



ARA Birmensdorf
Zweckverband Kläranlage Birmensdorf
Kanton Zürich

Bauprojekt EMV ARA Birmensdorf

Technischer Bericht

Objekt Nr. 8529.64
Winterthur, 05. November 2021

HUNZIKER **BETATECH**

EINFACH.
MEHR.
IDEEN.

Impressum:

Projektname: Elimination Mikroverunreinigung: Variantenstudium und Vorprojekt

Teilprojekt:

Erstelldatum: 8. März 2021

Letzte Änderung: 05. November 2021

Autor: Hunziker Betatech AG
Pflanzschulstrasse 17
8400 Winterthur

Tel. 052 234 50 50

E-Mail: info@hunziker-betatech.ch

Halina Stefaniak

Koref.: Samuel Twerenbold, Christoph Rüesch, Matthias Lang (Prolewa), Raphael Winteler, Sven Nievergelt (Toppler)

Datei:

Q:\Projekte\8000\8500er\8529\8529.64 BP EMV\04 Berichte\211105 BP EMV ARA Birmensdorf.docx

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Einführung	4
2.1	Ausgangslage	4
2.2	Grundlagen	5
2.3	Abkürzungen	6
3	Einleitbedingungen	7
4	Dimensionierungsbelastung	8
4.1	Einwohnerentwicklung	8
4.2	Schmutzstofffracht aus Rohabwasser	9
4.3	Einwohnerwerte	10
4.4	Abwassermenge	10
4.5	Stufe Elimination von Mikroverunreinigung	10
4.6	Mehrstrassigkeit und Redundanz	11
5	Messkampagne Bromid (hst)	12
5.1	Abklärungen Verfahrenseignung Ozonung (2019)	12
5.2	Messkampagne Bromid (2019 – 2021)	12
5.3	Umgang mit Bromid im Zulauf zur ARA	13
6	Baugrundverhältnisse (cru)	13
6.1	Allgemein	13
6.2	Baugrund	14
6.3	Grundwasser	14
7	Hydraulik	15
8	Projektumfang und -beschreibung	16
8.1	Grundsätze	16
8.2	Standort	17
8.3	Anschluss an bestehende Anlage	18
8.4	Provisorium	19
8.5	Pumpwerk MV-Anlage	19
8.6	Ozonung	19
8.7	Filtration	24
8.8	Auslaufschacht und Vereinigungsschacht EMV	25
8.9	Architektur	26
8.10	Umgebung	27
8.11	PV Anlage – Wirtschaftlichkeit	27
9	Bautechnik	30
9.1	Baugrube	30
9.2	Setzungen	31
9.3	Konstruktion	31
9.4	Foundation	32
9.5	Nutzungsvereinbarung	32
9.6	Wasserdichtigkeit	32
10	EMSRL-Konzept	32
10.1	Ausgangslage	32

10.2	Trafostation, Hauptverteilung, Notstrom	33
10.3	Trafostation	33
10.4	Niederspannungs-Hauptverteilung	34
10.5	Notstromkonzept	34
10.6	SPS/PLS-Automatisierung, Leittechnik-Konzept	35
10.7	Betriebsprotokoll / Alarmierung	35
10.8	Messtechnik	36
10.9	Stelltechnik	36
10.10	Schaltschränke	37
10.11	Elektroinstallationen	38
10.12	Überwachungsanlagen	39
10.13	Provisorien	39
11	HLKS-Konzept	39
11.1	Heizung	39
11.2	Lüftung	40
11.3	Klima / Kälte	41
11.4	Sanitäranlagen	42
12	Weitere Konzepte und projektrelevante Aspekte	43
12.1	Ex-Schutzkonzept	43
12.2	Nachbarschaft	43
12.3	Durchleitungsrechte	43
12.4	Umweltaspekte	43
12.5	Konformitätserklärung / Risikoanalyse	43
13	Investitionskosten	45
13.1	Kostenvoranschlag (+/- 10%)	45
14	Betriebskosten	46
15	Bauetappen	46
16	Terminprogramm	48
16.1	Ablauf Planungs- und Bewilligungsverfahren für MV-Stufe	48
16.2	Grobterminprogramm	50
	Beilagen (separate Dokumente)	51

1 Zusammenfassung

Für die Aufrüstung von Kläranlagen zur Elimination von Mikroverunreinigungen hat der Bund in der Gewässerschutzverordnung (GSchV) vier Kriterien definiert. Die ARA Birmensdorf fällt in die Gruppe der Anlagen, bei denen das dritte Kriterium angewendet wird und ist dadurch verpflichtet, Massnahmen gegen Mikroverunreinigungen (MV) zu ergreifen. Das dritte Kriterium fällt auf Kläranlagen, an welchen mehr als 8'000 Einwohnerinnen und Einwohner angeschlossen sind und die in ein Fließgewässer mit einem Abwasseranteil von mehr als 10% einleiten. Der Abwasseranteil in der Reppisch liegt deutlich über 10%. Grund ist das ungünstige Verdünnungsverhältnis im Vorfluter.

Die ARA Birmensdorf ist seit der Fertigstellung der Ausbau-Etappen 1 bis 3 per Ende 2018 auf eine Kapazität von 33'000 EW dimensioniert.

Variantenstudie (2019): In einem ersten Schritt wurde das geeignetste Verfahren zur Elimination von Mikroverunreinigungen für die ARA Birmensdorf ermittelt. Detailliert betrachtet wurden dabei folgende Varianten:

- Variante 1: Ozonung mit Sandfiltration
- Variante 2: Pulveraktivkohle (PAK) Dosierung vor dem Sandfilter
- Variante 3: Granulierte Aktivkohle (GAK)-Filtration

Als Bestvariante für die ARA Birmensdorf wurde das **Verfahren der Ozonung mit nachfolgender Sandfiltration** empfohlen. Der Betrieb einer Ozonung hat die geringsten Auswirkungen auf die vorhandenen Verfahrensstufen der Kläranlage.

Die Baukommission des Zweckverbands ARA Birmensdorf hat sich mit dem Beschluss vom 11. Juli 2019 für das Verfahren «Ozonung mit Sandfiltration» entschieden.

Vorprojekt (2019): In einem zweiten Schritt wurde für die Bestvariante ein Vorprojekt ausgearbeitet. Die MV-Stufe wird hydraulisch für die gesamte Wassermenge und baulich einsträssig ausgelegt. Die gesamte MV-Anlage wird komplett neu erstellt. Das dafür notwendige neue Bauwerk, kombiniert für Ozonung und Sandfiltration, wird auf dem freien Gelände, in der nordwestlichen Ecke der ARA-Parzelle erstellt.

Bauprojekt (2021): Aufgrund der vorgezogenen Submission für die Filtration konnte in einem weiteren Schritt durch die frühe Zusammenarbeit mit dem Ausrüster das Layout des Gebäudes optimiert und weitere Schnittstellen definiert werden. Durch zweiwöchentliche Fachplanersitzungen wurden Schnittstellen und Abhängigkeiten seitens Konstrukteur, Baustatik, Verfahrenstechnik, Elektrotechnik, HLKS sowie Architektur besprochen. Die Bedürfnisse vom Betrieb wurde in Besprechungen diskutiert und berücksichtigt.

Messkampagne: Nicht jedes Abwasser darf aufgrund der Inhaltsstoffe mit einer Ozonung behandelt werden, da unerwünschte Reaktionsprodukte entstehen können. Deshalb wurde das auf der ARA Birmensdorf anfallende Abwasser untersucht, wobei es sich als unproblematisch erwiesen hat. Die Abwasserzusammensetzung auf der ARA Birmensdorf ist häuslich geprägt und wenig auffällig. Vereinzelt wurden erhöhte Bromid-Konzentrationen gemessen. Im Rahmen der Genehmigung der Bundesbeiträge wird dennoch verlangt, dass mögliche Quellen von problematischen Stoffen im Einzugsgebiet aufgezeigt werden. Dazu wurde das Abwasser aus Industrie- und Gewerbebetrieben, im Ablauf von Deponien und vom Autobahnunterhalt untersucht. Zusätzlich wurden die Poolbesitzer dazu im Rahmen einer Umfrage abgeholt und ein Zusammenhang zwischen bromidhaltiger Wasseraufbereitungsmittel für Pools und den Bromid-Spitzen im Zulauf zur ARA Birmensdorf festgestellt.

Kosten: Der Kostenvoranschlag für die Investitionskosten für die MV-Stufe (Ozonung und Sandfiltration) beträgt Fr. 10.495 Mio. (+/- 10%, exkl. MwSt.). Erstinvestitionen für Anlagen zur Elimination von Mikroverunreinigungen werden zu 75% durch Bundesbeiträge finanziert. Von den Bundesbeiträgen

ausgenommen sind unter anderem Umgebungsarbeiten, Abbrüche, Wiederinstandstellungskosten, Provisorien, etc. Von den Fr. 10.495 Mio. werden damit Kosten in der Grössenordnung von 70% durch den Bund getragen. Eine definitive Zusicherung der Bundesbeiträge wird nach der Kreditgenehmigung erteilt.

Ausbauzeitpunkt: Der Baustart ist im Herbst 2022 vorgesehen, wobei der Rohbau bis Herbst 2023 fertiggestellt wird und bis Herbst 2024 die Anlage komplett ausgerüstet und in Betrieb genommen ist.

Projektabgrenzung: Es werden keine Alternativen wie der Zusammenschluss mit einer anderen ARA oder die Ableitung in ein Gewässer mit ausreichendem Verdünnungsverhältnis evaluiert. Diese Möglichkeiten wurden jedoch bereits im Bauprojekt Ausbau Etappen 1-3 diskutiert und verworfen. Die zusätzliche Reinigungsstufe hat explizit die Elimination von Mikroverunreinigungen zum Ziel. Es geht dabei nicht um den Rückhalt bzw. die Elimination antibiotikaresistenter Bakterien, Mikroplastik, Nanopartikel oder anderen zusätzlich umweltrelevanten Stoffen.

2 Einführung

2.1 Ausgangslage

Am 1. Januar 2016 trat die neue Gesetzgebung bezüglich des Umgangs mit organischen Spurenstoffen in Kraft (Gewässerschutzgesetz [5] und Gewässerschutzverordnung [6]). Organische Spurenstoffe, auch Mikroverunreinigungen (MV) genannt, sind Stoffe, welche in tiefer Konzentration (ng/l bis µg/l) im Wasser vorkommen und nachteilige Auswirkungen auf Organismen haben können. Sie können natürlichen Ursprungs sein (z.B. Hormone) oder aus synthetischer Herstellung stammen (z.B. Medikamentenwirkstoffe, Arzneimittel, Pflanzenschutzmittel, Nahrungsmittelzusätze, Inhaltsstoffe von Reinigungsmitteln, Kosmetika oder Materialschutzmittel etc.). Die MV werden über unterschiedliche Wege in die Gewässer eingetragen; zu einem grossen Teil über gereinigtes kommunales Abwasser. Sie werden zwar in der biologischen Stufe der Abwasserreinigungsanlagen (ARA) teilweise entfernt, die Eliminationsleistung mit biologischen Verfahren ist insgesamt aber ungenügend. Durch eine weitergehende bzw. zusätzliche Reinigungsstufe bei den grösseren Kläranlagen soll der Eintrag von MV aus ARA in die Gewässer verringert werden.

Die Gewässerschutzverordnung listet die Kriterien auf, gemäss denen Schweizer ARA zu dieser zusätzlichen Reinigungsstufe verpflichtet werden. Die ARA Birmensdorf ist verpflichtet, Massnahmen gegen MV zu ergreifen, weil das Verdünnungsverhältnis im Vorfluter ungünstig ist. Der Abwasseranteil in der Repisch liegt deutlich über 10%.

Mit dem revidierten Gewässerschutzgesetz wurde eine gesamtschweizerische Spezialfinanzierung geschaffen. Diese wird über eine neue Abwasserabgabe gespiesen. Die Höhe der Abgabe pro ARA bemisst sich anhand der angeschlossenen Einwohner und beträgt maximal Fr. 9.-- pro Einwohner und Jahr. Der Bund gewährt aus dieser Finanzierung Abgeltungen von 75% an die Erst-Investition von Anlagen und Einrichtungen zur Elimination von MV in ARA. Die Abgeltungen werden gewährt, wenn mit der baulichen Umsetzung spätestens 2035 begonnen wurde. Nach der Inbetriebnahme der MV-Stufe wird der ARA-Betreiber von der jährlichen Abgabe befreit. Er muss aber die Betriebskosten und die Amortisation der Rest-Investition (nach Abzug der Subventionen) selber bezahlen.

Die ARA Birmensdorf ist seit der Fertigstellung des Ausbaus Etappe 1-3 per Ende 2018 auf eine Kapazität von 33'000 EW dimensioniert. Die zusätzliche Stufe zur Elimination von MV wurde bereits im Vorprojekt 2011 als Etappe 4 angedacht und soll nun nach Abschluss der Ausbauetappe 3 in Angriff genommen werden.

Im vorliegenden Bericht werden die im Vorprojekt definierten technischen Randbedingungen überprüft und ausgearbeitet.



2.2 Grundlagen

- [1] "Bauprojekt: Ausbau Etappen 1-3, 2035", Hunziker Betatech AG, September 2012
- [2] "Vorprojekt: Ausbaukonzept ARA Birmensdorf", Hunziker Betatech AG, August 2011
- [3] "Bewilligung Baudirektion" Kanton Zürich, 04. Dezember 2013
- [4] Betriebsdaten 2014 – 2019, Hunziker Betatech AG
- [5] "Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) – 814.20", vom 24.01.1991
- [6] "Gewässerschutzverordnung (GSchV) – 814.201", vom 28.10.1998
- [7] "Verordnung des UVEK zur Überprüfung des Reinigungseffekts von Massnahmen zur Elimination von organischen Spurenstoffen bei Abwasserreinigungsanlagen – 814.201.231", vom 3.11.2016
- [8] "Betriebsüberwachung der Stufe zur Elimination organischer Spurenstoffe auf Zürcher ARA", Richtlinie, AWEL, 28. März 2018
- [9] "Elimination von organischen Spurenstoffen bei Abwasseranlagen. Finanzierung von Massnahmen", BAFU, Umwelt-Vollzug Nr. 1618, 2016
- [10] "Zu behandelnde Abwassermenge und Redundanz von Reinigungsstufen zur Entfernung von Mikroverunreinigungen - Empfehlung", VSA 27. Oktober 2015
- [11] "Dimensionierungswassermenge und Redundanzen von Stufen zur Elimination von Mikroverunreinigungen" Holinger AG, Hunziker Betatech AG: Studie im Auftrag des VSA, 17. Juli 2015
- [12] "Behandelbarkeit von Abwasser mit Ozon – Testverfahren zur Beurteilung", Aqua & Gas Nr. 7/8, 2015
- [13] "Bromid im Abwasser - Bromatbildung bei der Ozonung, Einschätzung der zukünftigen Situation", Aqua & Gas Nr. 10, 2016
- [14] "Abklärungen Verfahrenseignung Ozonung - Empfehlung", VSA, 28.3.2017
- [15] "Gesamtbericht Nr. Z3563 – ARA Birmensdorf-Bericht Ozonung M1-4 v1.1 2019", Envilab AG, 16.07.2019
- [16] "Analysenberichte Nr. Z3563–L12/19 – Messkampagne: Tunnelabwasser, Tunnelwände und Abwasseruntersuchung ARA Birmensdorf", Envilab AG, Oktober 2019
- [17] "Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser - Verfahren zur weitergehenden Elimination auf Kläranlagen", BAFU, 2012
- [18] "Elimination Mikroverunreinigung: Variantenstudium und Vorprojekt ARA Birmensdorf", Hunziker Betatech AG, Oktober 2019
- [19] "Private Pools als Bromidquellen", Aqua & Gas Nr. 10 2021, Samuel Twerenbold, Halina Stefaniak
- [20] "Umweltverträglichkeitsbericht zur EMV-Stufe", Hunziker Betatech AG, November 2021

2.3 Abkürzungen

ARA	Abwasserreinigungsanlage
AWEL	Amt für Abfall, Wasser, Energie, Luft
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BB	Biologiebecken
BG	Betriebsgebäude
BKP	Baukostenplan
BSB₅	Biologischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (Summenparameter für organische Stoffe)
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf (Summenparameter für organische Stoffe)
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
DOC	Gelöster organischer Kohlenstoff (dissolved organic carbon)
E	Einwohner
EG	Erdgeschoss
EKZ	Elektrizitätswerke des Kantons Zürich
EMSRL	Elektro-, Mess-, Steuer-, Regel- und Leittechnik
EMV	Elimination von Mikroverunreinigungen
EW	Einwohnerwerte
FHM	Flockungshilfsmittel
FRS	Frischschlamm
GEP	Genereller Entwässerungsplan
GUS	Gesamt ungelöste Stoffe
HLKS	Heizung-Lüftung-Klima-Sanitär
IBN	Inbetriebnahme
IT	Informationstechnik
LOX	Flüssigsauerstoff
NH₄-N	Ammonium-Stickstoff
NKB	Nachklärbecken
NO₂-N	Nitrit-Stickstoff
MV	Mikroverunreinigungen
O₂	Sauerstoff
O₃	Ozon
OG	Obergeschoss
PAK	Pulveraktivkohle
PLS	Prozessleitsystem
P_{tot}	Totaler Phosphor
PV	Photovoltaik (Solarzellen)
PW	Pumpwerk
Q_{TW}	Trockenwetteranfall
Q_{TW,max}	Maximale Trockenwetterspitze
Q_{max}	Dimensionierungswassermenge
RLS	Rücklaufschlamm
SA	Schlammalter
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
SUVA	Schweizerische Unfallversicherung

TS	Trockensubstanz
TW	Trockenwetter
UG	Untergeschoss
ÜSS	Überschussschlamm
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
UV	Unterverteilung (Schaltschrankraum)
UVB	Umweltverträglichkeitsbericht
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
V-GEP	Verbands-GEP
VKB	Vorklärbecken
VSA	Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute

3 Einleitbedingungen

Die durch das AWEL verfügbaren Einleitbedingungen sind der Baubewilligung für den Ausbau Etappen 1-3 der ARA Birmensdorf [3] entnommen und in Tabelle 1 aufgezeigt.

Tabelle 1: Einleitbedingungen verfügt durch das AWEL.

Parameter	Anforderung	Reinigungseffekt ^{a)}
GUS ^{b)}	10 mg/l	
BSB ₅	10 mg/l	90%
CSB	45 mg/l	85%
DOC (Abbauleistung bezgl. TOC)	10 mg/l	85%
NH ₄ -N (T Abwasser > 10°C)	1 mg/l	90%
NO ₂ -N (Richtwert)	0.3 mg/l	
P _{tot}	0.8 mg/l	80%

a) Reinigungseffekt bezogen auf Rohabwasser

b) Entspricht einem Übergangswert. Ab Inbetriebnahme einer Filtrationsstufe im Zusammenhang mit der Elimination von Mikroverunreinigung gilt eine Einleitbedingung von 5 mg GUS/l.

Einleitbedingungen Mikroverunreinigungen

Der Reinigungseffekt bezüglich Elimination von Mikroverunreinigungen muss 80% betragen. Weil auch die biologische Stufe einen Teil der Mikroverunreinigungen eliminiert, wird die Eliminationsrate über den Vergleich vom Zulauf zur ARA zum Ablauf der ARA bestimmt.

Wie der Reinigungseffekt von Massnahmen zur Elimination von organischen Spurenstoffen bei ARA überprüft wird, ist in der entsprechenden Verordnung des UVEK [7] definiert. Die Anzahl der zu messenden Substanzen soll möglichst tief gehalten werden. Daher wird die Elimination von MV anhand einer Stoffpalette von Indikatorsubstanzen gemessen und quantifiziert. Diese Stoffpalette umfasst zwölf Substanzen, die in zwei Kategorien eingeteilt werden:

- Kategorie 1 (sehr gut entfernbar): Amisulprid, Carbamazepin, Citalopram, Clarithromycin, Diclofenac, Hydrochlorothiazid, Metoprolol, Venlafloxin
- Kategorie 2 (gut entfernbar): Benzotriazol, Candesartan, Irbesartan, 4-Methylbenzotriazol und 5-Methylbenzotriazol als Gemisch

Gemäss UVEK muss das Verhältnis der Anzahl der gemessenen Substanzen der Kategorie 1 zur jener der Kategorie 2 2:1 betragen.

Im Kanton Zürich erfolgt die Berechnung des Reinigungseffekts gemäss dem Überwachungskonzept des AWEL [8]:

- Zur Überprüfung der Reinigungsleistung werden sämtliche Substanzen der Kategorie 1 und 2 herangezogen, die in einer ausreichenden Konzentration vorliegen.
- In einer ausreichenden Konzentration liegt die Substanz vor, wenn die Konzentration im Zulauf der ARA mindestens das 10-fache der Bestimmungsgrenze der Substanz im Ablauf der ARA beträgt.
- Falls im Ablauf der ARA die Konzentration einer Substanz kleiner als die Bestimmungsgrenze ist, wird sie zur Berechnung der prozentualen Elimination gleich der Bestimmungsgrenze gesetzt.
- Für beide Kategorien wird das arithmetische Mittel der prozentualen Elimination der Substanzen berechnet. Der Gesamtreinigungseffekt wird anschliessend durch das im Verhältnis 2 zu 1 gewichtete Mittel der beiden Kategorien ermittelt. Somit erhält die Elimination der Substanzen der Kategorie 1 doppelt so viel Gewicht wie jene der Kategorie 2.

Die Substanzen werden in zwei aufeinanderfolgenden 24-h-Sammelproben gemessen. Dadurch wird sichergestellt, dass mit der Einhaltung des Reinigungseffektes von 80% ein breites Spektrum an MV aus dem Abwasser entfernt wird und auch ein optimaler Betrieb gewährleistet ist.

Die Anzahl der jährlichen Probenahmen richtet sich nach der Anlagegrösse. Bei Anlagen ab 10'000 EW und bis 50'000 EW sind es zwölf Proben pro Jahr, jeweils aus dem Zulauf der ARA, dem Zulauf der EMV Stufe und dem Ablauf der ARA.

Hinsichtlich der organischen Spurenstoffe sind ab dem zweiten Jahr nach Inbetriebnahme oder Erweiterung der Anlage sechs Proben zu untersuchen, wenn das Abwasser im ersten Jahr die Anforderungen eingehalten hat; hält das Abwasser in einem Jahr die Anforderung nicht ein, sind im folgenden Jahr wieder mindestens zwölf Proben zu untersuchen. Die Anzahl der zulässigen Abweichungen richtet sich nach der Anzahl der jährlichen Probenahmen (GSchV, Anhang 3.1, Abs. 4, [6]).

4 Dimensionierungsbelastung

Die Prognose der zukünftigen Belastung basiert auf dem Ausbauprojekt Etappe 1 bis 3 der ARA Birrnsdorf [1]. In den nachfolgenden Unterkapiteln wird diese Prognose mit den Werten bis 2019 verglichen. Als Vergleichswerte dienen die Daten von 2016 bis 2018. Im Rahmen des nachfolgenden Projekts (Ausführungsprojekt) werden die Werte auf das Jahr 2021 aktualisiert.

4.1 Einwohnerentwicklung

Ein Abgleich der Prognose mit der tatsächlichen Bevölkerungsentwicklung von 2011 bis 2018 kann aus Abbildung 1 entnommen werden. Sie zeigt, dass das Bevölkerungswachstum bis Ende 2018 (27'270 E) in etwa der Prognose der Gemeinden aus dem Jahr 2011 entsprach oder sogar leicht höher lag. Die Prognose des statistischen Amtes lag dagegen deutlich tiefer.

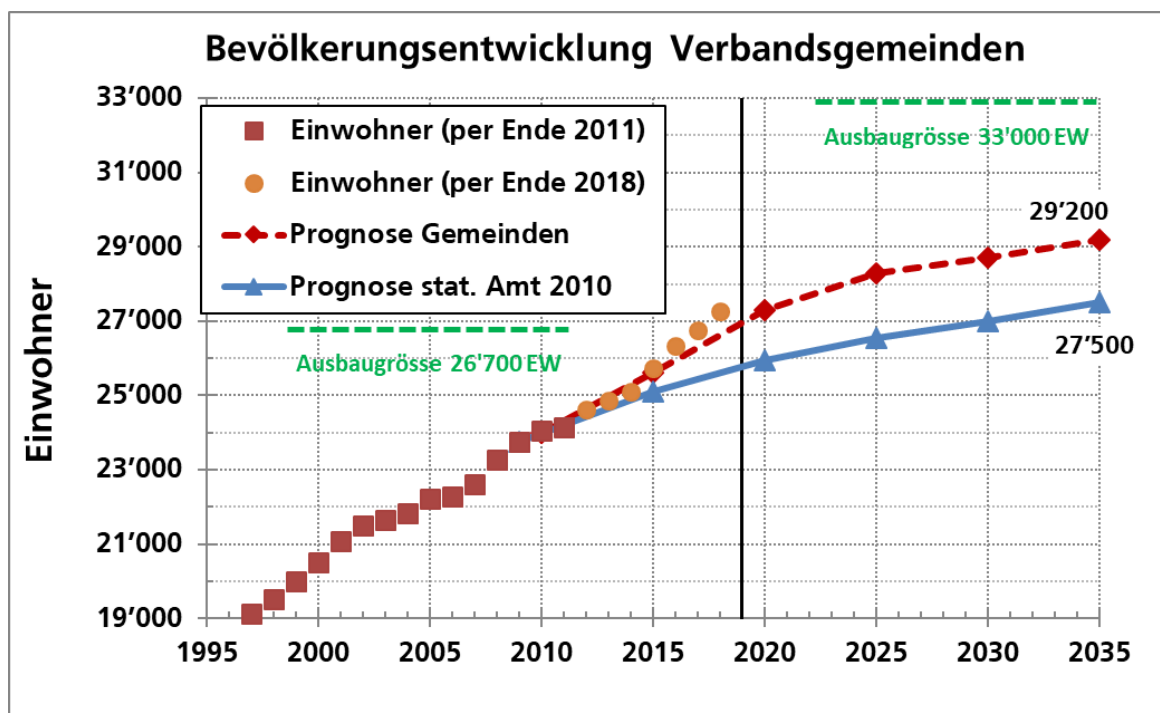


Abbildung 1: Bevölkerungsentwicklung Einwohner der Verbandsgemeinden.

4.2 Schmutzstofffracht aus Rohabwasser

In Tabelle 2 sind die 85%-Werte der gemessenen Frachten der Jahre 2016 bis 2018 dargestellt (Mittel über drei Jahre). Aufgrund der fehlenden Messungen im vorgeklärten Abwasser für 2017 und 2018 (Bauarbeiten), werden diejenige des Rohabwassers verwendet. Die Berechnung der Einwohnerwerte (EW) wurde mittels der spezifischen Kennzahlen für Rohabwasser (inkl. Rückläufe) gemäss ATV-DVWK durchgeführt. Es ist zu beachten, dass die berechneten Einwohnerwerte aus dem Rohabwasser auf der ARA Birmensdorf tendenziell höher sind als jene aus dem vorgeklärten Abwasser, da die Vorklärbecken eine gute Abscheideleistung aufweisen. Die Messwerte aus Rohabwasser sind gegenüber den Werten aus dem Ablauf der Vorklärbecken weniger genau.

Bereits im Rahmen des Bauprojekts 2012 wurde festgestellt, dass die CSB-Frachten gegenüber den BSB₅-Frachten verhältnismässig hoch sind. Die hohen CSB-Frachten dürfen somit bezüglich Zulaufbelastung der biologischen Reinigungsstufe nicht überbewertet werden und bewegen sich im erwarteten Rahmen.

Tabelle 2: Vergleich der 85%-Werte aus den gemessenen und der erwarteten Schmutzstofffracht (Rohabwasser).

85%-Werte	2016 – 2018 ¹⁾ [kg/d]	Spez. EW [g / (E*d)]	EW ¹⁾
CSB	4031	120	33'600
P _{tot}	43	1.8	23'600
NH ₄ -N	192	7	27'500
Mittelwert	-	-	28'300

1) gemittelt über die Jahre 2016-2018

4.3 Einwohnerwerte

Aus dem Vergleich zwischen den berechneten Einwohnerwerten und den effektiv gezählten Einwohnern (Tabelle 3) kann der Anteil der Schmutzstofffracht aus der Industrie und von Auswärtigen abgeschätzt werden.

Tabelle 3: Vergleich der aktuellen Einwohner und Einwohnerwerte mit dem im Bauprojekt 2012 definierten Ausbauziel.

	2009-2011 BP 2012	2016 - 2018 aus Rohabwasser	Ausbauziel 2035
Einwohnerwerte (Total)	26'000	28'300	33'000
Einwohnerzahl (gezählt)	24'500	27'300	30'000
EW Industrie	1'500	1'000	3'000

Heute sind an der ARA Birmensdorf rund 27'300 Einwohner angeschlossen (Stand Ende 2018). Die ARA Birmensdorf ist seit dem Ausbau Etappen 1-3 auf eine Kapazität von 33'000 EW dimensioniert. Die Zulaufbelastung hat seit dem Bauprojekt 2012 entsprechend dem Einwohnerwachstum zugenommen.

4.4 Abwassermenge

Es gibt heute keine rechtsverbindliche Vorschrift zur massgebenden Wassermenge für die Auslegung einer Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen. Sinnvoll aufgrund von Kosten/Nutzen-Überlegungen ist eine Auslegung auf 1.5 bis 2 Q_{TW} . Der VSA rät in einer Empfehlung, grundsätzlich die MV-Stufe hydraulisch auf die Kapazität der biologischen Stufe auszulegen [10]. Übereinstimmend mit dieser Empfehlung wird für die ARA Birmensdorf die MV-Stufe hydraulisch analog der biologischen Stufe ausgelegt.

Beim Betrieb einer Filtrationsstufe erhöht sich die Abwassermenge um die Rückläufe aus der Filtration. Dafür werden $\sim 0.05 Q_{max}$ eingerechnet. Dieser Rücklauf wurde beim Ausbau der biologischen Stufe berücksichtigt. Die massgebenden Abwassermengen für die Dimensionierung der MV-Stufe sind in Tabelle 4 aufgelistet:

Tabelle 4: Massgebende Abwassermengen für die Dimensionierung der MV-Stufe der ARA Birmensdorf.

Hydraulische Bemessung (2035)	Einheit	Trocken- wetter	Max. Zulauf ohne Rückläufe	Max. Zulauf mit Rück- läufen
Parameter		Q_{TW}	Q_{max}	$Q_{dim,MV}$
Abwasser-Volumenstrom über MV-Stufe	l/s	220	440	464

4.5 Stufe Elimination von Mikroverunreinigung

Für die Dimensionierung der vierten Stufe sind die erwarteten Ablaufwerte der Nachklärung massgebend. Als Vergleich zu den Einleitbedingungen werden die Mittelwerte und die 85%-Werte der ersten Jahreshälfte 2019 in Tabelle 5 gezeigt. Anhand der 85% - Werte sind die Schwankungen der einzelnen Parameter ersichtlich. Die Daten der Jahre 2015 bis 2018 können aufgrund der Bauarbeiten und der damit verbundenen Ausserbetriebsetzung der Becken nicht genutzt werden.

Im Rahmen des Bauprojekts wird die Betriebsdatenauswertung des gesamten Jahres 2019 als Dimensionierungsgrundlage für die MV Stufe zur Verfügung stehen.

Tabelle 5: Die Einleitbedingungen aus Kapitel 3 im Vergleich zu den gemessenen Ablaufwerten.

Parameter	Anforderung (vgl. Tabelle 1)	2019 Mittelwerte	2019 85%-Werte
GUS	10 mg/l	6 mg/l	9 mg/l
CSB	40 mg/l	20 mg/l	24 mg/l
DOC	10 mg/l	7 mg/l ¹⁾	8 mg/l ¹⁾
NH ₄ -N (T Abwasser > 10°C)	1 mg/l	0.15 mg/l	0.5 mg/l
NO ₂ -N (Richtwert)	0.3 mg/l	0.1 mg/l	0.3 mg/l
P _{tot}	0.8 mg/l	0.4 mg/l	0.2 mg/l

1) Geschätzt aus $[\text{DOC}] = [\text{CSB}]/3$

Verschiedene Inhaltsstoffe können je nach Verfahren einen bedeutenden Einfluss auf den Betriebsmittelverbrauch und somit auf die Betriebskosten haben:

- DOC wird durch Ozon oxidiert und adsorbiert an die Aktivkohle. Eine erhöhte Ablaufkonzentration von DOC führt zu einem höheren Betriebsmittelverbrauch. Die aus den CSB-Werten gemäss Betriebsdaten 2019 abgeschätzten DOC-Ablaufwerte (Mittelwerte) der ARA Birmensdorf liegen mit rund 7 mg/l im üblichen Rahmen bzw. sogar eher im tiefen Bereich.
- Nitrit wird durch Ozon oxidiert. Dies verbessert zwar die Ablaufqualität, benötigt aber sehr viel Ozon (3.4 g O₃/g NO₂-N), was die Betriebskosten deutlich erhöht. Aufgrund des erfolgten Ausbaus werden gute Ablaufwerte auf der ARA Birmensdorf erreicht.
- Die ARA Birmensdorf verfügt zurzeit über keine Filtration, trotzdem werden bereits gute GUS-Ablaufwerte im Ablauf NKB erreicht.

Basierend auf den nach der Erweiterung der Biologie erwarteten Ablaufwerten aus den NKB sind keine erhöhten Betriebsmittelverbräuche für Ozon, PAK sowie GAK zu erwarten.

4.6 Mehrstrassigkeit und Redundanz

Das Ziel der Spurenstoffelimination ist eine generelle Frachtreduktion. Bei Regenwetter führen die Gewässer deutlich mehr Wasser und das gereinigte Abwasser im Vorfluter wird stärker verdünnt. Zusätzlich werden Spurenstoffe aus anderen Quellen mobilisiert.

Die Auswirkungen eines geringeren Reinigungseffektes bezüglich MV während einer zeitlich beschränkten Periode sind aufgrund der chronischen Toxizität nicht vergleichbar mit einem geringeren Reinigungseffekt bezüglich akut toxischer Stoffe. Deshalb sind die Anforderungen an die Ausfallsicherheit einer Stufe zur Elimination von organischen Spurenstoffen weniger hoch als für andere Anlagenteile [10].

Für eine MV-Stufe der Grösse der ARA Birmensdorf genügt baulich eine einstrassige Ausführung. Verfahrenstechnische Redundanzen sind soweit vorzusehen, wie sie mit verhältnismässigem Aufwand realisierbar sind und einen signifikanten Nutzen haben. Ansonsten sind organisatorische Massnahmen vorzuziehen, um Ausfälle und Stillstandzeiten möglichst kurz zu halten (Lagerhaltung von Ersatzteilen, Serviceverträge, Planung von Revisionen etc.).

Für die verfahrenstechnische Ausrüstung, also Ozoneerzeuger, Sauerstofftank und PAK-Silo sind aufgrund der geringen Ausfallwahrscheinlichkeit keine Redundanz erforderlich, aber Lagerhaltung von ausfallkritischen Komponenten empfohlen.

5 Messkampagne Bromid

5.1 Abklärungen Verfahrenseignung Ozonung (2019)

Die Ozonung erweist sich oft als die wirtschaftlichste Lösung, aber nicht alle Abwässer eignen sich für dieses Verfahren. Insbesondere bei Abwässern aus Industrie- oder Gewerbebetrieben können unerwünschte Oxidationsnebenprodukte in erhöhten Konzentrationen gebildet werden. Die Abklärung der Eignung hat darum einen grossen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit und somit auf die Variantenwahl. Die Kosten für das Testverfahren bezüglich Behandelbarkeit des Abwassers mit Ozon sind abgeltungsberechtigt und werden zu 75% vom Bund übernommen.

Im Vergleich zu den adsorptiven Verfahren sprechen die klare Schnittstelle zwischen der vierten Stufe und der bestehenden Anlage und tiefe Betriebskosten grundsätzlich für das Verfahren mit einer Ozonung.

Die 2019 im Rahmen der Variantenstudie bzw. Vorprojekt durchgeführten Abklärung zur Verfahrenseignung Ozonung wurde das Abwasser der ARA Birmensdorf als unauffällig eingestuft. Weitere Details können aus den Grundlagen «Abklärungen zur Verfahrenseignung Ozonung» [15] entnommen werden.

5.2 Messkampagne Bromid (2019 – 2021)

Nachfolgend wird eine Zusammenfassung aller durchgeführten Messkampagnen im Rahmen der Abklärungen zur Verfahrenseignung Ozonung sowie der weiterführenden Messkampagnen gezeigt. Die Details sind in der Beilage zum Technischen Bericht (Bauprojekt) «Private Pools als Bromidquellen», welche auch als Aqua & Gas Artikel in der Oktober Ausgabe, Nr. 10 2021 [18] veröffentlicht wurde, zu finden.

Die Ozonung wird zur Elimination von Mikroverunreinigungen auf Kläranlagen eingesetzt. Im Abwasser enthaltenes Bromid wird dabei zu Bromat oxidiert, welches potenziell krebserregend ist. Im Einzugsgebiet der ARA Birmensdorf wurden umfassende Messkampagnen durchgeführt, um mögliche Bromidquellen ausfindig zu machen.

Eine erste Messkampagne im ARA-Ablauf zeigte im Frühling und im Herbst vereinzelt erhöhte Bromidwerte, obwohl das Abwasser häuslich geprägt ist und grundsätzlich über sehr tiefe Bromidkonzentrationen verfügt. Bei der Suche nach Bromidquellen im Kanalnetz wurde man weder bei Gewerbebetrieben, der Autobahnreinigung, öffentlichen Schwimmbädern, noch bei Deponien fündig.

In einer zweiten Messkampagne wurden mehrere Hauptstränge im Kanalnetz separat beprobt. Dabei wurde festgestellt, dass es mehrere Bromidquellen geben muss. Aufgrund des saisonal bedingten Anfalls kam die Idee auf, dass es sich um private Schwimmbecken handeln könnte. Es wurde eine Umfrage bei den Pool-Besitzern durchgeführt, wobei 14 Parteien angegeben haben, dass sie Bromid zur Wasserdesinfektion einsetzen.

Bei drei dieser Pools wurde die Bromidkonzentration gemessen und der Zeitpunkt für die Entleerung nachgefragt. Die berechnete Bromidmenge konnte im Zulauf der ARA nachgewiesen und damit die Poolentleerung als Quelle identifiziert werden.

Mit der umfangreichen Messkampagne konnte aufgezeigt werden, dass private Schwimmbecken einen Einfluss auf die Bromidkonzentration im ARA-Zulauf haben können.

Fazit

Die Erweiterung der ARA Birmensdorf um eine Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen ist weiterhin mit einer Ozonung und anschliessender Sandfiltration geplant. Bei den erhöht auftretenden Bromidkonzentrationen im ARA-Zulauf handelt es sich um saisonal beschränkte Einzelwerte. Im Rahmen

der «Abklärungen Verfahrenseignung Ozonung» wurde bei der Ozonexposition einer Abwasserprobe mit erhöhten Bromidkonzentrationen im Labor keine nennenswerte Bromatbildung festgestellt und das Abwasser als unauffällig eingestuft.

5.3 Umgang mit Bromid im Zulauf zur ARA

Bei kurzzeitig und vorübergehend erhöhten Bromidwerte im Zulauf, sind folgende Massnahmen seitens Einleiter möglich:

1. Eine Einleitung des bromidhaltigen Abwassers vermeiden: Auswechseln des bromidhaltigen Wasseraufbereitungsmittels für Pools.
 - ➔ Dazu werden alle Poolbesitzer im Einzugsgebiet eingeladen an einer Informationsveranstaltung teilzunehmen, worin die Problematik der bromidhaltigen Wasseraufbereitungsmittel für Pools dargestellt werden und dadurch eine Sensibilisierung der Teilnehmer angestrebt.
2. Durch eine kontrollierte Zugabe des bromidhaltigen Abwassers in Absprache mit ARA Betreiber und Poolbesitzer kann
 - a. Bei reduzierter Abwassermenge und einer erhöhten Entleerungsdauer ein besseres Verdünnungsverhältnis und somit eine tiefere Bromidkonzentration im Zulauf zur ARA erreicht werden.
 - b. Bei erhöhter Abwassermenge und einer reduzierten Entleerungsdauer ein gezieltes Umfahren der MV Stufe (allenfalls kombiniert mit einer Revision der Anlage) vorgesehen werden.

Von Seiten des Betriebs sind folgende Massnahmen möglich:

1. Da Bromat bei der Oxidation von bromidhaltigem Abwasser mit Ozon entsteht, kann die Dosierung von Ozon in den entsprechenden Wochen verringert werden. Wie die Abklärungen im Labor zeigen, kann mit entsprechender Ozondosis die Bromatbildung verringert und eine weniger bedenkliche Bromatkonzentration im Ablauf erreicht werden [5].
2. Durch die Umfahrung der Ozonung über einen Bypass gelangt das Abwasser nach der Nachklärung direkt zur Filtration. Dies kann mit einer Revision der Ozonung kombiniert werden.

Eine MV Stufe soll primär der chronischen Toxizität in den Gewässern entgegenwirken, weshalb ein verminderter Reinigungseffekt über eine kurze Dauer toleriert werden könnte – solange die Reinigungsleistung gemäss den Anforderungen erfüllt werden.

Mit den oben vorgestellten Massnahmen können die punktuell erhöhten Bromidwerte im Zulauf einer allfälligen Ozonung, im Gegensatz zu andauernd erhöhte Konzentrationen, bewältigt werden.

6 Baugrundverhältnisse

6.1 Allgemein

Im Rahmen des Ausbauprojekts Etappen 1-3 wurde im September 2012 durch die Jäckli AG eine geologisch - geotechnische Beurteilung durchgeführt. Die Beurteilung basierte auf Baugrunduntersuchungen aus den Jahren 1987/1988 und 2011/2012. Im Rahmen des Bauprojekts für die MV-Anlage führte die Fa. Jäckli AG weitere Rammsondierungen durch. Die Resultate sind im Bericht der Fa. Jäckli Geologie vom 28. Juni 2021 niedergeschrieben.

6.2 Baugrund

Die ARA Birmensdorf befindet sich in einer Verengung des Reppischtals in unmittelbarer Nähe zur Reppischtalbrücke zwischen zwei steilen Talflanken.

Durch verschiedene Bautätigkeiten auf dem ARA Areal wurde in den vergangenen Jahren das natürlich gewachsene Terrain teilweise überschüttet oder durch künstliche Auffüllungen ersetzt. Die Deckschichten aus künstlichen Auffüllungen reichen bis in eine Tiefe von ca. 2,5 bis 5.30 m unter der heutigen Terrainoberfläche. Sie bestehen aus tonigem Silt mit Sand und sandigem Kies. Es ist nicht auszuschliessen, dass die künstlichen Auffüllungen Bauschutt enthalten, welche gesetz- und vollzugskonform weiterverwendet oder entsorgt werden müssen.

Das Reppischtal liegt in den fast horizontal liegenden Schichten der oberen Süsswassermolasse. Der Taleinschnitt in die Molasse ist auf die Gletschererosion zurückzuführen. Nach dem Rückzug der Gletscher wurden die Talflanken teilweise instabil. Dadurch sind Sackungen und Rutschungen von verwitterten Molassegesteinen und Moränenresten entstanden, dem sogenannten verrutschten Gehängeschutt resp. Gehängelehm. Dieses Schichtpaket ist hangseitig gegen die Talstrasse zwischen den Deckschichten und einer wenig mächtigen Schotterschicht eingeschlossen. Der Gehängeschutt resp. der Gehängelehm setzt sich aus tonigem Silt, Feinsand und einem kleinen Kiesanteil zusammen. An den Talflanken ist unter dem Gehängelehm die Moräne zu erwarten. Diese ist generell mitteldicht bis dicht gelagert, gut tragfähig und wenig setzungsempfindlich. In der Talsohle wurde während dem Gletscherückzug ein Schotter aus sandigem Kies abgelagert. Nach dem Rückgang des Schmelzwassersflusses haben sich in der Talmitte die Überschwemmungssedimente der Reppisch auf der Schotterschicht abgelagert. Diese Schwemmsedimente sind generell locker gelagert und dementsprechend setzungsempfindlich. Unter dem Reppischtalschotter folgt in einer Tiefe von 12.50 m bis 15.00 m die Molasse, welche teilweise stark und tiefgründig verwittert ist. Die Molasse besteht mehrheitlich aus Mergeln mit eingeschalteten Sandsteinbänken.

6.3 Grundwasser

6.3.1 Hydrogeologische Übersicht

Die ARA Birmensdorf liegt im Bereich der grundwasserführenden Schotterrinne des Reppischtals. Das enge Tal wirkt mit dem felsigen undurchlässigen Talflanken und der nahezu undurchlässigen Talsohle als Grundwasserstauer.

Der Grundwasserspiegel auf dem ARA-Areal steht in enger Wechselbeziehung zur nahen Reppisch. Das bedeutet, dass bei einem ansteigenden Wasserspiegel der Reppisch, Wasser von der Reppisch durch den durchlässigen Schotter auf das ARA-Areal infiltriert. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich der Grundwasserspiegel auf dem ARA-Areal rasch dem Wasserstand der Reppisch anpasst. Das vom Hang her zu sickernde Hangwasser spielt für das Grundwasservorkommen eine untergeordnete Rolle. Die Grundwassermächtigkeit des wassergesättigten Schotters variiert auf dem ARA Gebiet zwischen 9 m und 12 m und nimmt bergseits kontinuierlich bis auf null ab. Im bergseitigen Bereich des neuen Regenbeckens liegen schlecht durchlässige Schichten (Gehängeablagerungen, Moräne) über dem Schotter und bilden einen gespannten Grundwasserspiegel.

Bei Bauten und Anlagen, welche unter den mittleren Grundwasserspiegel reichen ist sicher zu stellen, dass die Durchflusskapazität des Grundwassers gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um weniger als 10% vermindert wird. Die ursprüngliche Durchflusskapazität kann mit Hilfe einer etwa 20 cm starken Rundkiesschicht unter der Bodenplatte gewährleistet werden. Alle Eingriffe ins den Grundwasserleiter sind vom AWEL zu bewilligen.

6.3.2 Grundwasserspiegel und Höchstwasserstände

Für den geplanten Ausbau der ARA Birmensdorf ist bei einem Extremereignis mit einem Anstieg des Grundwasserspiegels bis auf das heutige Terrain zu rechnen. Es wird von folgenden Grundwasserständen ausgegangen:

- mittlerer Grundwasserspiegel 452.50 m ü.M.
- max. Grundwasserspiegel 455.66 m ü.M.

Der Grundwasserspiegel wird durch den Wasserstand in der Reppisch vorgegeben.

6.3.3 Grundwasserschutz

Das Areal der ARA Birmensdorf befindet sich gemäss Gewässerschutzkarte des Kantons Zürich im Gewässerschutzbereich Au eines nutzbaren Grundwasservorkommens. Während der Bauausführung muss darauf geachtet werden, dass keine Verschmutzungen des Grundwassers und des Grundwasserleiters auftreten. Es sind diesbezüglich die einschlägigen Vorschriften des AWEL einzuhalten.

In der süd-westlichen Ecke ist der Baugrubenabschluss in der unmittelbaren Nähe der Ufergrenze.

6.3.4 Hochwasserschutz

Für das neue Bauwerk, welches gemäss Gefahrenkarte in der Zone geringer Hochwassergefährdung liegt, müssen keine Massnahmen getroffen werden.

7 Hydraulik

Die MV-Stufe wird auf ein QRW von 464 l/s ausgelegt. Aufgrund der spezifischen Höhenverhältnisse muss das Abwasser zum höchsten Punkt (Ozonung) gepumpt werden; von dort gelangt es im Freispiegel durch die Anlage zurück in die Reppisch. Ein rückstaufreier Betrieb ist bis zu einem HQ100 in der Reppisch möglich, bei höherem Pegel wird das Spülwasserbecken und der Polsterraum komplett eingestaut. Ein Betrieb ist dann nicht mehr sinnvoll und die Anlage wird über den alten ARA-Ablauf umfahren (Bypass). Eine verstellbare Notentlastung beim heutigen Brauchwasserschacht garantiert, dass bei Ausserbetriebnahme der MV-Stufe das Abwasser (zusammen mit dem entlasteten Abwasser aus dem Regenbecken) direkt in die Reppisch gelangt. In untenstehender Tabelle 6 sind die hydraulisch massgebenden Koten aufgeführt.

Tabelle 6: Massgebende Koten

Position	Kote [m ü. M]	Bemerkungen
Überfallkante Nachklärung	455.80	Bestehend
Notüberlauf Brauchwasserschacht (Bypass MV)	454.60	Bis auf Kote 455.00 verstellbar einbauen. NKB bleibt in jedem Fall rückstaufrei.
Regelniveau Vorlage MV	454.20	Voraussichtliche Kote
Überfall Einlauf Ozonung	459.71	geplant
Überfall Auslauf Ozonung	459.50	geplant
Überfall Zulauf Filter	459.00	geplant
Überfall Auslauf Spülwasserbecken	454.85	geplant
WSP HQ100 Reppisch	454.80	Vorgegeben

In Folgender Tabelle 7 sind die benötigten Rohrrinnendurchmesser durch die MV-Stufe in Fliessrichtung aufgelistet.

Tabelle 7: Benötigte Rohrrinnendurchmesser

Von - bis	Anzahl Rohre [#]	Rohrrinnendurchmesser [mm]
Brauchwasserschacht – Vorlage MV	2	450
Vorlage MV – Ozonung (Druckleitung)	4	350
	4	250
	1	500
Ozonung – Beschickung Filter	1	600
	4	300

Die sich daraus ergebenden Wasserspiegel sind im beigelegten hydraulischen Längenprofil ersichtlich.

Gelangt das entlastete Abwasser vom Regenbecken über die Notentlastung (454.60 m.ü.M.) beim Brauchwasserschacht in das System bzw. in die MV-Stufe?

- Ja, wenn gleichzeitig gilt: HQ100 in Reppisch, Q_{max} über das Regenbecken und eine Strasse der ARA (exkl. MV) ausser Betrieb.
 - ➔ Damit es zu keinem Rückfluss kommt, muss die Notentlastung auf 455.00 m.ü.M. verstellt werden.
- Nein, in allen anderen Fällen, wo entweder der Wasserspiegel der Reppisch tiefer und/oder die Abwassermenge über das RB kleiner ist und/oder keine Ausserbetriebnahmen stattfinden.

8 Projektumfang und -beschreibung

8.1 Grundsätze

Die gesamte MV-Anlage wird komplett als neuer Gebäudeblock erstellt. Damit kann durchgehend eine dem Stand der Technik entsprechende Anlage aufgebaut werden. Zudem können die Betriebsabläufe in Absprache mit dem Betreiber optimal eingeplant werden. Sämtliche Behälter und Becken sind über Drucktüren oder sonstige Zugänge begehbar für Revisions- und Unterhaltsarbeiten.

Die Gestaltung des Gebäudeblocks wird durch die beiden Verfahrensstufen Ozonreaktor und Filtrationsstufe definiert. Die Gebäudehöhe wird durch den Ozonreaktor vorgegeben, welcher für eine optimale Ausnützung des über eine Tiefenbelüftung eingeblasenen Ozons, eine Wassertiefe von 7-8 Metern aufweisen muss. Die Filtrationsstufe besteht aus vier Filterzellen mit darunterliegendem Spülwasserbecken. Zwischen den beiden Haupt-Verfahrensstufen wird ein zweistöckiger Betriebsraum erstellt. Dabei befinden sich im UG die Pumpen, Messeinrichtungen, Spülluftgebläse und die Zugänge zu den einzelnen Reaktoren. Im EG befinden sich die Ozongeneratoren, Schaltschränke und ein Bodentor zum UG.

Für die Gestaltung der neuen Anlage stehen sich zwei Grundsätze gegenüber:

- Die Förderhöhe des Hebwerks der MV-Anlage soll möglichst klein sein, um nicht unnötig Energie und damit Betriebskosten zu verursachen. Dies wird dadurch erreicht, indem die Ozonreaktoren, welche eine Wassertiefe von rund 7.5 Metern aufweisen werden, möglichst weit unter Terrain erstellt werden.

- Aufgrund des beschränkten Platzbedarfs soll eine möglichst kompakte Anlage mit wenig Flächenbedarf erstellt werden. Dies wird dadurch erreicht, indem die Spülwasserbecken unter den Filterzellen angeordnet werden. Dies bedeutet jedoch, dass die gesamte hydraulische Förderhöhe über die Filtration wieder vernichtet wird.

Aufgrund des vorhandenen Baugrunds mit hochliegendem Grundwasserspiegel ergibt sich eine maximal mögliche Tiefe der Sohlenkote für die neuen Becken von 452.00 m ü.M. Unter diesen Voraussetzungen können die obigen beiden Punkte kombiniert werden, wobei sich eine Förderhöhe für das MV-Pumpwerk von 5 Metern ergibt. Ein Teil dieser Förderhöhe wird beim Auslauf der Filtration ungenutzt vernichtet, was aber aufgrund der Randbedingungen nicht anderes gelöst werden kann.

Beim Layout der Anlage wurde auf eine grösstmögliche Flexibilität für zukünftige Erweiterungen oder Verfahrensänderungen geachtet. Bei Veränderungen der Randbedingungen (Abwasserzusammensetzung, Frachtzunahme, etc.) soll eine zukünftige Umrüstung oder Erweiterung der Anlage möglich sein, ohne diese komplett neu bauen zu müssen. Eine Verlängerung des Ozonreaktors oder eine Erweiterung der Filtration um weitere Filterzellen ist mit dem gewählten Layout möglich.

8.2 Standort

Massgebend für den Standort ist die Abfolge aus ARA-Stufen. Die MV-Anlage wird der Nachklärung nachgeschaltet und muss zwischen den Nachklärbecken und der Reppisch zuliegen kommen. Wie bereits im Vorprojekt für die Ausbautappen 1-3 [2] vorgesehen, kann auf dem Areal der ARA Birmensdorf die Platzreserve westlich der bestehenden Anlage für die Erweiterung genutzt werden. Dieses Land gehört bereits der ARA und liegt gemäss Nutzungsplanung der Gemeinde in der Zone für öffentliche Bauten und Anlagen. Eingegrenzt zwischen dem Uferbereich der Reppisch (südlich), dem Biotop (westlich) und der Talstrasse (nördlich) sind die Rahmenbedingungen wie folgt:

- Gewässerraum Reppisch: Die Baugrube für den Bau der MV Anlage wird voraussichtlich teilweise in den Gewässerraum hineinragen.
- Biotop: Das bereits erstellte Biotop wird durch die MV Anlage nicht tangiert. Während der Bauausführung muss das Biotop mit einer Bauwand geschützt werden. Der zweite Teil des Biotops auf der Fläche zur Talstrasse hin wird nach Fertigstellung der MV-Anlage erstellt.
- Talstrasse/Zufahrt: Die Zufahrt zur Baustelle erfolgt über das westliche Tor. Damit wird sichergestellt, dass der Betrieb der ARA und die Baustelle räumlich getrennt sind. Die Baugrube für das neue Gebäude wird zur Talstrasse hin mit einer rückverankerten Rühlwand abgeschlossen. Im Rahmen des Bauprojekts wird geprüft, inwiefern die Rückverankerungen in den Untergrund der Talstrasse reichen. Für diesen Fall muss eine Genehmigung durch die Waffenplatzverwaltung eingeholt werden.
- Bestehende ARA: Die Baugrube wird bis zu den bestehenden Becken und Kanäle der ARA reichen. Im Rahmen des Bauprojekts wird ein Betriebskonzept für die ARA Birmensdorf während der Bau-phase ausgearbeitet. Dabei sind insbesondere die Zugänglichkeit zu den Becken und die nötigen Betriebswege zu definieren. Das neue Gebäude wird im UG an den bestehenden Werkleitungskanal angehängt.

Die Situation, der Grundriss und die Schnitte der beiden Geschosse sowie die Draufsicht sind aus den Planbeilagen zu entnehmen.

8.3 Anschluss an bestehende Anlage

Anschluss EMV Gebäude an Leitungsgang

Die Verlängerung des Leitungsgangs erlaubt eine durchgehende Erschliessung der neuen MV Anlage an die bestehende. Elektrotechnische Erschliessungen sowie Trinkwasser-, Druckluft- und Brauchwasserleitungen werden nicht erdverlegt, sondern durch den Leitungsgang geführt. Auch die Rückführung des Schlammwassers erfolgt durch den Leitungsgang. Sowohl für das Personal als auch für den Betrieb ergeben sich dadurch viele Vorteile für die Wartung und Zugänglichkeit der Anlage.

Anpassungen Vereinigungsschacht und Erstellung neuer Dükerleitung

Zurzeit läuft das Abwasser aus der Nachklärung in zwei Brauchwasserschächten. Aus den beiden Brauchwasserschächten überfällt das gereinigte Abwasser in sogenannten Vereinigungsschacht (Vereinigung des Wassers aus der Entlastung des Regenbeckens und dem Ablauf ARA). Aus dem Vereinigungsschacht wird das Abwasser durch die Ablaufleitung in die Reppisch geführt.

Aufgrund der Tiefe des heutigen Leitungsganges und der vorgesehenen Verlängerung zur neuen MV Stufe, ist mit der neuen MV Stufe eine Dükerung der Entlastungsleitung des Regenbeckens und der heutigen Ablaufleitung (zukünftige Notentlastung) unumgänglich. Die Massnahmen sind in Abbildung 2 dargestellt.

1. Es werden zwei Zulaufleitungen aus den beiden Brauchwasserschächten zum Pumpwerk EMV geführt.
2. Hierzu sind Auffüllungen im Bereich des Vereinigungsschachts nötig. Der Vereinigungsschacht wird neu nur noch als Bypass zur Umfahrung der MV-Stufe bzw. zur Notentlastung benötigt.
3. Ein neuer Dükerschacht wird erstellt, woraus die Dükerleitung unterhalb des neuen Leitungsgangs in die Ablaufleitung führt.

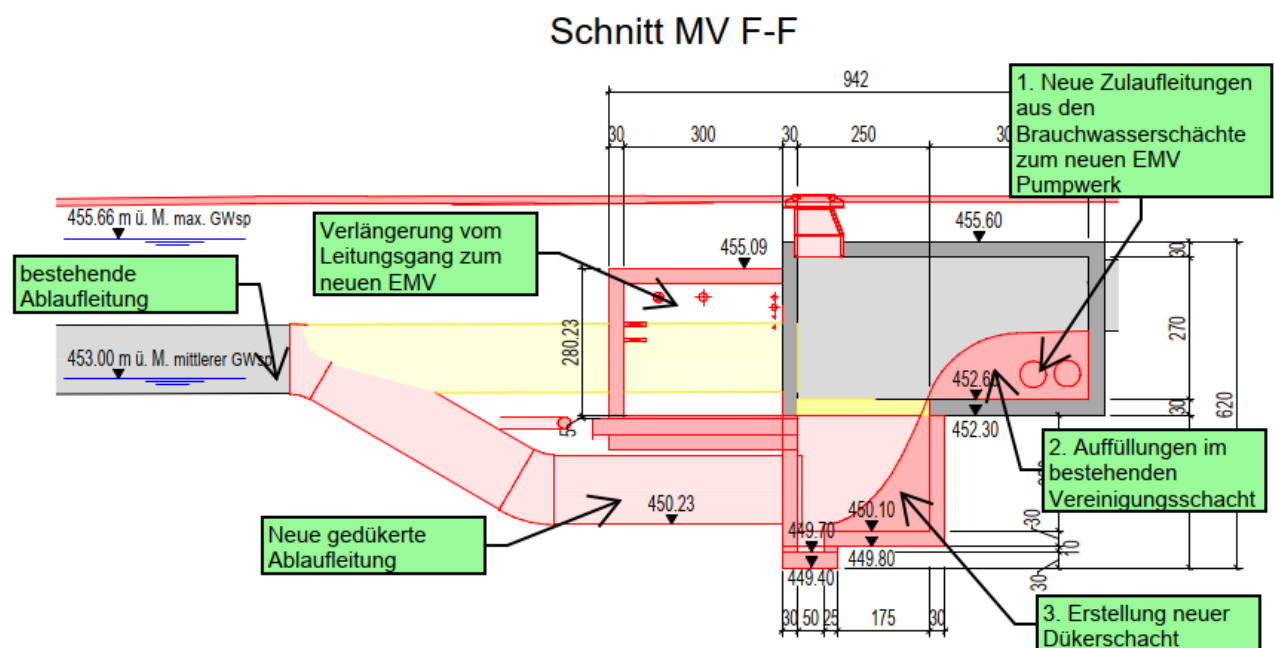


Abbildung 2: Ausschnitt aus den Detailplänen für die Dükerleitung.

Rückläufe EMV

Aus dem neuen EMV-Gebäude werden folgende Rückläufe zurück in den Zulauf zur ARA geführt:

- Rücklaufschlamm: Aus der Rückspülung der Filterzellen fällt der Rücklaufschlamm an. Die beiden Rücklaufschlammumpen führen den Schlamm zurück in den Zulauf zur ARA.
 - o Der Einfluss des Rücklaufschlammes auf die Schlammbehandlung/Schlammmentwässerung, bzw. Gasanlage (und Fällmittelanlage) ist sehr gering und wird im Rahmen der Ausführungsplanung überprüft.
- Das gesammelte Wasser der Kellerentwässerung aus dem EMV Gebäude wird zusammen mit dem Fäkalwasser aus dem neuen WC in einer Leitung ebenso in den Zulauf zur ARA geführt.

8.4 Provisorium

Für die Anpassungen im Bereich des Dükerschachts wird ein Provisorium für die Umleitung des ARA Ablaufs in die Ablaufleitung benötigt. Vorgesehen sind zwei Pumpen, welche das Wasser aus den beiden Brauchwasserschächten in den neuen Vereinigungsschacht EMV Pumpen. Sobald die Anpassung im Bereich des Düker-, Vereinigung- sowie Brauchwasserschachts fertiggestellt sind, kann das Wasser während der gesamten Neubauphase über die neue Ablaufleitung umfahren werden.

8.5 Pumpwerk MV-Anlage

Das Abwasser wird nach der Nachklärung hydrostatisch aus den Brauchwasserschächten über zwei Leitungen in den Vorlagebehälter der MV Anlage verdrängt. Aus der Vorlage wird das zu behandelnde Abwasser über Beschickungspumpen in die Zulaufrinne des Ozonreaktors gefördert. Mit dem Beschickungspumpwerk der MV-Stufe wird das Abwasser auf das Niveau der Ozonreaktoren angehoben, so dass sämtlich nachfolgenden Stufen bis zum Ablaufkanal im freien Gefälle durchflossen werden. Um den gesamten Förderbereich der Zulaufmenge abzudecken, sind vier baugleiche trocken aufgestellte Zentrifugalpumpen vorgesehen. Die Pumpen werden im UG aufgestellt.

- Die Förderleistung je Pumpen beträgt 50 bis 117 l/s, so dass im Normalbetrieb Q_{min} und Q_{max} abgedeckt werden können. Im Revisionsfall einer Pumpe können mit den drei verbleibenden Pumpen bis zu 350 l/s (etwa $1.5 \times Q_T$) gefördert werden.

8.6 Ozonung

Die zusätzliche Stufe für die Ozonung wird verfahrenstechnisch zwischen den Nachklärbecken und der neuen Sandfiltration angeordnet. Die Ozonung kann über eine Bypass-Leitung umfahren werden, welche ab dem Pumpwerk der MV direkt zu den Filterzellen führt. Damit kann bei Revisionen an der Ozonung das Wasser weiterhin über die Filtration geführt werden.

Sauerstoff-Versorgungsanlage

Für die Erzeugung des Ozons wird Flüssigsauerstoff (LOX) benötigt. Dafür wird eine Sauerstoff-Versorgungsanlage neben dem neuen Gebäude errichtet. Der Reinsauerstoff wird in flüssiger Form angeliefert und in einem stehenden Tank gespeichert. Der flüssige Sauerstoff wird weiter zu den Verdampfern geführt. Die Verdampfer bestehen aus Aluminiumrohren mit Längsrippen und arbeiten ohne Fremdenergie durch Wärmetausch mit der Umgebungsluft. Auf diese Weise wird das verflüssigte Gas verdampft und zur Ozonerzeugung weitergeleitet. Die komplette Sauerstoff-Versorgungsanlage, bestehend aus Lager-tank für Flüssigsauerstoff, Verdampferanlage, Druckreduzierstation und Gaserwärmer, wird beim Sauerstofflieferanten gemietet. Als Betriebskosten fallen die Mietkosten sowie die Kosten für den Reinsauerstoff nach effektivem Verbrauch an (Abbildung 3). Da Reinsauerstoff brandbeschleunigend wirkt, darf sich im direkten Umkreis des Tanks kein leicht brennbares Material befinden (keine Vegetation, kein

Asphaltbelag zulässig). Daher wird die gesamte Anlage auf eine Betonplatte neben dem MV Gebäude zu stehen kommen. Die Entwässerung (bei Regen oder Reinigung), damit auch kein Wasser liegen bleibt, erfolgt über ein leichtes Gefälle Richtung Westen in die Wiese.

Einsatzgasaufbereitung

Die Einsatzgasaufbereitung stellt sicher, dass der gelieferte Sauerstoff den Anforderungen der Ozonerzeugung genügt. Die Installationen der Einsatzgasaufbereitung werden im selben Raum wie der Ozongenerator aufgestellt und sind auch im Lieferumfang des Ozongeneratoren-Lieferanten enthalten.

Ozonerzeugung

Durch stille, elektrische Entladungen wird Ozon aus Sauerstoff erzeugt. Für einen wirtschaftlichen Betrieb der MV Anlage sind ein oder zwei Ozongeneratoren (keine zwingende Redundanz) vorgesehen. Die bei der Ozonerzeugung entstehende Abwärme wird dem Spülwasserbecken abgegeben. Die Produkte der verschiedenen Hersteller unterscheiden sich in ihrer Bauart und ihrem Platzbedarf (Abbildung 4).



Abbildung 3: Beispiel eines Flüssigsauerstofftanks mit Verdampfern (Bild: ARA Neugut, Dübendorf)



Abbildung 4: Beispiel eines Ozonerzeugers (Bild: ARA Neugut, Dübendorf)

Ozonbedarf

Die benötigte Ozonmenge ist vom DOC und $\text{NO}_2\text{-N}$ Gehalt im Zulauf der MV-Anlage abhängig. Anhand von spezifischen Ozondosen kann die benötigte Ozonmenge für die geforderte Reinigungsleistung berechnet werden:

- f_{DOC} = 0.4 bis 0.8 g O_3 /g DOC (abwasserspezifisch)
 - $f_{\text{NO}_2\text{-N}}$ = 3.4 g O_3 /g $\text{NO}_2\text{-N}$ (stöchiometrisch)
-

Im Rahmen der Prüfung der Verfahrenseignung Ozonung [15] wurde im Labor bei einer spezifischen Ozondosis von 0.5 g O₃/g DOC eine über 90%-ige Elimination der Mikroverunreinigungen erreicht.

Für die Ozonauslegung wurden die Betriebsdaten von 2018 bis 2020 ausgewertet und bei drei verschiedenen spezifischen Ozondosen 0.4, 0.5 sowie 0.6 gO₃/gDOC durchgespielt. Abbildung 5 zeigt den geschätzten Ozonbedarf heute sowie jener für das Ausbauziel 2035 (linear hochgerechnet). Mit einer Auslegung der Ozongeneratoren auf rund 4.5 kg O₃/h ist der Ozonbedarf auch bis zum Ausbauziel abgedeckt.

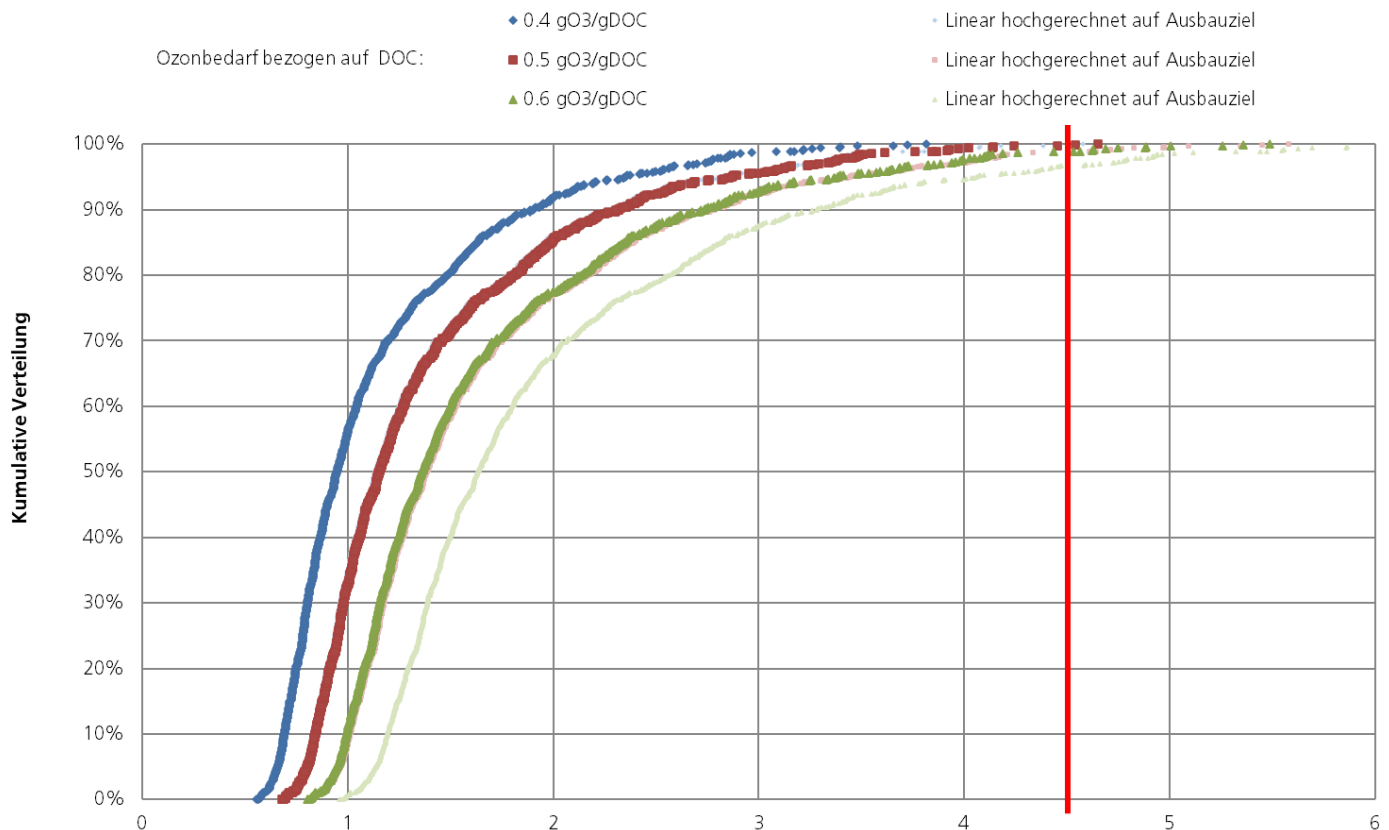


Abbildung 5: Abgeschätzter Ozonbedarf für heute und Ausbauziel 2035 (linear hochgerechnet).

Ozoneintrag

Das Ozongas-Sauerstoffgas-Gemisch wird im Ozonreaktor in das Abwasser eingetragen. Erst durch eine ausreichende Kontakt- bzw. Aufenthaltszeit im Reaktor, kann das stark reaktive Ozon die chemischen Verbindungen der Mikroverunreinigung aufbrechen. Gleichzeitig führt überschüssig dosiertes Ozon zu einem unwirtschaftlichen Betrieb, da das Restozon sowohl aus der Abluft als auch im Ablauf vernichtet werden muss. Damit kommt der Auslegung der Ozoneintrags-Menge eine entscheidende Bedeutung zu.

Die Kennzahlen für die Ozonreaktoren sind aus Tabelle 8 zu entnehmen.

Tabelle 8: Kennzahlen des Ozonreaktors.

Ozonreaktor	Einheit	Q _{max}
Abwassermenge (inkl. Rückläufe bei Q _{max})	l/s	464
Anzahl Abwasserstrasse	-	1
Mindestaufenthaltszeit	min	13

Tiefe (Füllstand)	m	7.5
Länge Ozonreaktor	m	10.8
Breite Ozonreaktor	m	4.5
Nutzfläche gesamt	m ²	50
Nutzvolumen gesamt	m ³	370

Um einen gleichmässigen Eintrag des Ozons und eine genügende Kontaktzeit zu erreichen, wird der Ozonreaktor durch Zwischenwände in 6 Kammern unterteilt. Die Zwischenwände werden abwechselnd unter- und überströmt. Jeweils in der ersten und dritten Kammer wird das Gas mit ozonbeständigen Dombegasern eingetragen (Abbildung 6). Die Begasung erfolgt im Gegenstrom. Für die Installationen und Wartungsarbeiten sind die Ozonreaktoren durch Drucktüren und Türen in den Zwischenwänden sowie über das Dach zugänglich. Oberhalb des Wasserspiegels im Ozonreaktor ist der Raum durchgehend, der sogenannte Gasraum.

Das ozonierte Abwasser überfällt nach Durchlaufen der sechs Kammern in eine Ablaufrinne. Dadurch kann sich unabhängig vom Niveau im Sandfilter ein konstanter Wasserspiegel im Ozonreaktor einstellen. Ein Sprühsystem wirkt einer allfälligen Schaumbildung entgegen. Der Ozonreaktor muss aufgrund der Toxizität des Ozons gasdicht ausgeführt werden und ist mit einem Sicherheitsventil gegen Über- und Unterdruck abgesichert. In der Planung des Ozonreaktors sind die erhöhten Anforderungen an die Betonqualität und das Einlegen von ozonbeständigen Einlegestücken anstelle von Ringraumdichtungen zu beachten.

Restozonvernichtung

Aus dem Gasraum der Ozonreaktoren wird die ozonhaltige Abluft abgesaugt. Mittels eines katalytischen Restozonvernichters wird das darin enthaltene Ozon zu Sauerstoff umgewandelt, so dass das Abgas (Sauerstoff) an die Umgebung abgegeben werden kann. Der Restozonvernichter ist im selben Raum wie der Ozongenerator aufgestellt. (Abbildung 7).



Abbildung 6: Beispiel eines Ozoneintragungssystems
(Bild: ARA Neugut, Dübendorf)



Abbildung 7: Einsatzgasaufbereitung und Restozonvernichter
(Bild: ARA Neugut)

Dosierstation Natriumbisulfit

Bei einer Überdosierung von Ozon kann überschüssiges Ozon im Ablauf ausgasen und in die Umgebungsluft gelangen. In einem solchen Störfall wird das Ausgasen aus dem ozonhaltigen Wasser durch die Zugabe von Natriumbisulfit in die letzte Reaktionskammer oder in die Ablaufrinne verhindert.

Sicherheitsanforderungen

Ozon ist toxisch und ein Reizgas mit relativ tiefer Wirkschwelle. Die Richtlinie vom AWEL über die Betriebsüberwachung der MV-Stufe [8] ist einzuhalten. U.a. sind bei der Planung folgende Sicherheitsanforderungen zu berücksichtigen:

- Ein Austreten von Ozon in die Umgebungsluft wird durch den Restozonvernichter verhindert.
- Bei erhöhter Sauerstoffkonzentration (als Einsatzgas) sind die Sicherheitsbestimmungen bezüglich Explosions- und Entzündungsgefahr einzuhalten.
- Räume, in denen Ozon oder Sauerstoff austreten kann, werden auf Leckagen überwacht. In der neuen MV Anlage trifft dies für den Ozongeneratorraum zu. Zur Raumluftüberwachung werden ein Ozon- und ein Sauerstoffsensoren sowie ein optischer und akustischer Kombialarm installiert. Am Eingang zum Ozongeneratorraum sind zusätzlich ein akustischer Alarm und die Gaswarnzentrale anzubringen.
- Die Räume, in denen sich eine hohe Ozon- oder Sauerstoffkonzentration einstellen kann, müssen mit einem Ventilationssystem ausgerüstet sein.
- Sämtliche ozonberührende Materialien und Leitungen müssen ozonbeständig sein (molybdänhaltigem Edelstahl z.B. 1.4404 oder gleichwertig). Eine Reinigung der Materialien und Rohrleitung vor der Sauerstoffanwendung (öl- und fettfrei) wird vorausgesetzt. Sauerstoffberührende Dichtungen werden in der Regel in PTFE ausgeführt.
- Natriumbisulfit verhindert ein Austreten von überschüssigem Ozon im Ablauf sowie eine Beschädigung des biologisch aktiven Sandfilters.

8.7 Filtration

Das ozonierte Abwasser gelangt aus der Ablaufrinne der Ozonierung über die Verbindungsleitung zur Filtration. Dort wird das Abwasser in der Verteilrinne auf die Filterzellen aufgeteilt. Durch die siphonartige Leitungsführung im Auslauf des Ozonreaktors wird der Austritt von Ozongas verhindert.

Bisher verfügt die ARA Birmensdorf über keine Filtration. Mit der Ozonung des Abwassers wird ein Sandfilter zur biologischen Nachbehandlung benötigt. Primär dient die Filtration als biologisch aktive Stufe, um reaktive Oxidationsprodukte, welche bei der Ozonung entstehen können, umzuwandeln bzw. zurückzuhalten. Da keine weitergehenden Phosphorelimination mit einer Flockungsfiltration vorgesehen ist, ist ein einschichtiger Raumfilter ausreichend.

Tabelle 9: Auslegung der biologisch aktiven Filtration nach der Filtergeschwindigkeit und der Leerbettkontaktzeit.

Sandfiltration als biologischer Reaktor	Einheit	Betriebsfall			
		$Q_{\min}$	Q_{Mittel}	$Q_{\text{TW,max}}$	$Q_{\max}$
Abwassermenge (inkl. Rückläufe bei $Q_{\max}$)	l/s	50	125	220	464
Filtergeschwindigkeit 3 Zellen ¹⁾	m/h	1.2	4	7	15
Leerbettkontaktzeit 4 Zellen ²⁾	min	74	30	17	8
Leerbettkontaktzeit 3 Zellen ³⁾	min	56	22	13	6

- 1) Filterfläche, 3 Zellen: 111 m²
- 2) Filterbettvolumen, 4 Zellen: 223 m³
- 3) Filterbettvolumen, 3 Zellen: 167 m³

Der Durchfluss durch die Sandschicht des Filters wird über den vorhandenen Druckabfall über diese Stufe gewährleistet (siehe Tabelle 9). Durch den kontinuierlichen Rückhalt von Stoffen erhöht sich der Filterwiderstand, bzw. der Druckverlust, bis schliesslich eine Rückspülung automatisch ausgelöst wird. Bei dieser wird die jeweilige Zelle ausser Betrieb genommen und durch eine Mischung aus Luft und Spülwasser von unten nach oben durchströmt.

- Bei einer Filterfläche von 37 m² wird eine erforderliche Luftmenge von 2'600 m³/h benötigt. Es sind zwei Drehkolbengebläse vorgesehen mit einer Druckerhöhung von 600 mbar und einem Luftvolumenstrom von 1'956 m³/h, was einer 1.5-fachen Leistung für eine Rückspülung einer Filterzelle benötigt wird.
- Das zur Spülung der Filterzellen erforderliche Spülwasser wird von drei baugleichen trocken aufgestellten Zentrifugalpumpen in die Filterpolsterräume gefördert. Diese mit Frequenzumformer ausgestatteten Pumpen sind darauf ausgelegt, dass zwei Pumpen zusammen bei hoher Drehzahl die für die Wasserspülung erforderlichen Menge von 617 l/s fördern können und eine Pumpe alleine bei niedriger Drehzahl die für die andere Phase der Rückspülung erforderlichen Menge von 103 l/s fördern kann. Die dritte Pumpe dient der Redundanz.

Oberhalb des Filters überfällt das schlammhaltige Spülwasser über automatisierte Klappen (filterzellen-seitig angeordnet) in das Schlammwasserbecken und wird von dort mittels Schlammwasserpumpen in den Zulauf zur Mechanischen Reinigung der ARA gefördert.

- Bei einer Filterspülung fallen 60.7 m³ und bei einer Intensivspülung 121.4 m³ Schlammwasser an. Das Schlammwasserbecken wurde so ausgelegt, dass der Schlammwasseranfall von vier regulären Filterspülungen bzw. zwei Intensivspülungen fassen kann.

Im sogenannten Polsterraum unterhalb des Filterbetts, sammelt sich das gefilterte Abwasser. Das Wasser fliesst von dort weiter über Leitungen in das Spülwasserbecken. Aus dem Steigschacht des Spülwasserbeckens überfällt das gereinigte Abwasser in den Abwasserkanal. Der Polsterraum und das Spülwasserbecken sind durch Mannlöcher zugänglich.

- Das Spülwasserbecken wurde so ausgelegt, um insgesamt genug Spülwasser für vier Filterspülungen bzw. zwei Intensivspülungen zu fassen (nebst des auf der ARA benötigten Brauchwassers und Wassers für die Wärmepumpen der Kaserne).

Durch eine Überdeckung der Filtration wird übermässiges Algenwachstum in den Filterzellen verhindert. Gleichzeitig sorgen Lüftungsschlitze an den Aussen- und Zwischenwänden für eine gute Durchlüftung.

Die Filtrationsanlage ist für die Planung der MV Anlage massgebend, weshalb bereits für das Bauprojekt eine vorgezogene Submission durchgeführt. Der Zuschlag erhält Techfina AG unter Vorbehalt der Kreditgenehmigung. Die technischen Details wurden gemeinsam mit Techfina AG besprochen und sind bereits in den vorliegenden Kosten eingeflossen.

Tabelle 10: Kennzahlen der Filtration.

Filtration	Einheit	Q _{max}
Abwassermenge (inkl. Rückläufe bei Q _{max})	l/s	464
Filterbetthöhe	m	1.5
Anzahl Filterzellen gesamt (n)	-	4
Breite Filterzelle	m	4.5
Länge Filterzelle	m	8.25
Fläche pro Filterzelle	m ²	37
Filterfläche gesamt (3 Zellen)	m ²	110
Max. Filtergeschwindigkeit (3 Zellen)	m/h	15
Min. Aufenthaltszeit (3 Zellen)	min	6



Abbildung 8: Beispiel Sandfilterzellen leer (links) und befüllt (rechts); Bilder: ARA Gossau-Grünigen.

8.8 Auslaufschacht und Vereinigungsschacht EMV

Der Überfall aus dem Spülwasserbecken in den Auslaufschacht muss aufgrund eines allfälligen Rückstaus aus der Reppisch über der Decke des Spülwasserbeckens liegen, was bedeutet, dass das Wasser im Spülwasserbecken unter Druck steht. Über diesen sogenannten Steigschacht des Spülwasserbeckens überfällt das gereinigte Wasser in die Ablaufleitung (siehe Abbildung 9). Die Probenahme für die Überprüfung der Ablaufqualität erfolgt aus diesem Steigschacht. Die Vereinigung der neuen Ablaufleitung der MV Anlage und der bestehenden Ablaufleitung erfolgt in einem Kontrollschacht bzw.

Vereinigungsschacht EMV (zur Unterscheidung zum Vereinigungsschacht Regenentlastung). Die Einleitung in die Reppisch erfolgt weiter über die bestehende Ablaufleitung. Es werden keine Anpassungen im Bereich des Auslaufs benötigt.

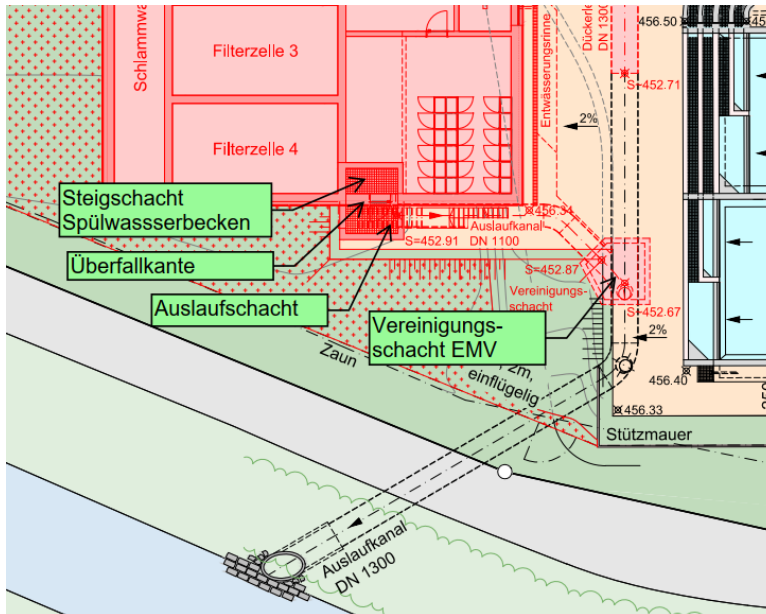


Abbildung 9: Ausschnitt aus dem Übersichtsplan.

8.9 Architektur

Lage

Das 30 m lange, 20 m breite und 6 m hohe Gebäudevolumen der EMV-Anlage steht quer zu den bestehenden Nachklär- und Biologiebecken, als abschliessendes Element des ARA Areals.

Volumen

Das Dach ist aus Unterhaltszwecken (Montageöffnung Filterzellen und Ozonreaktor) begehrbar und benötigt daher eine Absturzsicherung. Das Fassadenblech wird 1 m über die eigentliche Dachfläche hinaus nach oben verlängert und bildet so ein Fassadenelement und eine Absturzsicherung zugleich. Die Erhöhung der Fassade wirkt sich auch positiv auf die Proportionen des Gebäudevolumens aus.

Fassade / Gliederung

Die 6 m hohe Fassade wird in 3 unterschiedlich hohe Teile gegliedert. Die drei horizontalen Abschnitte lassen die 30 m lange Fassade eleganter und leichter erscheinen. Die wenigen Fenster-, und Toröffnungen werden locker in der Frontfassade verteilt.

Materialisierung

Die Fassade besteht aus vertikalen, sinusförmigen, dunkelgrauen Stahlblechen in Anlehnung an die restlichen technischen Gebäude. Die dunkelgraue Farbgebung orientiert sich (im Unterschied zu den silbrigen technischen Gebäuden) an dem dunklen Fassadenklinker des Betriebsgebäudes. Die dunkle Farbe erscheint wertiger, edler und auch dezenter als eine helle Fassade. Das Gebäudevolumen erscheint so leichter. Die dunkle Farbe ist im grünen Tal weniger auffallend als eine helle Farbe.

Die Öffnungen sind mit hellgrauen, silbrigen Fenster-, und Türzargen eingefasst und dienen als Gestaltungselement. Die restlichen Elemente, wie z.B. die Aussentreppen, sind feuerverzinkt so wie alle anderen sichtbaren Metallteile im Areal.

Das Dach wird extensiv begrünt, auch die Fläche unterhalb der PV Anlage, da diese aufgeständert sind und die Last der extensiven Begrünung zur Stabilisierung der Aufständering benötigen.

8.10 Umgebung

Das umliegende Terrain wird um 1 Meter aufgeschüttet, dies aufgrund des hohen Grundwasserspiegels, was teilweise zu einem Versumpfen geführt hat. Zudem werden die Böschungen auf der Nordseite etwas abgeflacht, damit die offene Fläche besser zugänglich gemacht wird. Für den Hintereingang des EMV Gebäudes ist ein Kiesweg vorgesehen, welcher von der asphaltierten Strasse zur Aussentreppe führt.

Verkehrsführung

Zwischen Nachklärbecken und der neuen MV Anlage wird die Durchfahrt für LKWs gewährleistet werden; u.a. für die Lieferung des Flüssigsauerstoffes. Dazu wird eine Fläche von rund 4 x 3 Meter der bereits begrünt Fläche nordseitig neben dem Regenbecken benötigt und asphaltiert.

Platzentwässerung

Die Platzentwässerung für die neuen Flächen zwischen den NKB und der MV-Anlage erfolgt je nach Verschmutzungsgrad über den Ablaufkanal in die Reppisch (saubere Flächen) oder in die ARA (verschmutzte Flächen). Bei der Platzentwässerung im Bereich des Flüssigsauerstofftanks sind spezielle Vorgaben zu berücksichtigen.

8.11 PV Anlage – Wirtschaftlichkeit

Ausgangslage

Im Rahmen des Bauprojekts der Elimination von Mikroverunreinigungen (EMV) der ARA Birmensdorf wird eine Kosten-Nutzen-Analyse für eine Photovoltaikanlage auf dem Flachdach der MV präzisiert.

Das Gebäude ist 33° Südwest ausgerichtet. Von den rund 600 m² Gesamtdachfläche können ca. 418 m² für die Aufstellung der PV-Module benutzt werden. Davon kann ca. 80% effektiv als PV-Fläche genutzt werden (335 m²). Die Aufstellung der Module ist wie in Abbildung 10 mit 10° Neigung angedacht. Der mögliche Ertrag und die Wirtschaftlichkeit werden nachfolgend aufgezeigt.

Ertrag

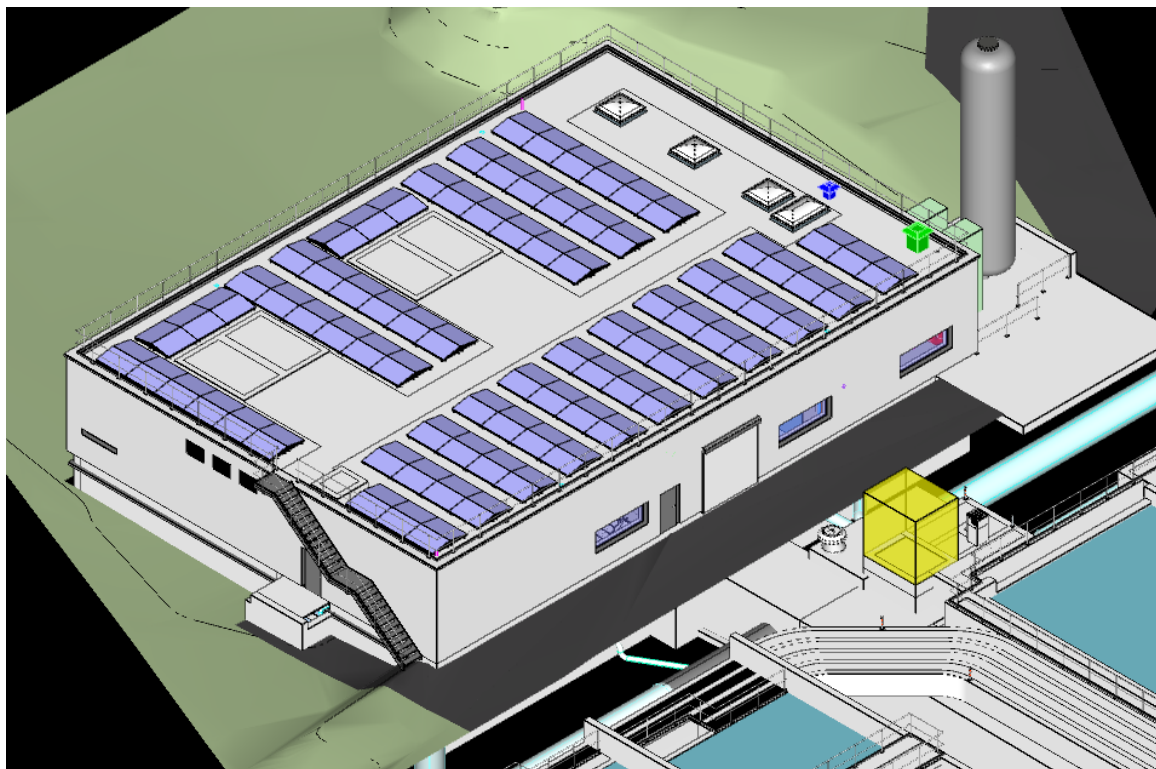


Abbildung 10: Belegung PV-Modulen EMV-Gebäude

Die Jahreserträge von verschiedenen Ausrichtungen der PV-Anlage wurden über das Berechnungstool energieschweiz.ch evaluiert. Der mögliche Ertrag der Photovoltaikanlage wurde in der untenstehenden Tabelle aufgeführt. Die in Tabelle 12 aufgezeigte Aufstellung ist eine Mischrechnung des Jahresertrags aus den zwei unteren Berechnungen aus Tabelle 11. Zum Einsatz eignen sich Standardmodule von 300 Wp/Modul.

Fazit: Der grobe Jahresertrag der Mischrechnung und der dachparallelen Variante ist ähnlich gross. Tendenziell können aber mehr Module mit einer Neigung von 10° auf dem Dach platziert werden.

Tabelle 11: Theoretischer Ertrag der PV-Anlage EMV-Gebäude

Ausrichtung	Anzahl Module	Installierte Leistung	Spez. Jahresertrag	Grober Jahresertrag
EMV, Dachparallel 33° Südwest	190	57 kWp	850 kWh/kWp	48'000 kWh/a
EMV, Neigung 10° 33° Südwest	190	57 kWp	900 kWh/kWp	51'200 kWh/a
EMV, Neigung 10° -147° Nordost	190	57 kWp	750 kWh/kWp	43'600 kWh/a

Wirtschaftlichkeit

Zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit wird mit der dachparallelen Aufstellung gerechnet. In der untenstehenden Tabelle werden die Investitionskosten und Einsparungen zusammengefasst.

Die Einsparung der Strombezugskosten ist mit 0.12 CHF/kWh eher konservativ kalkuliert. Je nach bezogenem Strommix, können diese höher (z.B. 0.18 CHF/kWh) ausfallen. Dadurch erhöht sich die Einsparung und somit auch die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage.

Tabelle 12: Kosten und Einsparungen PV-Anlage EMV-Gebäude

Kostenpunkt / Einsparung	Einheit	Kosten CHF exkl. MwSt. (± 15%)
Investitionskosten PV-Anlage (57 kWp)	CHF	130'000
Einmalvergütung (EIV) Beitrag	CHF	-20'000
Betriebskosten	CHF / a	1'300
Stromproduktion PVA	kWh / a	48'000
Einsparung Strombezug (0.12 CHF/kWh)	CHF / a	5'700

Die Stromgestehungskosten bei verschiedenen Zinssätzen werden in folgender Tabelle dargestellt. Die Berechnung basiert auf Tabelle 12. Die Stromgestehungskosten zeigen als Jahreskosten ausgedrückt, wieviel CHF pro Jahr und in Stromkosten, wie viel Rp./kWh mit der PV-Anlage eingespart werden (negative Zahlen = Einsparung, positive Zahlen = Zusatzkosten).

Fazit: Es wird ersichtlich, dass bei einer Laufzeit von 30 Jahren mit einem Zinssatz von 0-1% sowie bei 25 Jahren mit 0% Zins die Anlage mit der EIV wirtschaftlich ist und einen kleinen finanziellen Ertrag abwirft.

Tabelle 13: Stromgestehungskosten PV-Anlage EMV-Gebäude

Stromgestehungskosten		Jahreskosten		Stromkosten	
		Laufzeit in Jahre		Laufzeit in Jahre	
		25	30	25	30
		CHF/a	CHF/a	Rp./kWh	Rp./kWh
Rendite / Zinssatz	0%	-60	-793	-0.13	-1.65
	1%	535	-198	1.11	-0.41
	2%	1'174	451	2.45	0.94

Aufgrund der positiven Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde die Umsetzung der PV-Anlage im Rahmen der Kommissionssitzung vom Abwasserverband Kläranlage Birmensdorf am 22. Juni genehmigt.

9 Bautechnik

9.1 Baugrube

9.1.1 Aushub und Wiederverwendbarkeit

Aushub

Grundsätzlich sind für die Aushubarbeiten keine grösseren Erschwernisse zu erwarten. Die künstlichen Auffüllungen, die Oberflächenschichten, die Schwemmsedimente, die Gehängeablagerungen und der Schotter können als normal baggerfähig bezeichnet werden.

Belasteter Aushub

Anfallende belastete Aushubmaterialien (z.B. bauschutthaltige künstliche Auffüllungen) müssen einer gesetzes- und vollzugskonformen Weiterverwendung resp. Entsorgung zugeführt werden. Dies kann sehr hohe Mehrkosten zur Folge haben. Das Projektareal ist zwar nicht im Kataster der belasteten Standorte eingetragen. Die Sondierungen zeigten jedoch das künstliche Auffüllungen, welche z.T. Fremdstoffe enthielten. Das Ausmass der Auffüllungen und deren Fremdstoffanteil ist nicht bekannt. Es darauf hingewiesen, allfällige Mehrkosten im Rahmen der Submission zu berücksichtigen. Alternativ können weitere Baggerschlitzte durchgeführt werden.

Wiederverwendbarkeit des Aushubmaterials

Das teilweise sandig kiesige Aushubmaterial des Reppischtalschotters kann als hochwertiges Hinterfüllungs-, Koffer- und Schüttmaterial wieder verwendet werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Menge an hochwertigem Hinterfüllungsmaterial gering ist. Die Vorkommen beschränken sich die Fundamentvertiefungen unter der Bodenplatte und Aushub im Dückerbereich.

9.1.2 Baugrubensicherung

Vertikaler Baugrubenabschluss

Der nördliche Bereich der Baugrube grenzt in unmittelbarer Nähe an die Zufahrtsstrasse zur ARA. Eine freie Böschung ist nicht möglich. Für die ca. 3,5 bis 4,5 m tiefe Baugrube drängt sich ein vertikaler Baugrubenabschluss mittels einer gebohrten und Rückverankerten Rühlwand in den Vordergrund. Eine einvibrierte Spundwand ist wegen der Rammbarkeit und den Erschütterungen nicht empfehlenswert. Aufgrund der Rolligkeit des Schotters sind nur kleine Etappengrössen realisierbar (ca. < 2m). Um die Deformationen zu begrenzen sind vorgespannte Anker vorgesehen. Für die Erstellung muss vorgängig das Grundwasser mittels Filterbrunnen abgesenkt werden.

Rühlwand	Rühlwandträger: HEB Profil, Abstand ca. 1.80 m Anker: 1 Lage, temporäre Anker, Abstand ca. 1.80 m Ausfachungsetappen aus Beton: ca. 2-3 Etappen, mit Netz bewehrt
----------	---

Im südwestlichen Bereich liegt die neue EMV in der unmittelbaren Nähe zum Uferbereich. Eine freie Böschung ist nicht möglich. Für die ca. 3,5 m tiefe Baugrube drängt sich ein vertikaler Baugrubenabschluss mittels einer gebohrten ausgesteifter Rühlwand in den Vordergrund

Unterfangung Brauchwasserschacht

Für den Neubau des Dükerschacht muss der bestehende Brauchwasserschacht unterfangen werden. Hierzu muss vorgängig, das Grundwasser bis mindestens 50 cm unter OK Baugrubensohle abgesenkt werden. Die Unterfangung erfolgt in Etappen von max. 1m Breite. Die Etappenhöhen und Breiten

müssen an die Vorhandenen Untergrundverhältnisse angepasst werden. Zusätzlich sind Spriesse vorzusehen.

Auch bei sorgfältiger Ausführung ist mit Setzungen der bestehenden Bauwerke im Millimeterbereich zu rechnen.

Freie Böschung

Die restlichen Baugrubenabschlüsse erfolgen mittels freier Böschung. Die maximale Böschungsneigung liegt bei 1:1. Ab einer Böschungshöhe von 4 m, ist eine Berme vorgesehen.

9.1.3 Wasserhaltung

Die Sohlen der geplanten Bauwerke liegen durchschnittlich ca. 1.0 m, lokal bis ca. 2,8 m unterhalb des durchschnittlichen Grundwasserspiegels. Für die Erstellung der Baugruben für das neue Gebäude muss der Grundwasserspiegel bis unter die Aushubsohle abgesenkt werden. Eine Absenkung des Grundwasserspiegels unter die Baugrubensohlen kann durch Filterbrunnen erzielt werden. Der Grundwasserführende Schotter besitzt eine hohe Durchlässigkeit. Es ist mit erheblichen Pumpmengen zu rechnen. Die Absenkung des Grundwasserspiegels muss vor dem Erstellen der Baugrubenabschlüsse erfolgen. Eine Ergänzung der Wasserhaltung mit einer offenen Wasserhaltung ist unumgänglich.

Zweck der Wasserhaltung

- Eine Ausfachung der Rühlwand im sehr durchlässigen Schotter ist im Grundwasser nicht möglich
- Hält grundsätzlich die Baugrubensohle trocken
- Entwässert das feinkörnige Aushubmaterial (Verkleinert die Verflüssigungsgefahr des Aushubmaterials)
- Die Wasserhaltung dient zudem der Sicherheit eines Sohlenaufbruches im Bereich des neuen Regenbeckens infolge des Druckniveaus des gespannten Grundwassers
- Sichert die neuen Bauwerke, sowie die von Umbauten betroffenen Becken im Bauzustand gegen aufschwimmen

9.2 Setzungen

Durch die Grundwasserabsenkung in unmittelbarer Nähe der bestehenden Gebäude sind Setzungen nicht auszuschliessen.

Es empfiehlt sich vor Beginn der Aushubarbeiten zusammen mit dem Bauherrn und der Bauleitung die benachbarten Gebäude zur Beweisaufnahme hinsichtlich ihres Zustandes aufzunehmen (Nachklärbecken 1.1 & 1.2, Belüftungsbecken 5 & 6 sowie Leitungsgang).

9.3 Konstruktion

Das neue Bauwerk wird aus schlaff bewehrtem Stahlbeton erstellt. Der Neubau muss aufgrund temperaturbedingter Verformungen zwingend von allen umliegenden Neubauten und bestehenden Bauten getrennt sein. Der bestehende Leitungsgang wird verlängert. Im Übergang Leitungsgang an das Bauwerk ist eine Dilatationsfuge vorzusehen.

Die erd- und wasserberührten Bauteile müssen im Sinn der Norm SIA 272 (gemäss Dichtigkeitsklasse 2) ausgebildet werden.

9.4 Foundation

9.4.1 Grundsätzliches

Die künstlichen Auffüllungen sowie die Gehängeablagerungen sind setzungsempfindlich und schlecht tragfähig. Der Schotter, die Moräne sowie die Molasse hingegen sind mässig setzungsempfindlich und tragfähig. In ihnen können die Bauwerke flach fundiert werden.

Die Pfahlarbeiten sollen von OK Terrain ausgeführt werden. Als Planum muss je nach Pfahlmaschine eine ca. 50 cm bis 60 cm starke Baupiste aus Kiessand auf einem Vlies eingebracht und verdichtet werden.

9.4.2 Neubau EMW und Leitungsgang

Das neue Bauwerk sollen in der tragfähigen Schotterschicht fundiert werden. Da lediglich die Fundamentvertiefungen und der Dücker im Schotter liegen, ist ein Materialersatz unter der Bodenplatte vorgesehen. So kann das Gebäude Flach fundiert werden.

9.4.3 Betonplatte O₂-Anlieferung

Die UK Bodenplatte liegt auf 455.90 m ü. M. und liegt somit im setzungsempfindlichen und schlecht tragfähigen Bodenschichten. Die Betonplatte muss deshalb auf Pfähle fundiert werden.

9.5 Nutzungsvereinbarung

Die Nutzungsvereinbarung wird im Rahmen des Ausführungsprojektes definiert.

9.6 Wasserdichtigkeit

Das Konzept zur Wasserdichtigkeit wird im Rahmen des Ausführungsprojektes definiert.

10 EMSRL-Konzept

10.1 Ausgangslage

Das detaillierte EMSRL-Konzept wurde vom Elektroplaner Prolewa Elektro-Engineering AG definiert.

Die während den letzten Ausbauten festgelegten EMSRL-Konzepte kommen auch bei der EMV-Stufe zur Anwendung. Dazu gehört die Energieerschliessungen, Elektroverteilung, Steuerkonzepte inkl. Vorortbedienungen, Elektroinstallationen, Messtechnik und SPS/PLS-Automatisierung.

Es ist ein Elektroraum im neuen EMV-Gebäude zu realisieren. Dieser wird nachfolgend als UV MV bezeichnet.

Jedes Aggregat wird mit einem Revisionsschalter gemäss der aktuellen Vorschrift ausgestattet. Der Schalter befindet sich in Sichtweite des Aggregates. Die Ausführung erfolgt entsprechend dem Konzept der bestehenden Revisionsschalter.

10.2 Trafostation, Hauptverteilung, Notstrom

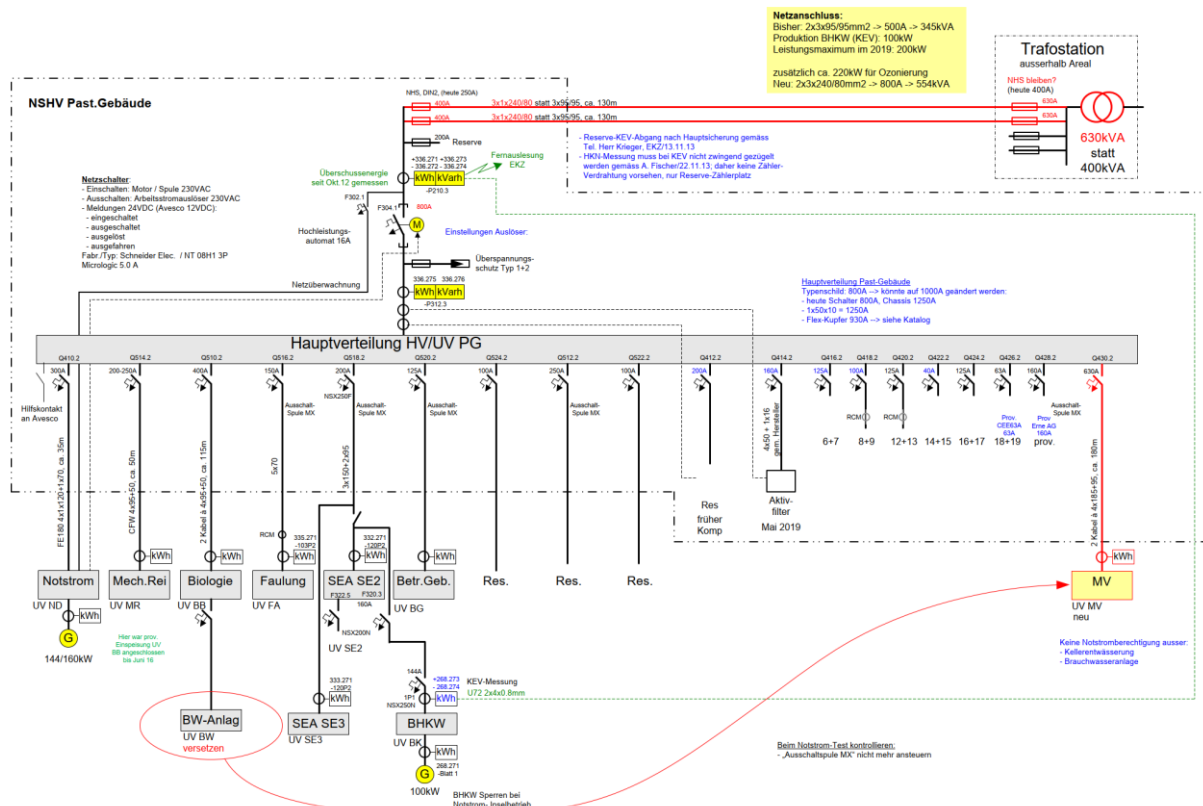


Abbildung 11: Konzept Energieverteilung

10.3 Trafostation

Die bestehende Transformatorenstation ausserhalb des ARA-Areals beim Eingangstor ist im Besitze des Elektrizitätswerkes EKZ. Der Trafo hat eine Leistung von 400kVA und speist nebst der ARA noch weitere Bezüger.

Die bestehende Zuleitung (2 Kabel à 3x95/95mm²) zur Hauptverteilung ist für eine Leistung von 345 kVA ausgelegt. Die maximal bezogene ¼h-Leistung beträgt heute ca. 191.5 kW (beurteilte Daten von April 20 bis April 21).

Zusätzlicher Energiebedarf der ARA Birmensdorf für die neue Verfahrensstufe:

Hauptverbraucher der neuen EMV-Stufe ist die Ozonerzeugung und die nachgeschaltete Filtration. Bei der Ozonerzeugung ist von einer Leistung von ca. 50 kW auszugehen. Die gleichzeitig bezogene Leistung der Filtration beträgt ca. 155 kW. Mit den Nebenbetrieben (Kellerentwässerung, Brauchwasser-Anlage, Licht + Steckdosen) ergibt sich eine Erhöhung der Gesamt-ARA-Leistung von maximal 220kW. Die maximale Leistung der ARA beträgt somit neu ca. 420kW.

Im Rahmen des Vor- und Bauprojektes wurde geprüft, ob es sinnvoll wäre, die Trafostation näher an die ARA zu verlegen. Mit der oben definierten Bezugsleistung hat das zuständige EW (EKZ) entschieden, dass der Standort der Trafostation nicht versetzt wird. Folgende Massnahmen sind vorgesehen:

- Transformator 400 kVA ersetzen durch 630 kVA.
- Die 2 Zuleitungskabel je 3x95/95mm² ersetzen mit 2 Kabelsysteme 3x(1x240/80mm²).

- Mit der Leistungserhöhung können maximal 554 kVA bezogen werden, entspricht ca. 500kW.
- Der Rohrblock kann weiterverwendet werden. Eventuell ist die punktuelle Freilegung der Kabelschutzrohre für den Kabelzug notwendig (Kosten bei HBT).

Der Umbau sollte aus jetziger Sicht bei Trockenwetter ohne längere Betriebsunterbrüche möglich sein.

- Beim Kabelersatz sind zwei Kabelschutzrohre von der Trafostation zur NSHV vorhanden, welche nacheinander ausgetauscht werden können.
- Bei den Anpassungen am Schaltschrank NSHV kann das Notstrom-Aggregat den Netzausfall überbrücken.

10.4 Niederspannungs-Hauptverteilung

Die Niederspannungs-Hauptverteilung (NSHV) aus dem Jahre 2014 ist in einem guten Zustand und kann weiterverwendet werden. Allenfalls ist die flexible Kupferverbindung vom Feld 1-3 zu verstärken (Flex-Kupfer). Das Feld 4 wird mit einem Leistungsabgang für die neue UV MV erweitert. Das bestehende Kabeltrasse für die neue Zuleitung EMV-Gebäude kann mitverwendet werden. Dazu werden spezielle Leistungskabel (CFW Power-Cable) verwendet.

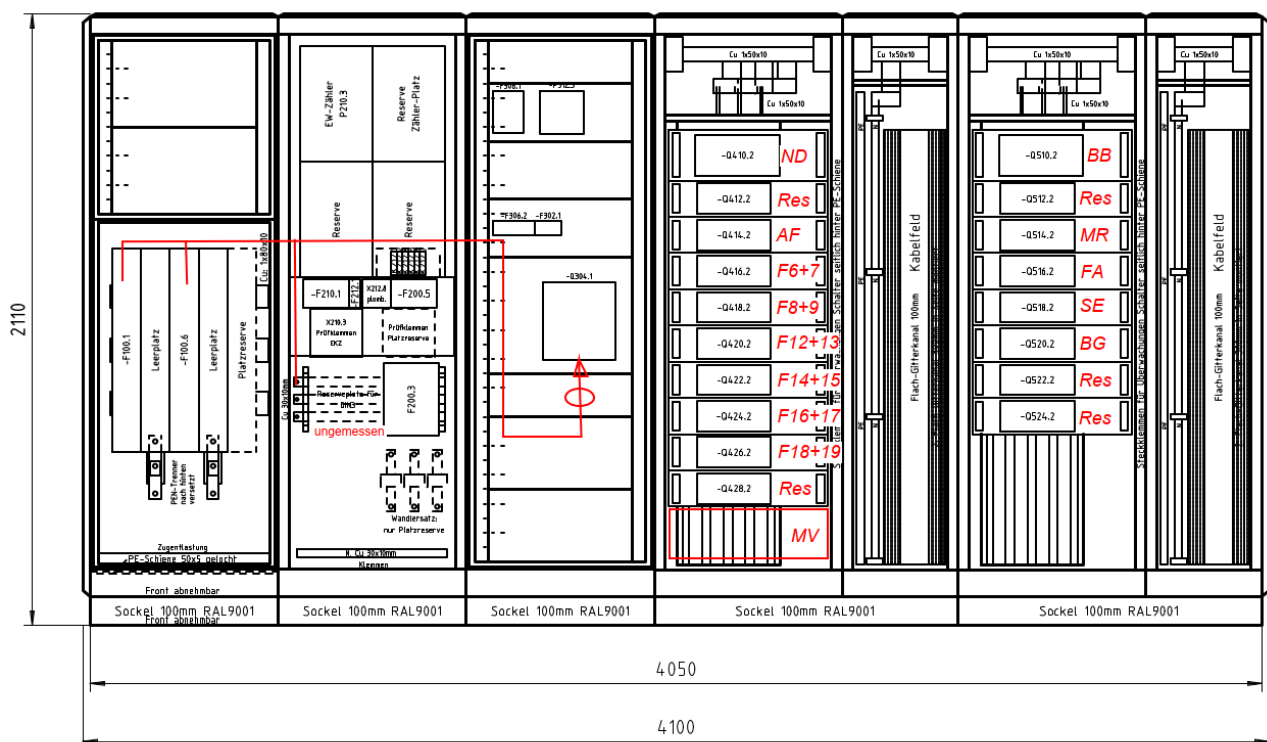


Abbildung 12: Niederspannungs-Hauptverteilung mit Abgang für neue UV MV.

10.5 Notstromkonzept

Das bestehende Diesel-Notstromaggregat verfügt über eine Leistung von 160kW und ist im EG des Pasteurisierung-Gebäudes (nachfolgend PG) angeordnet.

Wie im Störfallkonzept HBT vom 27.08.2020 beschrieben, wird die mechanische und biologische Reinigung auf eine Abwasser-Strasse beschränkt. Die Freigabe der Antriebe erfolgt über die Prioritätenschaltung am Prozessleitsystem.

Die ganze EMV-Stufe hat keine Notstromberechtigung, ausser für:

- Brauchwasseranlage
- Kellerentwässerung
- Beleuchtung und Steckdosen
- Steuerung und Überwachung

10.6 SPS/PLS-Automatisierung, Leittechnik-Konzept

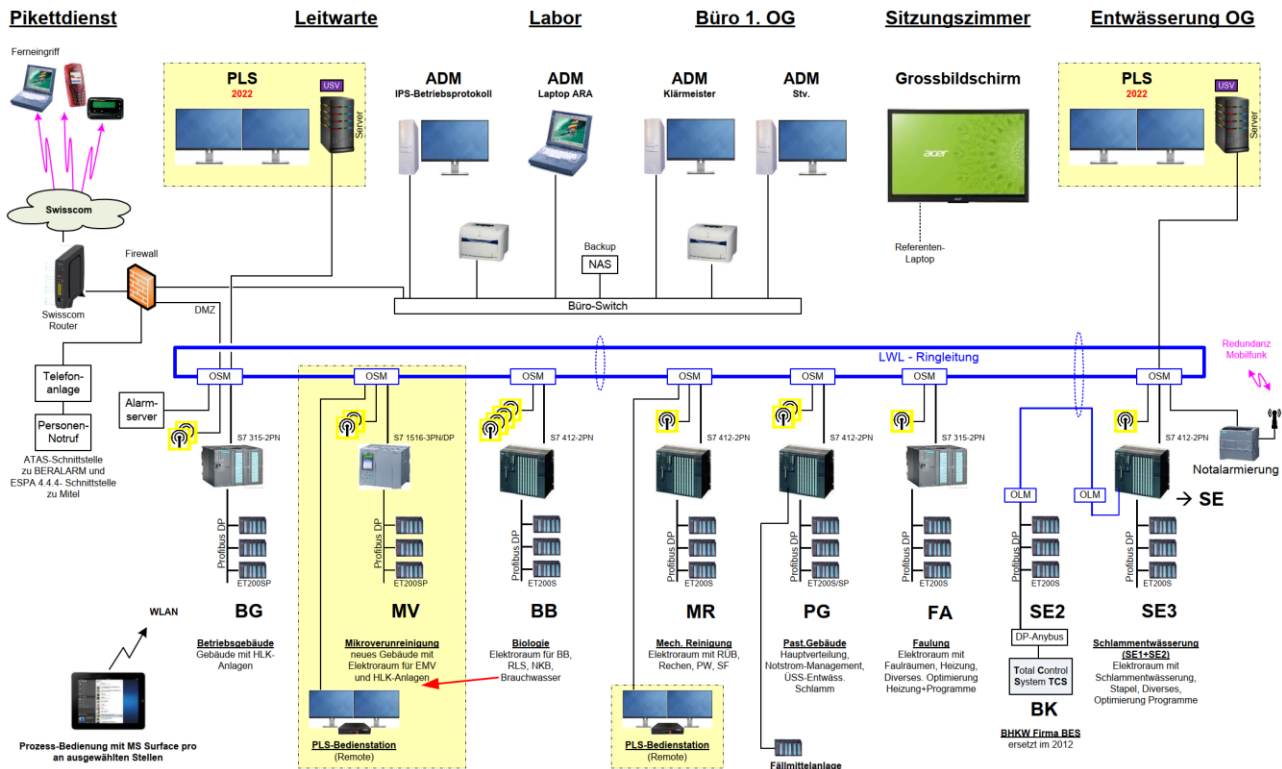


Abbildung 13: SPS/PLS Konzept

Die Automation der neuen Verfahrensstufe EMV erfolgt über eine zusätzliche speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) in der UV MV. Die bestehende SPS in der UV PG ist für den Ersatz der Druckluftanlage anzupassen und zu erweitern.

Das SPS/PLS-Konzept wurde anlässlich der Ausbau-Etappe 1-3 neu ausgelegt und kann für die EMV-Stufe erweitert werden. Die EMV-Verfahrensstufe wird mit einer SPS der neuesten Hardware-Generation (S7-1500) ausgerüstet.

Für die EMV-Stufe ist eine zusätzliche PLS-Bedienstation in der UV MV vorgesehen.

Es sind nur die 2 PLS-Server in der Leitwarte und der UV SE3 und die Alarmierung und Telefonanlage mittels unterbrechungsfreier Notstromversorgungen (USV) gestützt. Die PLS-Bedienstation in UV MV und UV MR werden nicht gestützt. Nach Netzzurückkehr starten die Steuerung selbstständig.

10.7 Betriebsprotokoll / Alarmierung

Das Protokollierungs- und Alarmierungssystem ist auf der ARA Birmensdorf bestehend und ist mit der neuen EMV-Anlage zu ergänzen.

10.8 Messtechnik

Grundsätzlich werden für die Messtechniksignale normierte Stromsignale 4..20mA auf dezentrale Peripheriemodule vorgesehen. Messsignale, welche vom Aussenbereich eingeführt werden, sind schaltschrankseitig mit geeigneten Überspannungsschutz-Ableiter oder galvanischen Trennungen auszurüsten.

Die Lieferung und Montage der messtechnischen Ausrüstung erfolgt durch die Verfahrensausrüster. Das betrifft innerhalb der Ozonerzeugung und der Filtration sämtliche Messgeräte. Aus Garantiegründen ist dies zwingend notwendig.

Vorgaben betreffend Gerätetypen, Einbausystem, Signalformen etc. werden in Absprache mit Systemlieferanten, ARA, HBT und Prolewa getroffen.

Die Einbindung der bauseitigen Lieferungen wird in die EMSRL-Technik und das übergeordnete Prozessleitsystem integriert.

10.9 Stelltechnik

Frequenzumrichter für regulierte Motoren kommunizieren über Profibus DP mit der Steuerung, wie im heutigen Konzept.

Die Bedienung der bauseitigen Elektroschieber muss anlässlich der Ausführungsplanung definiert werden.

10.10 Schaltschränke



Abbildung 14: Grundrissdisposition UV MV

Der Qualitätsstandard für die neue Verteilung UV MV soll den heutigen Unterverteilungen BB, MR und BG entsprechen (Doppelfelder-Aufbau, 60mm-Sammelschienensystem, möglichst gleiche Materialwahl, etc.)

Die neuen Motoren, Messgeräte und Ventile werden hauptsächlich direkt ab der UV MV erschlossen. Ozongenerator, Brauchwasseranlage und Brauchwasserfilter verfügen über eine eigene Steuerung mit Signalaustausch zum Leitsystem.

Die Messumformer der bauseitigen Messtechnik werden in den neuen Schaltschrankfeldern eingebaut.

Frequenzumformer zur Drehzahlregelung der Motoren werden dezentral in der Nähe des Aggregates in der Schutzart IP55 platziert.

Pneumatikventile sind im Schaltschrank UV MV integriert (es sind keine Pneumatikventilkästen vorgesehen).

Die bestehenden Unterverteilungen PG und BB sind an die neue Situation anzupassen. Die Brauchwasseranlage wird vom Leitungsgang in das EMV-Gebäude gezügelt. Der Druckluftkompressor 2 wird altershalber ersetzt.

10.11 Elektroinstallationen

Allgemein

Für die elektrische Installation wird ausschliesslich Material in korrosionsbeständiger und halogenfreier Ausführung eingesetzt. Im Aussenbereich ist UV-beständiges Material zu verwenden, respektive zusätzliche Schutzmassnahmen zu ergreifen, z.B. Kabelschutz mit Ummantelungen.

Generell werden A2-Schrauben für die Elektroinstallationen vorgegeben (im Unterwasserbereich A4)

Die kombinierten Sicherheits- und Revisionsschalter mit Aderschlusskonzept gemäss SUVA werden möglichst nahe bei den betreffenden Antrieben montiert.

Schalter und Steckdosen werden in der Ausführungsart «Nass» vorgesehen. Beleuchtungseinrichtungen werden mit LED ausgeführt.

Im EMV-Gebäude sind keine EX-Zonen definiert.

Das bestehende Beschilderungskonzept auf der ARA wird wie bisher umgesetzt.

Leistungskabel ab Frequenzumrichter sind abgeschirmt auszuführen, Abschirmungen sind grossflächig auf Erde zu legen.

Erder

Fundamenterdungen und Potentialausgleiche erfolgen gemäss den einschlägigen Vorschriften. Bei speziellen Einrichtungen wie der Flüssigsauerstofftank (LOX) wird den Vorgaben der Lieferanten Rechnung getragen betreffend Blitz- und Überspannungsschutzeinrichtungen.

Es ist ein Fundamenterder in der neuen Bodenplatte vorgesehen. Es ist ein zusätzlicher Cu-Ring im Erdreich erforderlich, da das Fundament isoliert wird. Zusätzlich wird das bestehende Erdungssystem der angrenzenden Gebäude mit einbezogen und zusätzlich angeschlossen. Metallene Gegenstände werden gemäss den aktuellen Normen mit einem Schutzpotentialausgleich verbunden.

Beim LOX-Tank sind erfahrungsgemäss 2-3 Fangleitungen mit entsprechenden Anschlüssen erforderlich. Die Blitzschutzanlage wird gemäss den behördlichen Vorschriften erstellt. Der Blitzschutz am LOX-Tank selbst liegt im Lieferumfang des Ausrüsters.

Beleuchtung

Leuchten gemäss den allgemeinen Vorgaben und Raumbuch ARA Birmensdorf. Die Beleuchtung im Ozonreaktor ist zusammen mit dem Ausrüster zu definieren. Eine Beleuchtung unterhalb des Gitterrostes im Schlammwasserbecken wird von der ARA gewünscht und muss bei der Ausführung auf Machbarkeit beurteilt werden.

Das heutige Konzept der Sicherheits- und Fluchtwegbeleuchtung der ARA wird für das EMV-Gebäude angewendet und weitergeführt, d.h. es sind Einzel-Akku-Leuchten vorgesehen. Zusätzlich sind 6 Akku-Handleuchten vorgesehen, mit dem Vorteil, dass die Leuchten auch als Arbeitsleuchte eingesetzt werden können.

Über den Eingängen zum EMV-Gebäude ist die Wegbeleuchtung gemäss heutigem Konzept mit LED-Strahlern vorgesehen. Zusätzlich ist ein LED-Strahler bei der Annahme LOX-Tank mit separatem Schalter sinnvoll. Auf dem Flachdach des EMV-Gebäudes und auf dem LOX-Tank ist keine Beleuchtung vorgesehen.

Steckdosen

Alle Steckdosenkästen werden im EMV-Gebäude mit allstromsensitiven Fehlerstromschutzschaltern ausgerüstet. An ausgewählten Standorten sind Steckdosen für einfache Anwendungen in Ausführung CEE16 und T25 vorgesehen.

10.12 Überwachungsanlagen

Telefonanlage

Die bestehende Telefonanlage wird mit den Sendern (DECT Systembase) für das neue EMV-Gebäude erweitert. Die Personenüberwachung für „allein arbeitende Personen“ wird im System «Beralarm» erweitert.

Für die vollständige Funkabdeckung sind diverse Sender in den Leitungsgängen, Räumen und im Aussenbereich erforderlich. Anzahl und Standorte der Sender werden vor der Ausführung aufgrund von Funkmessungen definiert.

WLAN

Im UG vom EMV-Gebäude wird ein WLAN-Netz eingerichtet, damit das Arbeiten mit dem Tablet möglich ist. Im EG ist kein WLAN-Netz vorgesehen, da eine PLS-Bedienstation vorgesehen ist.

Brandmeldeanlage

Der Kanton Zürich macht für Kläranlagen bislang keine Auflagen für eine Brandmeldeanlage. Im KV ist daher keine vollständige Anlage vorgesehen.

Auf freiwilliger Basis werden im Elektroraum UV MV Einzel-Brandmelder vorgesehen. Es handelt sich dabei um keine zertifizierte Anlage, sodass die Alarme nicht direkt an die Feuerwehr gemeldet werden dürfen. Die Meldungen werden wie technische Alarme an den Pikettdienst weitergemeldet.

Gaswarnanlage

Für die neue Verfahrensstufe ist keine Gaswarnanlage vorgesehen.

10.13 Provisorien

Es wird angestrebt, das Projekt mit möglichst wenig Provisorien umzusetzen.

11 HLKS-Konzept

11.1 Heizung

Alle neuen Räume gelten hinsichtlich Wärmeschutzvorschriften als sogenannt „unbeheizt“ (Raumlufttemperatur < 10°C). Die Räume werden auf Frostsicherung (+8°C) ausgelegt.

Die erforderliche Wärme zur Frostsicherung wird über die Lüftungsanlage in die Räume eingebracht (Nacherwärmung der Aussenluft nach der WRG im Monoblock). Bei der Produktion von Ozon über den oder die Ozoneerzeuger wird eine grosse Menge an Abwärme produziert, die über ein Kühlsystem weggeführt werden muss (siehe auch Kapitel 11.3 Klima / Kälte). Diese Wärme kann bei kalten Aussentemperaturen für die Frostsicherung der Räume genutzt werden.

In der UV MV und im Ozonraum wird im Normalbetrieb Abstrahlungswärme produziert, welche zur Vermeidung einer Überhitzung über die Lüftungsanlage abgeführt wird (siehe auch Kapitel

11.2 Lüftung). Die Frequenzumformer (FU) von drehzahlregulierten Aggregaten (Beschickungspumpen, Spülwasserpumpen, Brauchwasserpumpen, etc.) werden direkt in den jeweiligen Räumen an der Wand installiert. Die Wärme, die durch die FU produziert wird, wird daher direkt in die jeweiligen Räume abgegeben.

Die von den verschiedenen Quellen in die Räume abgestrahlte Wärme trägt somit einen kleinen Beitrag zur Frostsicherung bei.

11.2 Lüftung

11.2.1 Mechanische Lüftung Räume

Die Räume im EMV-Gebäude werden auf +8°C (Frostsicherung) ausgelegt. Die erforderliche Wärme zur Frostsicherung wird über die Lüftungsanlage in die Räume eingebracht.

Die Lüftungsanlage im EMV-Gebäude hat folgende Funktionen:

- Einbringung erforderliche Wärme für Frostsicherung (+8°C)
- Verbesserung Luftqualität für punktuellen Aufenthalt Betriebspersonal
- Abführung Abstrahlungswärme aus Räumen UV MV (Elektorraum, Luftzuführung in Doppelboden) und Ozonraum, die Temperatur in den Räumen wird überwacht und für die Lüftungsregelung genutzt
- Sturmlüftung Ozonraum im Havariefall (10-facher Luftwechsel)
- Überwachung der Feuchte in der UV MV zur Verhinderung von Kondenswasserbildung an den Wänden (bei starken Temperaturunterschieden zwischen Aussenluft und Wänden im Gebäude)

Die Lüftungsanlagen (Monoblöcke) werden im HLKS Raum installiert und nach folgenden Grundsätzen realisiert:

- Volumenstrom konstant; Luftmenge nominal 3'000 m³/h - Luftmenge Havarie 2'600 m³/h (Sturmlüftung Ozonraum)
 - Freiläufer-Ventilatoren mit Strömungsüberwachung via Volumenstrommessung.
 - Luftwechsel in Räumen:
 - Ozonraum: Normal: 5-fach pro Stunde, Havarie: 10-fach pro Stunde
 - UV MV: ca. 4-fach pro Stunde (Abführung Wärme über Lüftung)
 - WC: ca. 8 – 10-fach pro Stunde (min. 40 m³/h)
 - Restliche Räume: 0.5-fach pro Stunde
 - Zuluft via Lüftungsgitter ausblasend
 - Abluft via Lüftungsgitter absaugend
 - Leitungsnetz in verzinkten Stahlrohren
 - Dämmungen gemäss den Energievorschriften der MuKE.
 - Aussenluftfassung über Dach; Platz für Schalldämpfer vorgesehen
 - Fortluft über Dach ausblasen; Platz für Schalldämpfer vorgesehen
 - Lufterhitzer für Zulufterwärmung eingebaut
 - Wärmerückgewinnung (WRG) via Plattenwärmetauscher
-

- Aussenluft und Abluft gefiltert; Platzreserve für Aktivkohle-Filter für allfällige Nachrüstung vorgesehen
- Brandschutzklappen zu folgenden Räumen vorgesehen:
 - HLKS Raum
 - Ozonraum
 - UV MV (Elektorraum)

11.2.2 Havariefall Ozonraum

Bei einem Austritt von Ozongas im Ozonraum (Detektion über Raumluftüberwachung) wird die Luftwechselrate im Raum von 5- auf 10-mal pro Stunde erhöht, um das Ozongas schnell aus dem Raum zu spülen. Bei einem solchen Havariefall werden die anderen Räume vom Netz getrennt und vorübergehend nicht mehr belüftet. Dazu werden die Lüftungsklappen zu den Räumen geschlossen und die Luftklappe zum Ozonraum für die entsprechende Luftmenge geöffnet. Da der Ozonraum je nach Betriebsfall mit unterschiedliche Luftmengen belüftet wird, werden die Lüftungsklappen von und zum Ozonraum mit automatisierten, variablen Volumenstromreglern ausgerüstet.

11.2.3 Zuluft Spülluftgebläse

Die beiden Spülluftgebläse für die Spülung der Filterzellen werden im Vorraum EG des EMV-Gebäudes aufgestellt. Die Gebläse sind im Normalbetrieb täglich während einer kurzen Zeit in Betrieb. Die angesogene Luftmenge der Gebläse ist im Vergleich zu den Luftmengen der Raumlüftung relativ hoch. Die Zuluft zu den Gebläsen wird direkt vom Freien durch eine Fassadenöffnung angesogen und über Rohrleitungen zu den Gebläsen geführt (Direktansaugung). Dadurch kann verhindert werden, dass im Gebäudeinnern starke Unterdruckverhältnisse entstehen resp. die Raumlüftungsanlagen nicht überdimensioniert werden müssen. Die nach Aussen geführte Rohrleitung wird im Gebäude isoliert und mit einem mechanisch wirkenden Verschluss (z.B. Thermosiphon) versehen.

11.2.4 Natürliche Lüftung Filterzellen und Schlammwasserbecken

Die wassergefüllten Filterzellen und das Schlammwasserbecken werden natürlich gelüftet. Durch Lüftungsöffnungen (Wetterschutzgitter in der Fassade) in den Nord-West- und Süd-West-Fassaden wird eine natürliche Querlüftung erzeugt.

11.2.5 Natürliche Lüftung bestehender Werkleitungsgang

Der bestehende Werkleitungsgang endet heute im Bereich der Nachklärbecken / Brauchwasseranlage. Der Leitungsgang wird heute natürlich über zwei Lüftungsöffnungen am Anfang und Ende des Gangs gelüftet. Dieses Konzept wird auch zukünftig beibehalten.

Der Treppenaufgang mit Wendeltreppe am Ende des heutigen Leitungsgangs muss bei der Realisierung des neuen Gebäudes rückgebaut werden. Die FOL-Öffnung des Leitungsgangs, die heute über den Treppenaufgang geführt wird, muss deshalb versetzt werden. Vom Leitungsgang wird ein Lüftungskanal über das UG des neuen Gebäudes ins EG geführt. Die FOL-Öffnung wird seitlich im Bereich des Zugangstors aus der Fassade geführt.

11.3 Klima / Kälte

Die von den Ozonerzeuger produzierte Wärme muss über einen Kühlkreislauf abgeführt werden. Die Ozonerzeuger können mit Kühlwassereintrittstemperaturen von maximal ca. 26°C betrieben werden. Die Wärme wird über einen Plattenwärmetauscher abgegeben. Dieser Kühlkreislauf inkl. Wärmetauscher ("WT Ozon") wird durch den Lieferanten der Ozonerzeuger ausgelegt und geliefert.

Die Temperatur des Brauchwassers steigt auch im Sommer nur selten auf über 20°C an. Dies lässt eine Kühlung über das Brauchwassernetz zu. Da im Brauchwasser trotz Sandfiltration und Rückspülfilter nach den Brauchwasserpumpen (siehe auch Kapitel 11.4 Sanitär) noch Verunreinigungen vorhanden sind, wird das Brauchwasser nicht direkt auf den Wärmetauscher der Ozonerzeuger, sondern über einen separaten Wärmetauscher ("WT BRW") geführt. Das Brauchwasser für den Kühlkreislaufvorlauf wird über die Brauchwasseranlage aus dem Spülwasserbecken entnommen. Das erwärmte Brauchwasser im Rücklauf wird in das Spülwasserbecken zurückgeführt. Das erwärmte Wasser mischt sich im Spülwasserbecken wieder mit dem Ablauf der Sandfiltration. Der erwärmte Volumenstrom ist im Vergleich zum gesamten Ablauf der Sandfiltration relativ gering, wodurch nur eine geringe Erwärmung des Ablaufs in die Reppisch erfolgt.

Der erwärmte Rücklauf aus dem "WT Ozon" wird im Winter für die Frostsicherung (Nacherwärmung der Aussenluft über Lufterhitzer nach der WRG im Monoblock) genutzt. Das Konzept der Kühlung und Abwärmenutzung ist im Prinzipschema in Abbildung 15 dargestellt.

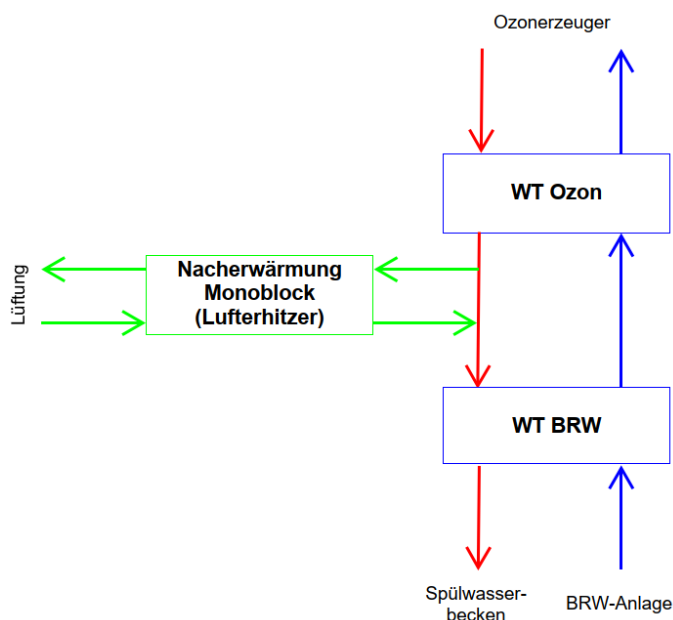


Abbildung 15: Prinzipschema Kühlung und Abwärmenutzung Ozongeneratoren.

11.4 Sanitäranlagen

Das neue MV-Gebäude wird mit Druckluft, Trinkwasser und Brauchwasser ab den bestehenden Systemen auf der ARA versorgt.

Die Brauchwasseranlage wird vom heutigen Standort im Leitungsgang ins UG des MV-Gebäudes umgestellt. Durch den erhöhten Verbrauch des Brauchwassers für die EMV Anlage wird die Leistung der Anlage entsprechend angepasst. Die Brauchwasseranlage bezieht das Wasser neu aus dem Spülwasserbecken der Filtration, womit die Wasserqualität gegenüber heute verbessert wird. Für Redundanzzwecke muss es auch weiterhin möglich sein, das Brauchwasser ab den heutigen Auslaufschächten beziehen zu können. Dazu wird eine Saugleitung vom UG des MV-Gebäudes zu den heutigen Ablaufschächten erstellt. Im gesamten EMV Gebäude sind Brauchwasserhydranten verteilt vorgesehen.

Ebenfalls umgestellt wird die Pumpe für die Fernwärmenutzung durch das Kasernenareal. Der Anschluss ins Erdreich bleibt derselbe im Leitungsgang. Die Kosten für die Umstellung dieser Pumpe werden gemäss Vertragsbedingungen durch den Waffenplatz getragen.

Die Entwässerungsleitungen werden unter der Bodenplatte erstellt und in einem zentralen Pumpensumpf für die Kellerentwässerung zusammengeführt. Mit zwei festinstallierten redundanten Pumpen wird das Abwasser über den Leitungsgang zum ARA-Zulauf gefördert.

Eine WC-Anlage ist im EG des neuen EMV Gebäudes vorgesehen. Der Fäkalwassertank und –pumpe kommen im UG des Gebäudes zu stehen und werden zusammen mit dem Wasser aus der Kellerentwässerung zurück in den Zulauf zur ARA geführt.

Die Dachentwässerung wird direkt in den Auslaufkanal der ARA geleitet.

12 Weitere Konzepte und projektrelevante Aspekte

12.1 Ex-Schutzkonzept

Im neuen EMV Gebäude gibt es keine Ex-Zonen, womit ein Ex-Schutzkonzept nicht benötigt wird.

12.2 Nachbarschaft

Der Waffenplatz als Eigentümer der Talstrasse und des Werkhofs, ist der einzige direkte Nachbar der Kläranlage. Mit dem Waffenplatz sind Absprachen bezüglich der Zufahrt und der Beschilderung während der Bauphase, der Zustandsaufnahme der Talstrasse vor Baubeginn und falls nötig eine Vereinbarung bezüglich der Rückverankerung der Rühlwand vorzunehmen.

12.3 Durchleitungsrechte

Es sind voraussichtlich keine Durchleitungsrechte für dieses Projekt einzuholen, da alle baulichen Massnahmen innerhalb des heutigen ARA-Areals ausgeführt werden.

12.4 Umweltaspekte

Die Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung vom 19. Oktober 1988 legt fest, welche Anlagen bei einem Neubau oder bei einer Änderung einer bestehenden Anlage einer Umweltverträglichkeitsprüfung unterstehen. Gemäss der Verordnung (UVPV) ist das vorliegende Bauvorhaben (ARA > 20'000 Einwohnergleichwerte) UVP-pflichtig.

Der Umweltverträglichkeitsbericht ist als separates Dokument aus den Grundlagen [20] zu entnehmen.

12.5 Konformitätserklärung / Risikoanalyse

Mit der Konformitätserklärung bestätigt der Hersteller, dass er seine Maschinen und Anlagen gemäss Stand der Technik konstruiert, baut sowie die Vorgaben der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG korrekt umgesetzt und die ergriffenen Schutzmassnahmen dokumentiert hat. Die Risikoanalyse ist Teil der Konformitätserklärung. Die Konformitätserklärung der bestehenden Anlage soll auf die neue MV Anlage erweitert werden.

Folgende Punkte sind zu berücksichtigen:

Übergeordnete Massnahmen

- Es sind nur konforme Aggregate einzusetzen.
- Mittels einer Risikoanalyse werden die Schnittstellen zwischen den Aggregaten geprüft.

- Durch die Schulung des Betriebspersonals auf die neuen Anforderungen wird sowohl die Personensicherheit als auch die Betriebssicherheit erhöht.

Mechanische Gefahren

- Die Zugänge zu den Becken sind möglichst ergonomisch und mit genügender Höhe auszuführen.
- Der Schutz vor bewegten Teilen von Aggregaten (Pumpen, Ventilatoren, etc.) ist mit entsprechenden Abdeckungen zu gewährleisten.
- Das plötzliche Anlaufen von Aggregaten während Unterhaltsarbeiten wird mittels SUVA-Schalter und Schlosssicherung verhindert.

Sturzgefahr

- Das Dach ist sicher über eine Aussentreppe mit entsprechenden Absturzsicherungen zugänglich. Das Dach ist über eine umlaufende, erhöhte Fassade als Absturzsicherung (Geländer) gesichert.
- Montageöffnungen sind z.B. durch klappbare Geländer vor Absturzgefahr zu sichern. Dies betrifft das Bodentor im BG im Erdgeschoss. Die Zugänge zur Ozonung und den Filterzellen über das Dach werden selten geöffnet. Entsprechende Absturzsicherungen sind vorzusehen.
- Zusätzlich sind Geländer, z.B. Zugangssteg für die Mannlöcher in den Polsterraum, mit Fussleiste auszurüsten, um sich darunter aufhaltende Personen vor herabstürzenden Gegenständen zu schützen.
- Die Einstiegsmöglichkeiten für die Filterzellen über die Montageöffnung sind (fix installiert oder mobil) sicher zu gestalten (Absturzsicherung).

Elektrische Gefahren:

- Ein Stromschlag durch den Kontakt mit spannungsführenden Teilen (Geländer, Aggregate, etc.) ist durch Erdung / Potentialausgleich zu verhindern.
- Für Personen mit Herzschrittmacher ist das Betreten des Ozonerzeugungsraum aufgrund der elektromagnetischen Felder zu verbieten (Hinweisschild).

Gesundheitsgefährdende Stoffe

- Eine Raumüberwachung auf erhöhte Ozonkonzentrationen und entsprechende Alarmierungen und Lüftungen schützen im Ozonerzeugungsraum vor Vergiftungsgefahr.
- Ein mobiles Analysegerät schützt bei Arbeiten im Ozonreaktor vor Vergiftungsgefahr.

Brand- und Explosionsgefahren

- Eine Raumüberwachung auf erhöhte Sauerstoffkonzentrationen und entsprechende Alarmierungen und Lüftungen schützen vor Explosionsgefahr durch Leckagen im Sauerstofftank und von sauerstoffführenden Leitungen.
- Feuer- und Rauchverbote im ganzen Gebäude sind entsprechend zu beschildern.
- Eine sichere Konstruktion des Bereichs des Sauerstofftanks beinhaltet unter anderem einen Betonboden (statt Asphaltboden) sowie der Einsatz eines Anfahrsschutz vor dem Tank.

Ertrinkungsgefahr

- Bei der Reinigung oder Entleerung des Ozonreaktors sowie der Filterzellen ist das Ertrinken bei unerwarteter Abwasserzulauf durch manuelles Schliessen (und einer Schlosssicherung) von Schieber oder Klappen im Zulauf zu verhindern.
-

- Wo nötig werden Ausstiegsleitern aus den Becken vorgesehen.

13 Investitionskosten

13.1 Kostenvoranschlag (+/- 10%)

Der Kostenvoranschlag für die Erstellung der EMV-Anlage beträgt Fr. 10.495 Mio. (+/- 10%, exkl. MwSt.). Erstinvestitionen für Anlagen zur Elimination von Mikroverunreinigungen werden zu 75% durch Bundesbeiträge finanziert, wobei unter anderem Umgebungsarbeiten, Abbrüche, Wiederinstandstellungskosten, Provisorien, etc. nicht beitragsberechtigt sind.

Von den Fr. 10.495 Mio. werden damit Kosten in der Grössenordnung von 70% durch den Bund getragen. Eine definitive Zusicherung der Bundesbeiträge wird nach der Kreditgenehmigung erteilt.

Tabelle 14: Kostenvoranschlag mit +/- 10%.

BKP-Nr.	Arbeitsgattung	Bauprojekt KV (exkl. MwSt.)
1	Vorbereitungsarbeiten	1'290'000.00
2	Bau / Gebäude (Rohbau)	2'691'500.00
20	Baugrube / Erdarbeiten	400'000.00
21	Rohbau 1 (Hochbau)	1'997'500.00
22	Rohbau 2	294'000.00
2	Innenausbau Gebäude (exkl. HLKS, EMSRL)	378'500.00
4	Umgebungsarbeiten / Tiefbau	440'000.00
5	Technische Arbeiten, Nebenkosten	1'755'000.00
6	Verfahrenstechnik / Ausrüstung	1'875'000.00
24/25	HLKS-Technik	463'000.00
23	EMSRL-Technik / Stromversorgung	1'102'000.00
9	Unvorhergesehenes	500'000.00
	Total (+/- 10%)	10'495'000.00

14 Betriebskosten

Effektive Betriebskosten vor Umbau darstellen.

Betriebskosten

Die jährlichen Betriebskosten für die EMV-Stufe werden auf rund CHF 235'000.- geschätzt.

Kapitalfolgekosten

Die Kapitalfolgekosten wurden zur Sicherheit mit einem höheren, geschätzten Investitionskostenanteil vom Verband von Fr. 3.8 Mio. und den folgenden Zahlen berechnet:

- Zinssatz: 1 %
- Abschreibungsdauer: 33 Jahre (mittlerer Ansatz gemäss VSA)
- Damit ergeben sich jährliche Kapitalfolgekosten von CHF 135'000.-

Jahreskosten

Die Jahreskosten, bestehend aus Betriebs- und Investitionskosten, betragen CHF 370'000.- pro Jahr. Unter Anwendung des Kostenteilers gemäss Budget 2022 werden die jährlichen Kosten pro Gemeinde gemäss Tabelle 1 geschätzt. Die heutigen Bundesbeiträge von CHF. 9.- pro Einwohner und Jahr (ca. Fr. 250'000.-/a) entfallen durch die Erweiterung der Kläranlage mit einer MV-Stufe ab voraussichtlich 2025.

Tabelle 15: Jahreskosten EMV-Stufe, nach Gemeinde.

	Kostenteiler gemäss Budget 2022	Jahreskosten EMV Stufe (gerundet)	Einsparung Bundesbeitrag (Grobschätzung)
Aesch	4.61 %	CHF 17'000.-	-CHF 12'000.-
Birmensdorf	24.24 %	CHF 90'000.-	-CHF 61'000.-
Bonstetten	15.82 %	CHF 59'000.-	-CHF 39'000.-
Stallikon	15.71 %	CHF 58'000.-	-CHF 39'000.-
Uitikon	22.53 %	CHF 83'000.-	-CHF 56'000.-
Wettswil	17.09 %	CHF 63'000.-	-CHF 43'000.-
Summe	100 %	CHF 370'000.-	-CHF 250'000.-

15 Bauetappen

Der laufende ARA-Betrieb soll so wenig wie möglich vom Umbau gestört werden. Der Bauinstallationsplatz ist westlich von der neuen MV Anlage, also zwischen dem Biotop und dem neuen Gebäude, vorgesehen. Nachfolgend sind die Bauphasen entsprechen den Markierungen in Abbildung 16 beschrieben.

Vorbereitungsarbeiten (blau markiert)

- Provisorium für die Entlastungsleitung Regenbecken erstellen
- Provisorium für den ARA-Ablauf (ab Brauchwasserschächten) erstellen
- Abbruch: Die Ablaufleitung wird im Bereich der heutigen Brauchwasserschächte bis zur Vereinigung der zukünftigen Ablaufleitung der MV Anlage aus dem Spülwasserbecken abgebrochen.

Anpassen der Anschlüsse (blau markiert)

- Erstellung der Dükerleitung
- Erstellung der Vereinigung des zukünftigen Ablaufkanals der MV Anlage und der bestehenden Ablaufleitung (inkl. Kontrollschacht)
- Erstellung der Zulaufleitungen zur neuen MV Anlage (ab Brauchwasserschacht). Die bestehenden Überfallkanten der Brauchwasserschächte (Überfall in den heutigen Ablaufkanal) werden beibehalten. Beim zukünftigen Betrieb der MV Stufe wird die heutige Ablaufleitung als Bypass der gesamten MV-Stufe (Ozonung und Filtration) genützt.
- Erweiterung des Leitungsgangs
- Inbetriebnahme der «neuen» Bypass-Leitung der gesamten MV-Stufe inkl. Düker
- Aufhebung der beiden Provisorien für die Entlastungsleitung und den Ablauf

EMV Gebäude (grün markiert)

Rohbau

- Baugrubensicherung und -aushub
- Erstellung der MV Anlage (Rohbau)

Ausbau

- Erstellung Flachdach und Fassade
- Einbau Fenster und Türen
- Innenausbau

Installation Ausrüstung

- Einbau der verfahrenstechnischen Ausrüstung
- Einbau der HLKS- und EMSR-Technik

Inbetriebnahme

- Inbetriebnahme EMV-Pumpwerk
- Inbetriebnahme Filtration
- Inbetriebnahme der Ozonung

Umgebungsarbeiten (rot gepunktet / orange)

- Aufschüttung umliegende Fläche
- Erstellung des Kieswegs
- Asphaltierung der Verkehrswege

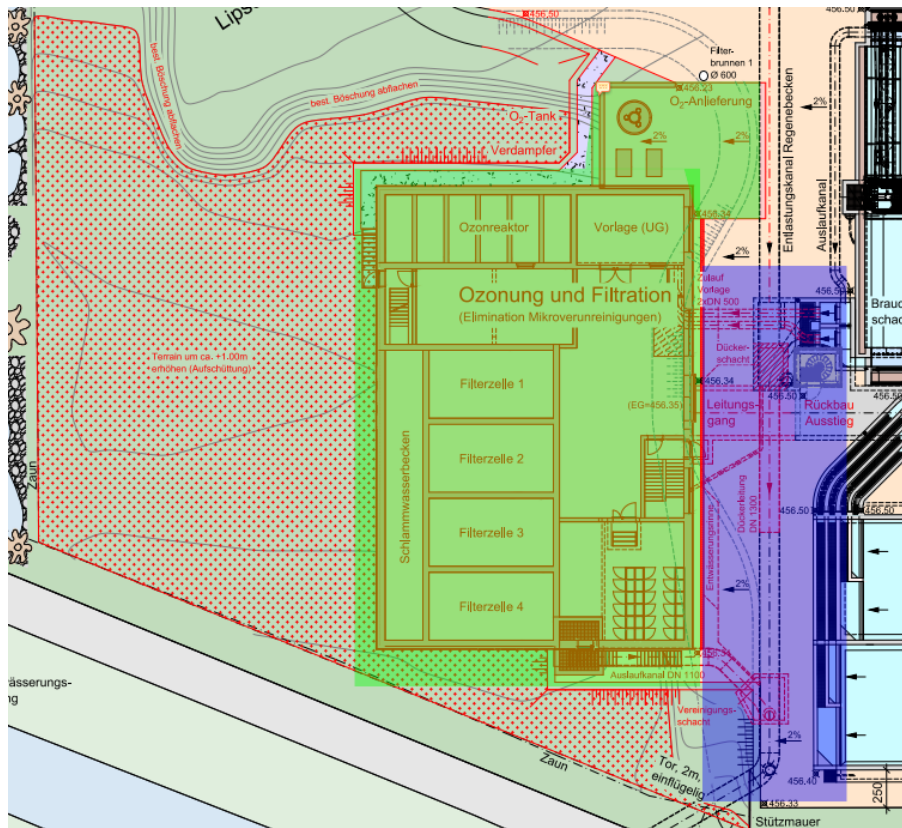


Abbildung 16: Bauetappen im Übersichtsplan.

16 Terminprogramm

16.1 Ablauf Planungs- und Bewilligungsverfahren für MV-Stufe

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) sieht ein mehrstufiges Bewilligungsverfahren vor, um die Bewilligungsfähigkeit und damit die Berechtigung für die Bundes-Abteilungen frühzeitig zu beurteilen. Die Abbildung 17 aus der Vollzugshilfe des BAFU zur Finanzierung [9] fasst den Ablauf grafisch zusammen.

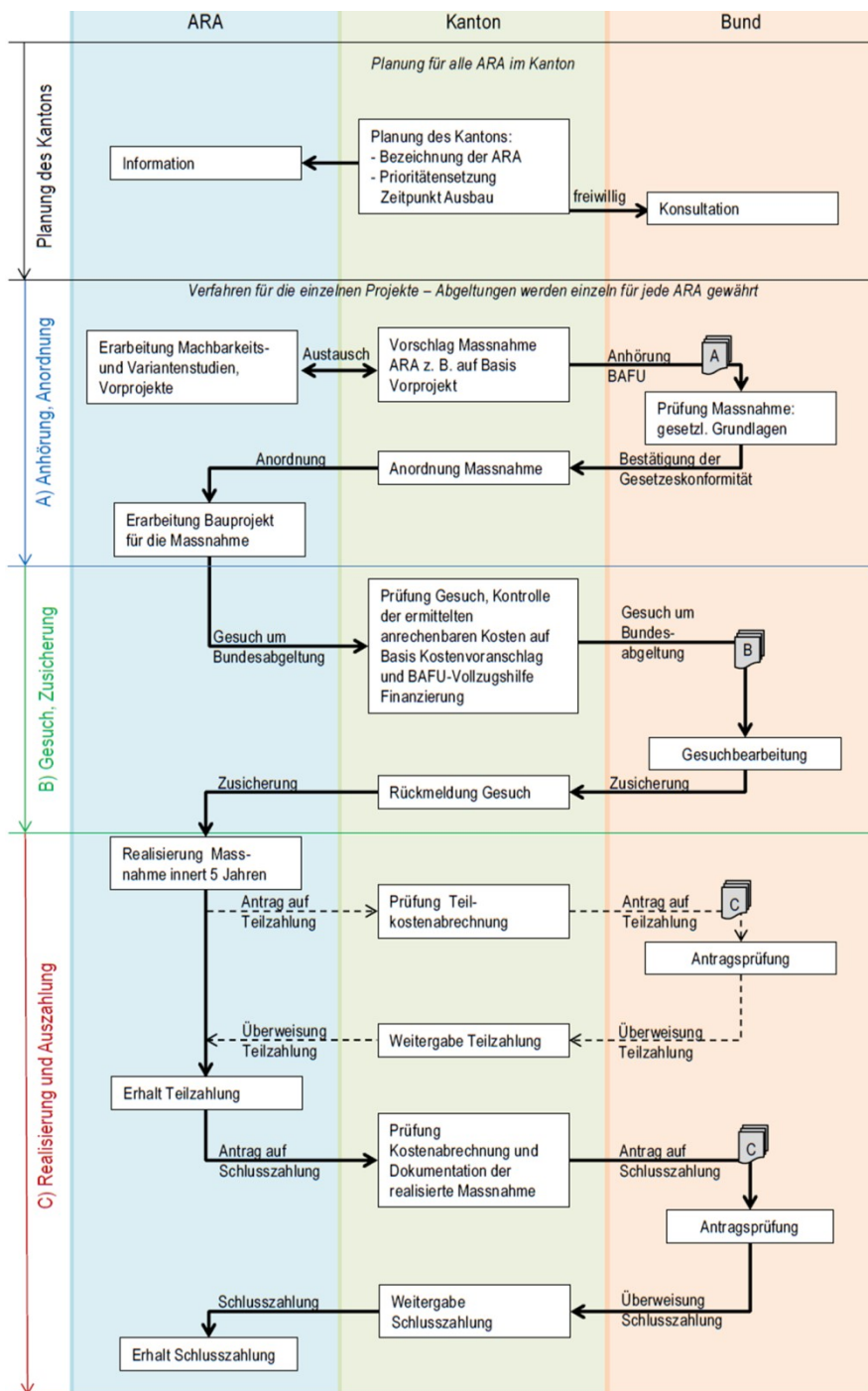


Abbildung 17: Verfahren zur Gewährung von Abgeltungen gemäss Vollzugshilfe des BAFU [9]

16.2 Grobterminprogramm

		2019				2020				2021				2022				2023				2024			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Vorprojekt	HBT																								
Genehmigung VP / Planungskredit	Verband																								
Anhörung AWEL/BAFU	AWEL																								
Submission Filtration	HBT																								
Messkampagne / Bromideinleiter	HBT																								
Bauprojekt	HBT																								
Genehmigung BP	Verband																								
Kredit-Vorlage Urne Et. 4	Gemeinden																								
Baueingabe	HBT																								
Bewilligung Kanton, BAFU	AWEL																								
Zusicherung Bundesbeiträge	BAFU																								
Submission	HBT																								
Ausführungsprojekt	HBT																								
Bauphase Rohbau	HBT																								
Bauphase Ausrüstung	HBT																								
Inbetriebnahme	HBT																								
Schlussabrechnung	HBT																								

Abbildung 18: Terminprogramm Bauprojekt EMV.

Winterthur, 05. November 2021
hst

HUNZIKERBETATECH

Hunziker Betatech AG
Pflanzschulstrasse 17
8400 Winterthur

Beilagen (separate Dokumente)

1. Detaillierter Kostenvoranschlag
2. Grundrisse und Schnitte 1:100
3. Übersichtsplan 1:250
4. R+I-Schema
5. R+I Schema Lüftung
6. Hydraulisches Längenprofil
7. Fassadenplan
8. Aqua und Gas Artikel
9. Raumbuch

