährlichen Abschreibungen und Verzinsungen nimmt durch die Investitionen der ARA Rorguet bis 2031 zu. Die Verteilung der Kapitalkosten auf den erweiterten Verband lässt diese jedoch abnehmen. In der Tabelle ist hinterlegt, dass sich Männedorf/Uetikon auch an den verbleibenden Kapitalkosten des Ausbaus 2010 proportional beteiligen. Dadurch resultiert eine Reduktion der spezifischen Jahreskosten der ARA Rorguet von 91 CHF/EW*a auf 85 CHF/EW*a.

Hunziker Betatech AG hat in der Machbarkeitsstudie Alleingang [18] vom Aug. 2023 die Möglichkeiten und Konsequenzen für den weiteren Betrieb der ARA Weiern dargestellt. Die Studie bezieht sich auf die Betriebsdaten von 2017-2020 und bestätigt die in Tabelle 11 dokumentierten erhöhten Frachten für CSB und NH₄-N. Da keine gewerbliche Frachteinleiter bekannt sind, werden diese erhöhten Frachten mit grosser Wahrscheinlichkeit durch die ZSA abgeleitet. Da die ARA Stäfe und Männedorf ihren Schlamm ab 1.1.2024 nicht mehr in der ZSA verwerten, werden diese Zusatzfrachten voraussichtlich um 50 % abnehmen. Die Studie weist ferner darauf hin, dass die aktuelle hydraulische Dimensionierung der ARA von 240 l/s ausreichend ist. Die Gemeinde Männedorf lässt darüber hinaus die Hydraulik im Einzugsgebiet überprüfen, um so die maximale Auslegung der ARA und des Pumperkes in Absprache mit den Bewilligungsbehörden evtl. auf rund 160 l/s reduzieren zu können.

Bei der Abschätzung der biochemischen Belastungsentwicklung weichen die vorliegende Machbarkeitsstudie von den Abschätzungen der HBT-Studie leicht ab. Für die Dimensionierung des Anschlusses an die ARA Rorguet spielt dies keine Rolle, da die projektierten Kapazitäten primär durch die Hydraulik (Pumpwerk, Biofiltration und 4. Reinigungsstufe) bestimmt sind.

HBT zeigt auf, dass bei einem Alleingang der ARA Weiern die Kapazität und Redundanz zu erhöhen ist. Es werden 4 Varianten auf Basis des Hybrid-Wirbelbettverfahrens oder der Membranbioreaktor-Technologie (MBR) aufgezeigt. Diese Varianten lösen je nach Variante Investitionen von CHF 15 – 25 Mio. aus. Beim Zusammenschluss stehen hier CHF 17.2 Mio. gegenüber. Bei den Jahreskosten weist die Machbarkeitsstudie spezifische Kosten von 88 – 125 CHF/EW*a für den Alleingang aus, während der Zusammenschluss mit 103 CHF/EW*a beziffert wird. Basis sind jeweils 18'000 EW.

Schlussfolgerungen aus Kostenbetrachtungen

Die obigen Kostenangaben aus der Machbarkeitsstudie zum Alleingang von HBT und der vorliegenden HOLINGER-Studie zeigen, dass der Alleingang und der Anschluss an die ARA Rorguet für die Gemeinden Männedorf/Uetikon unter Berücksichtigung der aktuellen Kostengenauigkeit fast gleich teuer zu stehen kommen.

Neben obige Ausführungen bestätigt die HBT-Machbarkeitsstudie u.a. folgende Vorteile des Zusammenschlusses:

- Langfristig günstigere Betriebskosten und Investitionsvergleichsrechnung durch den Betrieb nur einer grossen ARA
- Höhere Betriebsstabilität der ARA Rorguet
- ARA-Betrieb mit grösserem Personalpool
- Abwasserbehandlung mit 4. Reinigungsstufe
- Freiwerdende Landfläche auf der ARA Weiern von 1'900 m²
- Geringere Geruchsemissionen im Gebiet Weiern

11 WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNGEN

In den Verhandlungen zwischen dem ARA-Zweckverband und der Gemeinde Männedorf wurden zwei Optionen diskutiert, welche einen Einfluss auf die Kostenberechnungen gemäss Kapitel 9 haben. Die Kostenrelevanz der beiden Punkte soll nachfolgend abgeschätzt werden:

- Reduktion der maximalen Fördermenge des Pumpwerkes Männedorf von 240 l/s auf 160 l/s
- Reduktion der Stillen Reserven bzw. der Bewertung des Landwertes der heutigen ARA

11.1 REDUKTION DER MAXIMALEN FÖRDERMENGE PUMPWERK MÄNNEDORF

Für die Dimensionierung des Pumpwerkes und den Ausbau der ARA Rorguet wurde die heutige hydraulische Dimensionierung der ARA Weiern bei Regen zu Grunde gelegt. Bis im Frühling 2024 wird HBT das Q_{\max} der ARA Männedorf von 240 l/s überprüfen und aufzeigen, ob die zu fördernde, maximale Abwassermenge bei Regen evtl. in Abstimmung mit dem AWEL auf 160 – 170 l/s reduziert werden kann. Um die hydraulische Dimensionierungsbelastung des Pumpwerkes Männedorf zu reduzieren, müssen die Vorgaben der neuen VSA-Richtlinie "Kanalsnetz - ARA - Gewässer" überprüft und die Einhaltung der Anforderungen nachgewiesen werden werden. Dies bedingt:

- Konsequente Reduktion von Fremdwasser im Einzugsgebiet Männedorf
- Ausnutzen der hydraulischen Reserven im Netz (inkl. Integration in dynamische Abwasserbewirtschaftung der ARA Rorguet)
- Nachweise mittels Langzeitsimulationen von ARA und Netz

Unter der Voraussetzung, dass die maximale Fördermenge des Pumpwerkes Männedorf auf 160 l/s reduziert werden kann, so löst dies folgende Kosteneinsparungen aus:

- Regenwetterpumpen und Rohrleitungen inkl. Elektrotechnik, Energieeinspeisung und Leistungseinkauf beim EVU können reduziert werden. Die Kostenreduktionen werden auf rund CHF 150'000.-- geschätzt, so dass die Investitionen für das Pumpwerk neu CHF 2'919'000.-- betragen werden.
- Der Querschnitt der Druckleitung kann von DN 400 auf DN 350 reduziert werden. Dies führt zu geringeren Rohrmaterialkosten. Da alle übrigen Kosten jedoch gleich bleiben, wird die Reduktion nur auf rund CHF 60'000.-- geschätzt. Die Investitionen der Druckleitung betragen somit neu CHF 3'052'000.--.
- Die Erweiterung der Biofiltration um 50 % reinigt die Frachten des neuen Einzugsgebietes Männedorf und Uetikon a.S. sowie auch eine Entwicklungsreserve für das gesamte Einzugsgebiet. Die Kostenaufteilung berücksichtigt je zu 50 % die CSB-Fracht und die Hydraulik. Da die neuen Gemeinden sich künftig über die Jahreskostenrechnung auch an der Amortisation des Biofilters 2012 beteiligen, wird die Restamortisation von 14 Jahren am Kostenanteil der Biofiltererweiterung 2031 gutgeschrieben. Bei einer Hydraulik des neuen Einzugsgebietes von 240 l/s beträgt der Kostenanteil an der Biofiltererweiterung von Männedorf und Uetikon a.S. 58.32% bzw. CHF 5.273 Mio.
Wird die Abwassermenge auf 160 l/s reduziert und der Ausbau der Biofiltration auf Basis der Frachtberechnungen gleich dimensioniert, so ergibt sich folgende neue Kostenbeteiligung von Männedorf und Uetikon a.S.:

Tabelle 26: Kostenaufteilung Erweiterung der Biofiltration mit max. Hydraulik Männedorf 160 l/s

| | | | |
|---|--------|------------|-------------|
| Investition Biofilter 2012 gem. Bauabrechnung | | 13'820'000 | CHF |
| abz. Spülungseinrichtungen | | 800'000 | CHF |
| abz. Schlammwasserbecken und Pumpwerk | | 600'000 | CHF |
| abz. Lammellenklärer | | 1'000'000 | CHF |
| abzüglich Peripherie (BW, DL, Fällung) | | 500'000 | CHF |
| Nettoinvestition Biofilter 2012 | | 10'920'000 | CHF |
| Inbetriebsetzung Biofilter | | Ende 2012 | |
| Anschluss Männedorf | | Ende 2031 | |
| Amortisation 2012 bis Anschluss Ende 2031 | | 19 Jahre | |
| Gesamthafte Amortisation | | 33 Jahre | |
| verbleibende Amortisation Männedorf/Uetikon | | 14 Jahre | |
| Amortisation Biofiltration 2012 33 a zu 2.5 % | 4.486% | 489'864 | CHF/a |
| Anteil Männedorf + Uetikon | | 27.4% | |
| Amortisationsanteil M+Ü an Biofilter 2012 | | 133'988 | CHF/a |
| Investition Biofilter 2031 | | 9'042'000 | CHF |
| Anteil Männedorf/Uetikon ohne Reserve | | 62.40% | |
| Anteil Männedorf an Investition Biofilter 2031 | | 5'642'207 | CHF |
| Gutschrift Männedorf aus Amortisation Biofilter 2012 | | 1'875'829 | CH für 14 a |
| Nettoinvestitionsbeitrag Männedorf/Uetikon an neuen Biofilter | | 3'766'379 | CHF |
| | | 41.65% | |

Die Reduktion der Abwassermengen verringert somit die Kosten der neuen Gemeinden an der Erweiterung der Biofiltration gesamthafte von CHF 5.273 Mio. auf CHF 3.766 Mio. (Differenz CHF 1.507 Mio.).

11.2 REDUKTION EINKAUF IN STILLE RESERVEN

In Kapitel 9.2 ist der Einkauf von Männedorf und Uetikon a.S. ins Verbandsvermögen von CHF 6.8 Mio. und in die stillen Reserven erläutert. Bei der Bewertung des Grundstückspreises der heitigen ARA wurde dabei ein einheitlicher Verkehrswert für Gewerbezone G2.5 und ZöBA von CHF 920/m² zu Grunde gelegt. Nachfolgend wird dargestellt, wie sich der Einkauf in die stillen Reserven verändern, wenn für die Grundstückfläche der ZöBA (Kat.-Nr. 12226) ein Landwert von CHF 815.--/m² angesetzt wird. Dies entspricht dem halben Wert der ZKB-Schätzung für Gewerbezone G2.5). Der Wert der übrigen Grundstücke in der Gewerbezone G2.5 wird weiterhin bei 920.--/m² definiert. Durch diese Neubewertung reduzieren sich die stillen Reserven von CHF 8.307 Mio auf neu CHF 7.595 Mio. Diese Reduktion ergibt für den Einkauf in das Verbandsvermögen und die stillen Reserven folgende neue Zusammenstellung:

Tabelle 27: Einkauf in Verbandsvermögen und stille Reserven ARA Rorguet (reduzierter Wert ZöBA)

| | | |
|--|------------------|------------|
| Verbandsvermögen | 6'838'412.50 | CHF |
| Stille Reserven (Landwert) | 7'595'237.35 | CHF |
| Total Vermögen und Reserven | 14'433'649.85 | CHF |
| aktuell angeschlossene EW | 31770 | EW |
| spez. Vermögen und Reserven | 454.316961 | CHF/EW |
| Einkauf Männedorf (11'133 EW) | 5'057'911 | CHF |
| Einkauf Uetikon am See (828 EW) | 376'174 | CHF |
| Total Einkauf (11'961 EW) | 5'434'085 | CHF |

Die Reduktion des Landwertes verringert somit den Einkauf der neuen Gemeinden ins Verbandsvermögen und in die stillen Reserven gesamthaft von CHF 5.702 Mio. auf CHF 5.434 Mio. (Differenz CHF 0.268 Mio.).

11.3 VERÄNDERUNG DER GESAMTINVESTITIONEN

Die Kostenveränderungen der beiden obigen Punkte führt unter der Annahme, dass allfällige Einsparungen als Folge der verringerten Hydraulik bei der 4. Reinigungsstufe vernachlässigt werden, zu folgenden neuen Investitionstabellen:

Tabelle 28 und Tabelle 29: Kostenaufteilung mit reduzierter Hydraulik und stillen Reserven (exkl. und inkl. BAUF-Zuschüsse)

Kostenaufteilung Bruttokosten ohne BAFU-Zuschüsse

| Kostenelement | Investition CHF | Anteil ARA Rorguet | | | ARA Männedorf/Uetikon | |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------|
| | | Meilen | Herrliberg | Uetikon | Männedorf | Uetikon |
| Neubau Druckleitung /Pumpw. | 5'971'000 | | | | 5'557'822 | 413'178 |
| Ausbau Biofilter 2031 | 9'042'000 | 3'250'803 | 1'081'842 | 942'874 | 3'505'804 | 260'628 |
| Neubau 4. Reinigungsstufe | 6'847'000 | 3'065'134 | 1'020'053 | 889'022 | 1'743'200 | 129'592 |
| Einkauf Vermögen + s. Reserven | 5'434'085 | | | | 5'057'911 | 376'174 |
| Summe | 27'294'085 | 6'315'937 | 2'101'895 | 1'831'895 | 15'864'736 | 1'179'572 |
| Investition ZV Rorguet | | 15'889'000 | Investition durch Männedorf/Uetikon | | | 11'405'085 |
| Amortisation ZV Rorguet | | 12'122'569 | Amortisation Männedorf/Uetikon | | | 15'171'517 |

Kostenaufteilung Bruttokosten inkl. BAFU-Zuschüsse von 75 % für 4. Reinigungsstufe

| Kostenelement | Investition CHF | Anteil ARA Rorguet | | | ARA Männedorf/Uetikon | |
|---|--------------------|--------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------|
| | | Meilen | Herrliberg | Uetikon | Männedorf | Uetikon |
| Neubau Druckleitung /Pumpw. | 5'971'000 | | | | 5'557'822 | 413'178 |
| Ausbau Biofilter 2031 | 9'042'000 | 3'250'803 | 1'081'842 | 942'874 | 3'505'804 | 260'628 |
| Neubau 4. Reinigungsstufe | 1'711'750 | 766'283 | 255'013 | 222'255 | 435'800 | 32'398 |
| Einkauf Vermögen + s. Reserven | 5'434'085 | | | | 5'057'911 | 376'174 |
| Summe | 22'158'835 | 4'017'086 | 1'336'855 | 1'165'129 | 14'557'336 | 1'082'379 |
| Investition und Abschreibung ZV Rorguet | | 10'753'750 | Investition durch Männedorf/Uetikon | | | 11'405'085 |
| Amortisation ZV Rorguet | | 6'987'319 | Amortisation Männedorf/Uetikon | | | 15'171'517 |

Unter Berücksichtigung der beiden oben dargestellten Kosteneinsparungen betragen die zu amortisierenden Investitionen der beiden Gemeinden Männedorf und Uetikon a.S. somit neu CHF 15.171 Mio bzw. reduzieren sich um CHF 1.985 Mio.. Demgegenüber steigen die Investitionen des erweiterten Abwasserverbandes um CHF 1.507 Mio. und das neue Verbandsvermögen reduziert sich um CHF 0.268 Mio., wobei die Wertveränderung der stillen Reserven nicht berücksichtigt sind.

Tabelle 30: neue Jahreskostentabelle

| | BK ARA | BK ARA | Kostenteiler erweiterte ARA Rorguet | | | | |
|--|------------------|------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| | Rorguet 2021 | Zusammenschluss | Meilen | Herrliberg | Uetikon | Männedorf | Uetikon |
| <i>alle Preise in CHF gerundet</i> | | | | | | | |
| Total EW bzw. E | 31'770 | 43'731 | 19'574 | 6'517 | 5'679 | 11'133 | 828 |
| Kategorie | | Kostenschlüssel | 44.77% | 14.90% | 12.98% | 25.46% | 1.89% |
| Personalkosten, Dienstleistungen, Honorare | 673'000 | 857'000 | 384'000 | 128'000 | 111'000 | 218'000 | 16'000 |
| Betriebsmittel | 166'000 | 228'000 | 102'000 | 34'000 | 30'000 | 58'000 | 4'000 |
| Energie und Wasser | 284'000 | 390'000 | 175'000 | 58'000 | 51'000 | 99'000 | 7'000 |
| Entsorgung Rechengut, Sand und Schlamm | 206'000 | 284'000 | 127'000 | 42'000 | 37'000 | 72'000 | 5'000 |
| Unterhalt Bauwerke und Maschinen | 399'000 | 409'000 | 183'000 | 61'000 | 53'000 | 104'000 | 8'000 |
| Steuern und Abgaben (MV) a) | 238'000 | - | - | - | - | - | - |
| Betriebsmittel EMV Variante 1 b) | - | 144'000 | 64'000 | 21'000 | 19'000 | 37'000 | 3'000 |
| Betriebskosten Druckleitung+PW Männedorf [CHF/EW*a] | - | 153'000 | 68'000 | 23'000 | 20'000 | 39'000 | 3'000 |
| Erlös, Verkäufe, Dienstleistung Dritter und Mietzinse c) | -475'000 | -580'000 | -260'000 | -86'000 | -75'000 | -148'000 | -11'000 |
| Erlös Kanalisation Sonderbauwerke | -252'000 | -252'000 | -113'000 | -38'000 | -33'000 | -64'000 | -5'000 |
| (1) total Aufwendungen | 1'239'000 | 1'633'000 | 730'942 | 243'358 | 212'053 | 415'741 | 30'907 |
| (1) spez. Kosten pro EW/a [CHF/EW*a] | 39 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| Abschreibungen und Verzinsung ZV zu 2.5% | 1'639'000 | 2'160'344 | 966'985 | 321'945 | 280'531 | 549'996 | 40'887 |
| spez. Abschreibungen+Zinsen CHF/EW*a | 52 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 |
| (2) total Jahreskosten | 2'878'000 | 3'793'344 | 1'697'927 | 565'303 | 492'583 | 965'736 | 71'794 |
| (2) spez. Kosten pro EW/a [CHF/EW*a] | 91 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 | 87 |
| Mehrkosten bei Betrieb mit Variante 2 PAK [CHF/EW*a] | | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| a) Abgabe an Bund für die Elimination von Mikroverunreinigungen in Höhe ca. 9 CHF/EW*a | | | | | | | |
| b) Abgabe an den Bund entfällt ab 2031 bei Inbetriebnahme der 4. Reinigungsstufe. Es fallen dann entsprechende Kosten für den Betrieb an | | | | | | | |
| c) Der Schlammanfall der ARA Männedorf führt zu einem erhöhten Gasverkauf an Energie 360° inkl. neuer Vertrag von 105'000.--/a | | | | | | | |

Die Jahresrechnung der ARA Rorguet wird nur über Einwohner bzw. Einwohnerwerte aufgeteilt. Daher verändert die Hydraulik die prozentualen Kostenanteile der Gemeinden nicht. Durch den höheren Anteil an den Investitionskosten des Abwasserverbandes am Ausbau 2031 steigen die Kapitalkosten bzw. die Jahreskosten um 2 CHF/EW*a auf neu 87 CHF/EW*a.

12 OFFENE PUNKTE

Im Verlauf der Projektbearbeitung sind verschiedene Punkte aufgetaucht, welche in der aktuellen Machbarkeitsstudie nicht abschliessend beantwortet werden können. Dies sind u.a. folgende Sachfragen:

- Stickstoffelimination: Es ist offen, welche zusätzlichen Anforderungen an die Stickstoffelimination der ARA Rorguet und auch Männedorf gestellt werden. Die aktuellen Zielwerte wurden vom AWEL mit 55 % N-Elimination definiert, erreicht werden heute 65 % im Jahresmittel. Werden durch die neue Gewässerschutzverordnung noch strengere Zielwerte definiert, so müssen zusätzliche Massnahmen getroffen werden (z.B. Separatbehandlung der Rückläufe aus der Schlamm entwässerung, Kostenschätzung aus Vergleichsprojekt CHF 3.5 – 4 Mio. exkl. MwSt.). Die Technologie der Biofiltration ist jedoch in Bezug auf die Stickstoffelimination limitiert.

Mit einer separaten Machbarkeitsstudie sollen daher die Möglichkeiten aufgezeigt werden, mit welchen die Stickstoffelimination der erweiterte ARA Rorguet gesteigert werden kann.

- Elimination der Mikroverunreinigung: Die ARA Männedorf ist nicht verpflichtet, eine 4. Reinigungsstufe zu erstellen. Die ARA Rorguet muss eine EMV-Stufe erstellen. Bei einem Anschluss an die ARA Rorguet wird somit das Abwasser von Männedorf in einer besseren Qualität in den Zürichsee eingeleitet. Unter den aktuell geltenden Vorschriften werden keine Bundesbeiträge an das Pumpwerk und die Druckleitung von Männedorf ausbezahlt.
- Die Pumpstation Langenbaum pumpt das Abwasser der seenahen Einzugsgebiete zur ARA Männedorf. Es könnte zweckmässig sein, diese Abwassermenge künftig zum geplanten Pumpwerk Chance Uetikon und dann gemeinsam weiter zur ARA Rorguet zu fördern. Dies würde die Dimensionierungswassermenge des neuen Pumpwerkes auf der ARA Männedorf etwas reduzieren. Dies könnte Veränderungen bei den Investitionskosten und des Kostenteilers für das Pumpwerk und die Druckleitung zur Folge haben.
- Beim Bau der Druckleitung bestehen allenfalls Synergien, welche bei der Sanierung der Seestrasse und dem Projekt Chance Uetikon genutzt werden können bzw. müssen. Ebenso ist eine Koordination für den Bau der Druckleitung mit der geplanten Umgestaltung der alten Landstrasse in den Jahren 2026-2028 anzustreben. Zur Nutzung dieser Synergien müssen jedoch vorgezogene Investitionen durch die Gemeinden Männedorf/Uetikon getätigt werden.
- Im Zuge des Vorprojektes soll eine Machbarkeitsstudie für die weitergehende Stickstoffelimination mit Zeithorizont ab 2054 (=Verfügbarkeit der Baurechtszinsflächen) erarbeitet werden.
- Bis im Frühling 2024 wird HBT das Q_{max} der ARA Männedorf von 240 l/s überprüfen und aufzeigen, ob die zu fördernde, maximale Abwassermenge bei Regen evtl. reduziert werden kann.
- In Absprache mit AWEL/BAFU wird die Ozonierbarkeit des Abwassers der ARA Meilen und des Mischabwassers Meilen+Männedorf unter Berücksichtigung der Bromatbildung weiter abgeklärt. Die Resultate sollen die Bewilligungsfähigkeit der Ozonung aufzeigen.
- Prüfen von weiteren Optimierungsvarianten für die Linienführung der Druckleitung bis ins Kanalisationsnetz von Uetikon a.A.
- Definition der Finanzierung und Amortisation der Ausbauten 2031 auf der ARA Rorguet (Zweckverband oder Verbandsgemeinden)
- Definition der stillen Reserven aus dem Landwert der bestehenden ARA

13 TERMINPLANUNG

Nach der Diskussion der Machbarkeitsstudie soll Anfangs 2024 der Grundsatzentscheid des Zweckverbandes und der Gemeinde Männedorf über das weitere Vorgehen getroffen werden. Anfangs 2024 soll im Zweckverband und bis im Sommer 2024 an der Gemeindeversammlung Männedorf über den Planungskredit für das Vorprojekt und den Grundsatzentscheid für den Zusammenschluss abgestimmt werden. Bis Ende 2024 soll das Vorprojekt vorliegen und für die weiteren Entscheidungsschritte diskutiert werden.

Über die Projektierung hinaus müssen folgende Schritte abgestimmt werden:

- Beitritt der Gemeinde Männedorf in den Zweckverband ARA Meilen - Herrliberg - Uetikon am See
- Genehmigung der überarbeiteten Statuten des ARA-Zweckverbandes inkl. Kostenteiler
- Gemeindeversammlung Meilen zwecks Festsetzung des angepassten Zonenplanes und Landverkauf
- 2025 Bewilligung eines Projektierungskredites für die Stufe Bauprojekt
- 2025(?): Erneuerung Seestrasse Gemeinde Männedorf
- Ab 2026: Bauprojekt EMV und Bau Druckleitung
- 2026 – 2028: Umgestaltung der Alten Landstrasse Gemeinde Uetikon a.S.
- 2027: Bewilligung des Baukredites
- 2027: Erneuerung Seestrasse Gemeinde Uetikon a.S.
- Ab 2028: Betrieb Pumpwerk Kantonsschule
- Ab 2031: Inbetriebsetzung erweiterte ARA Rorguet und Pumpwerk ARA Männedorf

Übergeordneter Terminplan siehe folgende Seite

HOLINGER AG

Jaqueline Schriefl
Abwasseringenieurin
Jaqueline.schriefl@holinger.com
+41 56 484 85 35

Gian Andri Levy
Projektleiter
gian.levy@holinger.com
+41 56 484 85 15

