

# ARA AUMÜHLE

## VORPROJEKT AUSBAU BIOLOGIE



Luzern, 06.12.2019

**HOLINGER AG**

Alpenquai 12, CH-6005 Luzern

Telefon +41 41 368 99 20

luzern@holinger.com

<b>Version</b>	<b>Datum</b>	<b>Sachbearbeitung</b>	<b>Kontrolle</b>	<b>Verteiler</b>
Entwurf	04.11.2019	Tino Christen	Markus Flory	Projektgruppe
Entwurf 2	06.11.2019	Tino Christen	Markus Flory	Projektgruppe
V1.0	15.11.2019	Tino Christen	Markus Flory	Vorstand AV Aumühle
V1.1	06.12.2019	Tino Christen	Markus Flory	Vorstand AV Aumühle

I3948\_BE\_20191206\_Vorprojekt Biologie ARA Aumühle.docx

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>9</b>
<b>1 AUSGANGSLAGE UND AUFGABENSTELLUNG</b>	<b>11</b>
1.1 AUSGANGSLAGE	11
1.2 AUFGABENSTELLUNG	12
<b>2 GRUNDLAGEDATEN</b>	<b>13</b>
2.1 EINZUGSGEBIET	13
2.2 ENTWICKLUNGSPROGNOSE	13
2.3 ABWASSERMENGEN	15
2.3.1 Datengrundlage	15
2.3.2 Trockenwetteranfall ( $Q_{TW}$ ) und Regenwetteranfall ( $Q_{RW}$ )	15
2.3.3 Abwassertemperatur	16
2.4 FRACHTEN	17
2.4.1 Datengrundlage	17
2.4.2 IST Zustand	17
2.4.3 Dimensionierungsfracht 2045	18
2.5 DIMENSIONIERUNG	19
<b>3 RAHMENBEDINGUNGEN</b>	<b>20</b>
3.1 VORFLUTER	20
3.2 EINLEITBEDINGUNGEN	20
3.3 MASSNAHMEN IM HINBLICK AUF AUSSERORDENTLICHE EREIGNISSE	21
3.4 BAUVORSCHRIFTEN	21
3.4.1 Bauland	21
3.4.2 Zulässige Gebäudehöhen	22
3.4.3 Gefahrenkarte	22
3.5 BAUGRUND UND GRUNDWASSERSPIEGEL	23
3.5.1 Geotechnische Untersuchung	23
3.5.2 Allgemeine Geologie	23
3.5.3 Schichtverlauf / Bodenprofil	23
3.5.4 Grundwasser	24
3.5.5 Bautechnische Folgerungen	24
3.5.6 Baugrundklasse bezüglich Erdbebeneinwirkung	24
3.6 BETONTECHNISCHE UNTERSUCHUNG	25
3.6.1 Materialtechnische Zustandsuntersuchung	25
3.6.2 Massnahmenempfehlung	25
<b>4 ABKLÄRUNG ZUSAMMENSCHLUSS MIT DER ARA ROTZWINKEL</b>	<b>26</b>
<b>5 VARIANTEN</b>	<b>28</b>

5.1	BELEBTSCHLAMM VERFAHREN	28
5.1.1	Genereller Beschrieb	28
5.1.2	Möglichkeit Etappierung	29
5.1.3	Auslegung	30
5.1.4	Layout	30
5.1.5	Massnahmen	31
5.1.6	Bauablauf	32
5.1.7	Kostenschätzung	32
5.2	SBR-VERFAHREN	33
5.2.1	Genereller Beschrieb	33
5.2.2	Auslegung	33
5.2.3	Layout	34
5.2.4	Massnahmen	34
5.2.5	Bauablauf	36
5.2.6	Kostenschätzung	36
<b>6</b>	<b>VARIANTENVERGLEICH</b>	<b>37</b>
6.1	VOR- UND NACHTEILE DER VARIANTEN	37
6.2	KOSTENVERGLEICH	38
6.3	NUTZWERTANALYSE	38
6.3.1	Bewertungskriterien	38
6.4	BEWERTUNG	40
6.5	EMPFEHLUNG BESTVARIANTE	40
<b>7</b>	<b>VORPROJEKT BESTVARIANTE</b>	<b>42</b>
7.1	GENERELLER BESCHRIEB	42
7.2	AUSLEGUNG	42
7.3	MASSNAHMEN	44
7.3.1	Massnahmen Verfahren	44
7.3.1.1	Entlastung Zulauf Vorklärung	44
7.3.1.2	Vorklärung	45
7.3.1.3	Biologie	45
7.3.1.4	Nachklärung	45
7.3.2	Massnahmen Bau	45
7.3.2.1	Entlastung Zulauf Vorklärung	45
7.3.2.2	Vorklärung	46
7.3.2.3	Biologie	46
7.3.2.4	Nachklärung	47
7.3.3	Massnahmen EMSRL	47
7.3.3.1	Stromeinspeisung	47
7.3.3.2	Energiemessung	47

7.3.3.3	Notstromkonzept	48
7.3.3.4	Schaltanlagen	48
7.3.3.5	Elektroinstallationen	48
7.3.3.6	Messtechnik	49
7.3.3.7	Prozessleitsystem	49
7.3.3.8	Telefonanlage / Personen-Alarmsystem / technisches Alarmsystem	49
7.3.3.9	Brandalarm	49
7.3.3.10	Etappierung / Provisorien	49
7.3.4	Massnahmen HLKS	50
7.3.4.1	Gebälsestation: Abluftkonzept	50
7.3.4.2	Brauchwasserleitung und -Anschlüsse	50
7.3.4.3	Druckluftspülung VKB in Trichter mit Lanze	50
7.3.5	Zusatzmassnahme Abdeckung VKB	50
7.3.5.1	Verfahren und Bau	50
7.3.5.2	EMSRL	51
7.3.5.3	HLKS	51
7.3.5.4	Grobkostenschätzung	51
7.4	KOSTEN	52
7.4.1	Investitionskosten	52
7.5	TERMINE UMSETZUNG	53
<b>8</b>	<b>ZUSATZABKLÄRUNGEN: MACHBARKEIT UND GROBKOSTEN</b>	<b>54</b>
8.1	GEBÄUDESANIERUNG BETRIEBSGEBÄUDE – BAUSEITS	54
8.1.1	Massnahmen	54
8.1.2	Kosten	55
8.2	UMGEBUNGSARBEITEN	55
8.2.1	Massnahmen	55
8.2.2	Kosten	55
8.3	GESAMTERNEUERUNG STEUERUNG (GENERATIONENWECHSEL)	55
8.3.1	Massnahmen	56
8.3.1.1	Ersatz Steuerung	56
8.3.1.2	Schaltanlagen	56
8.3.1.3	Elektroinstallationen	56
8.3.1.4	Messtechnik	56
8.3.1.5	Betriebsdatenerfassung	56
8.3.2	Kosten	57
8.4	UMBAU UND SANIERUNG FAULUNG INKL. GASOMETER	57
8.4.1	Massnahmen	57
8.4.2	Kosten	57
8.5	MACHBARKEIT REGENBECKEN	57
8.6	VORSTANDSSITZUNG AV AUMÜHLE	59

Anhang

Anhang 1	Kostenschätzung Bestvariante 1.1
Anhang 2	Plandarstellungen
Anhang 3	HLK Konzept: Gebläsestation
Anhang 4	HLK Konzept: VKB Abdeckung
Anhang 5	AfU Nidwalden: Schreiben vom 13. November 2019

**ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Abbildung 1:	Einzugsgebiet der ARA Aumühle	13
Abbildung 2:	Bevölkerungsentwicklung im Einzugsgebiet der ARA Aumühle von 2000 – 2018.	14
Abbildung 3:	Auswertung Trockenwetterzufluss durch das 21 Tage geleitende Minimum.	15
Abbildung 4:	Zonenplan (grau: Zone für öffentliche Zwecke (ÖZ), violett: Industriezone) mit möglichem Bauland für die neue Biologie (rot umrandet).	21
Abbildung 5:	Maximal zulässige Gebäudehöhe, bedingt durch den Flughafen Buochs.	22
Abbildung 6:	Die Gefahrenkarte gibt Auskunft über Gefährdung durch Hochwasser, Erdbeben, Steinschlag und Lawinen im Kanton Nidwalden (GIS Nidwalden). Blau: mittlere Gefährdung durch Hochwasser, gelb schraffiert: Restgefährdung HW.	22
Abbildung 7:	Mögliches Groblayout einer "ARA Nidwalden" für 80'000 EW im Jahre 2050 nach dem Zusammenschluss der ARA Aumühle und der ARA Rotzwinkel in Buochs.	26
Abbildung 8:	Mögliche Leitungsführung bei einem Zusammenschluss zwischen der ARA Aumühle und der ARA Rotzwinkel (Quelle: Technischer Kurzbericht Slongo Röhlin und Partner AG).	27
Abbildung 9:	Konventionelles Belebtschlammverfahren mit den belüfteten Belebungsbecken und der Nachklärung, um den Belebtschlamm vom gereinigten Abwasser zu trennen.	28
Abbildung 10:	Layout Variante 1.1: Vollausbau konventionelles Belebtschlammverfahren.	31
Abbildung 11:	Schematische Darstellung des SBR-Verfahrens mit den verschiedenen Sequenzen, die nacheinander im selben Reaktor erfolgen.	33
Abbildung 12:	Layout Variante 5: SBR-Verfahren.	34
Abbildung 13:	Umbau des Beckenblock 1 (BB und NKB) zu einem grossen Biologiebecken. Gelb: Rückbau, rot: Neubau, schwarz: weiterverwendet. Der Beckenblock 2 wird analog umgebaut.	46
Abbildung 14:	Die Nachklärung wird neu gebaut. Der Werkleitungsgang wird bis zu den NKB verlängert. Der bestehende Ablaufkanal wird bis zu den NKBs weitergezogen.	47
Abbildung 15:	Konzeptskizze Entlastungskanal inkl. Regenbecken. Rot: neue Nachklärung, Verlängerung Werkleitungsgang. Blau: Entlastungskanal und Regenbecken. Schwarz: bestehende Gebläsestation und Werkleitungsgang.	58

**TABELLENVERZEICHNIS**

Tabelle 1:	Ablaufkonzentrationen der ARA Aumühle im Jahr 2018 verglichen mit den Einleitbedingungen gemäss der GschV. Grün: Anforderungen erfüllt, rot: Anforderungen nicht erfüllt. NO <sub>2</sub> -N gilt als Richtwert, nicht als Grenzwert.	11
Tabelle 2:	Berechnung des Zuflusses der ARA Aumühle.	16
Tabelle 3:	Verwendete spezifische Einwohnergleichwerte.	17
Tabelle 4:	Rohabwasser: Zulauffrachten und Einwohnerwerte des IST-Zustands der ARA Aumühle.	17
Tabelle 5:	Abscheideleistung der Vorklärung in Abhängigkeit von der Aufenthaltszeit bezogen auf den mittleren Tagesdurchfluss bei Trockenwetter.	18
Tabelle 6:	Rohabwasser im Zulauf: Dimensionierungsfracht im Jahre 2045.	18
Tabelle 7:	Abwasser ab VKB im Zulauf zur Biologie im Jahr 2045.	19
Tabelle 8:	Dimensionierungswerte ARA Aumühle	19
Tabelle 9:	Vom Kanton geforderte Einleitbedingungen für die ARA Aumühle.	20
Tabelle 10:	Kostenschätzung der Variante 1.1: Belebtschlammverfahren.	32
Tabelle 11:	Kostenschätzung der Variante 5: SBR-Verfahren.	36
Tabelle 12:	Kostenvergleich der Variante 1.1 Belebtschlammverfahren und Variante 5 SBR-Verfahren.	38
Tabelle 13:	Bewertungskriterien und ihre Gewichtung der Nutzwertanalyse.	39
Tabelle 14:	Nutzwertanalyse der Varianten 1.1 und 5.	40
Tabelle 15:	Belastung ab VKB, Grundlage zur Dimensionierung des Belebtschlammverfahrens.	42
Tabelle 16:	Abmessung der bestehenden Vorklärung.	43
Tabelle 17:	Dimensionierung Belebtschlammverfahren: Bivalente Zone und Nitrifikation.	43
Tabelle 18:	Dimensionierung Belebtschlammverfahren: Nachklärungsbecken	44
Tabelle 19:	Kostenschätzung der Bestvariante Belebtschlammverfahren.	52

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AfU	Amt für Umwelt
ARA	Abwasserreinigungsanlage
ATV	Abwassertechnische Vereinigung e.V. (seit 2000 DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser, und Abfall e.V.)
AV	Abwasserverband
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BSB <sub>5</sub>	Biochemischer Sauerstoffbedarf
E	Natürliche Einwohner
EW	Einwohnerwert (Natürliche Einwohner E + Industrie EGW)
EGW	Einwohnergleichwert (z.B. 120 gCSB/EW*d)
EMSRL	Elektro-, Mess-, Steuer-, Regel- und Leittechnik
GSchG	Gewässerschutzgesetz
GSchV	Gewässerschutzverordnung
MV	Mikroverunreinigung
NKB	Nachklärbecken
NH <sub>4</sub> -N	Ammonium-Stickstoff
NO <sub>2</sub> -N	Nitrit-Stickstoff
NO <sub>3</sub> -N	Nitrat-Stickstoff
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
P <sub>tot</sub>	Gesamtphosphor
PW	Pumpwerk
Q	Durchfluss
Q <sub>F</sub>	Fremdwassermenge
Q <sub>RW</sub>	Durchfluss bei Regenwetter
Q <sub>S</sub>	Schmutzwassermenge
Q <sub>TW</sub>	Abwassermenge bei Trockenwetter
RKB	Regenklärbecken
RÜB	Regenüberlaufbecken
SBR	Sequencing Batch Reactor
VKB	Vorklärbecken
VSA	Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute



## ZUSAMMENFASSUNG

Ausgangslage (Kapitel 1)	<p>Die ARA Aumühle kann zum heutigen Zeitpunkt keine ganzjährige Nitrifikation mehr gewährleisten. Auch in Bezug auf die organische Belastung kommt die ARA immer mehr an ihre Kapazitätsgrenzen bzw. wird diese bereits überschritten. D.h. die ARA Aumühle muss saniert, erneuert und erweitert werden, um den gesetzeskonformen Betrieb auch in Zukunft zu gewährleisten. Aufbauend auf der Variantenstudie aus dem Jahre 2017 wurde in dieser Studie drei Varianten ausgearbeitet und daraus eine Bestvariante ausgewählt. Diese Bestvariante wurde anschliessend auf Vorprojekt-Niveau ausgearbeitet. Die drei Varianten waren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variante 0: Bestehende Biologie Umbau auf Längsdurchströmung</li> <li>• Variante 1.1: Konventionelles Belebtschlammverfahren: Vollausbau</li> <li>• Variante 5: SBR – Biologie (konventionell)</li> </ul>
Dimensionierung (Kapitel 2)	<p>Der Dimensionierungshorizont für die Erweiterung der ARA Aumühle wurde auf 20 Jahre festgelegt. Basierend auf den aktuellen Messreihen und der prognostizierten Bevölkerungsentwicklung wird die Gesamtbelastung der ARA Aumühle bis in das Jahr 2045 um ca. 22% zunehmen. Für die Dimensionierung wurden die Betriebsdaten der Jahre 2014 – 2018 ausgewertet. Die Auslegung der Biologie und der Vorklärung liegt bei 18'500 EW. Die Wassermenge <math>Q_{dim}</math> wurde mit einer grosszügigen Reserve von 40 % auf 120 l/s festgelegt.</p>
Rahmenbedingungen (Kapitel 3)	<p>Die Einleitbedingungen sind gemäss GschV Anhang 3 festgelegt. Der Vorfluter bedingt keine zusätzlichen Verschärfungen. Das Bauland ist bereits als Zone für öffentliche Zwecke (ÖZ) eingezont. Der Bezug des zusätzlich zu beanspruchenden Landstückes wurde mit der Genossenkorporation Buochs abgesprochen. Eine geotechnische Untersuchung zum Baugrund und Grundwasserspiegel wurde von der Firma Geotest durchgeführt. Die betontechnische Untersuchung von der LPM AG.</p>
Zusammenschluss (Kapitel 4)	<p>Der Zusammenschluss mit der ARA Rotzwinkel wurde geprüft. Die Integration der Abwassermengen der ARA Aumühle in die Anlage der ARA Rotzwinkel bedarf einer massiven baulichen und verfahrenstechnischer Erweiterung. Die vorhandenen Flächen auf dem Areal der ARA Rotzwinkel decken den Platzbedarf nicht ab. Die Umsetzung eines Zusammenschlusses führt auf jeden Fall zum Neubau einer Anlage. Im Sinne einer Vorinformation der notwendigen Fläche wurde eine Mustersituation auf dem Areal der ARA Aumühle aufgezeigt.</p> <p>Das aktuelle Projekt „Biologie“ der ARA Aumühle wird im Zeitraum von 25 Jahren amortisiert. Auch für die bereits erfolgten Investitionen der ARA Rotzwinkel ist auf diesen Zeitpunkt hin mit Sanierungsmassnahmen zu rechnen. Aufgrund der Erneuerungszyklen macht ein allfälliger Zusammenschluss ab dem Jahr 2050 Sinn.</p>
Variantenstudie (Kapitel 5 & 6)	<p>Die Variante 0 führt mit der aktuellen Belastung nicht garantiert zum Erfolg (einhalten der Einleitbedingungen), mit den erwarteten Mehrbelastungen ist das System nicht verwendbar. Die hohen Investitionskosten wären verloren. Die Variante 1.1 und 5 wurden anhand einer Nutzwertanalyse verglichen. Die Auswertung hat ergeben, dass die Variante 1.1 mit 4.5 Punkten deutlich besser abschneidet als die Variante 5 mit 3.8 Punkten. Die Investitionskosten der Variante 1.1 betragen 6.1 Mio. CHF und der Variante 5 8.9 Mio. CHF. Die Variante 1.1 wurde per Vorstandsbeschluss zur Bestvariante bestimmt.</p>
Vorprojekt Bestvariante (Kapitel 7)	<p>Die Variante 1.1 Belebtschlammverfahren wurde auf Vorprojekt-Niveau ausgearbeitet. Dafür wurden die Massnahme im Bereich Verfahren, Bau, EMSRL und HLKS definiert und der KV verfeinert. Die Investitionskosten betragen 6.7 Mio. CHF <math>\pm</math> 15 %. Die Erhöhung im Vergleich</p>

zur Variantenstudie kann durch zwei zusätzliche Positionen begründet werden: das Entlastungsbauwerk inkl. Kanal vor der Vorklärung und der Sammelleitungskanal zwischen VKB und Biologie.

Termine  
(Kapitel 7.5)

Mit dem Start des Ausführungsprojekt Mitte 2021 ist die Inbetriebnahme der ARA und der Abschluss des Projekts Ausbau Biologie im Jahre 2025 geplant.

Zusatz-  
abklärungen  
(Kapitel 8)

Neben dem Ausbau der Biologie werden in den nächsten Jahren weitere Investitionen auf der ARA Aumühle nötig. Als Zusatzabklärungen wurde von folgenden Massnahmen die Machbarkeit abgeklärt und eine Grobkostenschätzung erstellt:

- |  |                 |
|--|-----------------|
| • Gebäudesanierung Betriebsgebäude                           | 968'000 CHF     |
| • Abdeckung VKB mit Abluft zu Biofilter zur Geruchsminderung | 314'500 CHF     |
| • Umgebungsarbeiten: Belag und Kanalisation                  | 720'000 CHF     |
| • Gesamterneuerung Steuerung: Generationenwechsel            | 300'000 CHF     |
| • Umbau und Sanierung Faulung inkl. Gasometer                | 500'000 CHF     |
| • Machbarkeit Regenbecken                                    | keine Schätzung |

Die Abdeckung VKB wurde per VS-Beschluss vom 20.11.2019 ins Vorprojekt Ausbau Biologie aufgenommen.

# 1 AUSGANGSLAGE UND AUFGABENSTELLUNG

## 1.1 AUSGANGSLAGE

Die ARA Aumühle wurde 1982 in Betrieb genommen und seither kontinuierlich optimiert und ausgebaut. 1992 wurde die ARA unter anderem mit einer Klärschlammwässerungsanlage ausgerüstet, womit die Verbrennung des anfallenden Klärschlammes ermöglicht wurde. In den Jahren 2008 bis 2012 wurde die Biologie wie auch der grösste Teil der Ausrüstung im Bereich der Elektro-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik erneuert und dem neusten Stand der Technik angepasst. Die Reinigungsleistung wurde mit der Sanierung der Biologie durch den Einbau von Festbetten, sogenannten Biotextilien, verbessert.

Trotzdem kann zum heutigen Zeitpunkt keine durchgehende Nitrifikation gewährleistet werden. Dies führt dazu, dass der in der Gewässerschutzverordnung (GSchV) geforderte Grenzwert für Ammonium in Fliessgewässern (2.0 mg/l) und der Richtwert für Nitrit (0.3 mg/l) im Ablauf der Kläranlage deutlich überschritten werden. Weiter werden auch zunehmend Überschreitungen der organischen Belastung (CSB) verzeichnet. Diese Entwicklung zeigt, dass die Kapazitätsgrenze der ARA Aumühle durch das Wachstum im Einzugsgebiet erreicht und überschritten wurde.

**Tabelle 1: Ablaufkonzentrationen der ARA Aumühle im Jahr 2018 verglichen mit den Einleitbedingungen gemäss der GschV. Grün: Anforderungen erfüllt, rot: Anforderungen nicht erfüllt. NO<sub>2</sub>-N gilt als Richtwert, nicht als Grenzwert.**

Parameter	Einheit	Grenzwert	Anzahl Proben	Anzahl Überschreitungen	
				Gemessen	Erlaubt
GUS	mg/l	15	243	4	18
CSB	mg/l	45	245	28	18
	%	85	245	0	18
BSB <sub>5</sub>	mg/l	15	50	0	5
	%	90	50	0	5
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	2	105	63	9
	%	90	103	47	9
NO <sub>2</sub> -N	mg/l	0.3	103	98	9
P <sub>tot</sub>	mg/l	0.8	246	1	18
	%	80	245	0	18

Seitens des Kantons wird neu gefordert, dass auf der ARA Aumühle eine ganzjährige, vollständige Nitrifikation erfolgen muss. Der einzuhaltende Grenzwert für Ammonium im Auslauf der ARA soll demnach 2.0 mg/l betragen. Dies kann mit der bestehenden Biologie nicht eingehalten werden. Gemäss Kanton ist eine Erneuerung der Biologie ohne Tiefenseeeinleitung bis 2025 und mit einer Tiefenseeeinleitung bis 2030 vorzusehen.

Im Jahr 2017 wurde von der HOLINGER AG im Auftrag des Abwasserverbands Aumühle eine Variantenstudie durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Verfahren zum Ausbau und somit der Kapazitätssteigerung der ARA Aumühle geprüft. Aus der Kostenschätzung und der Nutzwertanalyse haben sich die Verfahren des konventionellen Belebtschlammes und der SBR – Biologie als am besten geeigneten Varianten durchgesetzt. Das SBR – Nereda Verfahren wurde im Rahmen der Studie verworfen. Auch ein Zusammenschluss mit der ARA Rotzwinkel wurde geprüft.

## 1.2 AUFGABENSTELLUNG

Im ersten Schritt dieses Vorprojektes sollen nun die zwei Verfahren aus der Variantenstudie und eine zusätzliche Untervariante des Belebtschlammverfahrens weiter ausgearbeitet werden. Die Varianten sind:

- Variante 0: Bestehende Biologie Umbau auf Längsdurchströmung (Belebtschlammverfahren)
- Variante 1.1: Konventionelles Belebtschlammverfahren: Vollausbau
- Variante 5: SBR – Biologie (konventionell)

Die Nummerierung der Varianten wurden aus der Variantenstudie übernommen.

Dabei sollen folgende Arbeiten durchgeführt werden:

- Verifizierung der Auslegung und Klärung der Rahmenbedingungen
- Überprüfung der Dimensionierung und Aufarbeiten der Varianten
- Verfeinerung der Kostenschätzung
- Bestätigung der technischen Machbarkeit der Verfahren
- Bewertung und Vergleich der Varianten

Daraus soll eine Bestvariante bestimmt und anschliessend auf Vorprojekt-Niveau ausgearbeitet werden.

Innerhalb des Vorprojektes soll weiterhin von einer Realisierung bis ins Jahr 2025 ausgegangen werden.

## 2 GRUNDLAGEDATEN

### 2.1 EINZUGSGEBIET



Abbildung 1: Einzugsgebiet der ARA Aumühle

Das Einzugsgebiet umfasst die politischen Gemeinden Emmetten, Beckenried, Buochs und Ennetbürgen mit ihren ca. 15'200 Einwohnern (Stand 2018). Der gemeinsam erstellte Verbandskanal weist eine Länge von 8.4 km auf. Dazu gehört auch das Abwasserpumpwerk Hobiel in Buochs. Der Verbandskanal beginnt im Gebiet Schöneck, Emmetten und führt der Kantonsstrasse entlang nach Beckenried. Ab der Gemeindegrenze Beckenried/Buochs verläuft der Kanal in der alten Kantonsstrasse am Seeufer entlang bis zum Pumpwerk Hobiel. Drei Tauchpumpen mit einer Leistung von 150 l/s. fördern das Abwasser aus einer Tiefe von 8 m in das Gebiet Hintere Linde in Buochs. In Buochs verläuft der Kanal bis zum Käsemagazin in der Kantonsstrasse und anschliessend dem Seeufer entlang bis zur Kanalvereinigung vor dem Strandbad. Hier vereinigen sich im Wesentlichen das Abwasser aller vier Verbandsgemeinden und fliessen zum Pumpwerk der ARA Aumühle.

### 2.2 ENTWICKLUNGSPROGNOSE

Die Inbetriebnahme der ARA ist für das Jahr 2025 geplant. Für die ARA wird ein Dimensionierungszeitraum von 20 Jahren festgelegt, das heisst die ARA wird auf die Belastung im Jahre 2045 dimensioniert.

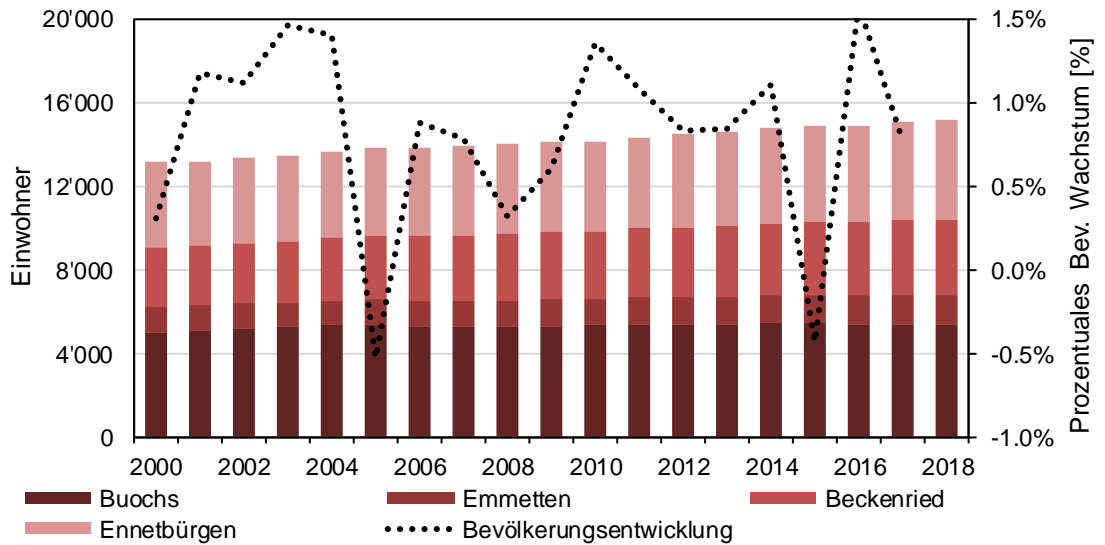


Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung im Einzugsgebiet der ARA Aumühle von 2000 – 2018.

Für die Abschätzung der Entwicklung im Einzugsgebiet der ARA Aumühle wurden folgende Grundlagen / Annahmen verwendet:

- **Bevölkerung:** Aus der Auswertung der Bevölkerungsentwicklung der vergangenen 20 Jahre wurde ein zukünftiges Wachstum von **0.75 % pro Jahr** angenommen.

$$\text{Faktor Bevölkerungswachstum} = (1 + i)^a$$

$i_{2045}$

0.75 % Bevölkerungswachstum pro Jahr

$a$

(2045 – 2018) = 27

Der resultierende Bevölkerungswachstumsfaktor für die weiteren Berechnungen ist **1.22**.

- **Gewerbe:** Für das Gewerbe wird angenommen, dass es im selben Verhältnis zunehmen wird wie die Bevölkerung. Das Gewerbe wird bereits in den verwendeten Einwohnergleichwert (EGW) berücksichtigt und daher nicht separat ausgewiesen. Eine Liste mit Gewerbe mit Wasserverbrauch über 1'000 m<sup>3</sup>/d ist beim Verband vorhanden.
- **Industrie / Starkverschmutzer:** Da es nicht voraussehbar ist, ob ein Starkverschmutzer sich im Einzugsgebiet niederlässt, werden dafür keine zusätzlichen Reserven eingeplant. Eine Ansiedelung eines solchen Betriebes ist jedoch nicht auszuschliessen. Falls die Kapazität der ARA Aumühle nach einer Ansiedelung nicht ausreichen sollte, müssen für die entsprechenden Betriebe von Seite Behörden Frachtlimiten festgelegt werden.
- **Abwassermenge:** Für die Schmutzwassermenge wird entsprechend dem Bevölkerungswachstum eine Zunahme von 0.75 % pro Jahr angenommen. Trotz der Bevölkerungszunahme bzw. Erweiterung des Kanalnetzes erfolgt, aufgrund von Verbesserungen im Kanalnetz, keine Zunahme des Fremdwassers. Somit ist dieses Wachstum mit 0 % pro Jahr festgelegt.

Damit wird für die ARA Aumühle im Vergleich zum Referenzjahr 2018 mit einer **Zunahme der Gesamtbelastung von 22.4%** bis ins Jahr 2045 gerechnet.

## 2.3 ABWASSERMENGEN

### 2.3.1 Datengrundlage

Als Datengrundlage wurden die Messwerte der ARA Aumühle aus den Jahren 2014 – 2018 verwendet. Zudem wurde zur Bestimmung der Dimensionierungswerte das festgelegte Bevölkerungswachstum zugrunde gelegt.

### 2.3.2 Trockenwetteranfall ( $Q_{TW}$ ) und Regenwetteranfall ( $Q_{RW}$ )

Der aktuelle Trockenwetteranfall der ARA Aumühle wurde durch zwei Rechenmethoden bestimmt:

1. Als Trockenwetterzufluss werden diejenigen Tage berücksichtigt, welche bis zu 20% über dem gleitenden 21-Tage-Minimum der Zulaufmenge liegen (gemäss Fuchs et al. ATV-DVWK-A 198).
2. Der Trockenwetterzufluss wird als Mittelwert des 20% und 50%-Quantils berechnet.

$$Q_{TW,d} = \frac{Q_{20\%} + Q_{50\%}}{2}$$

Der Stundenteiler für die ARA Aumühle wurde anhand der Grösse des Einzugsgebiets auf 16 h/d festgelegt.

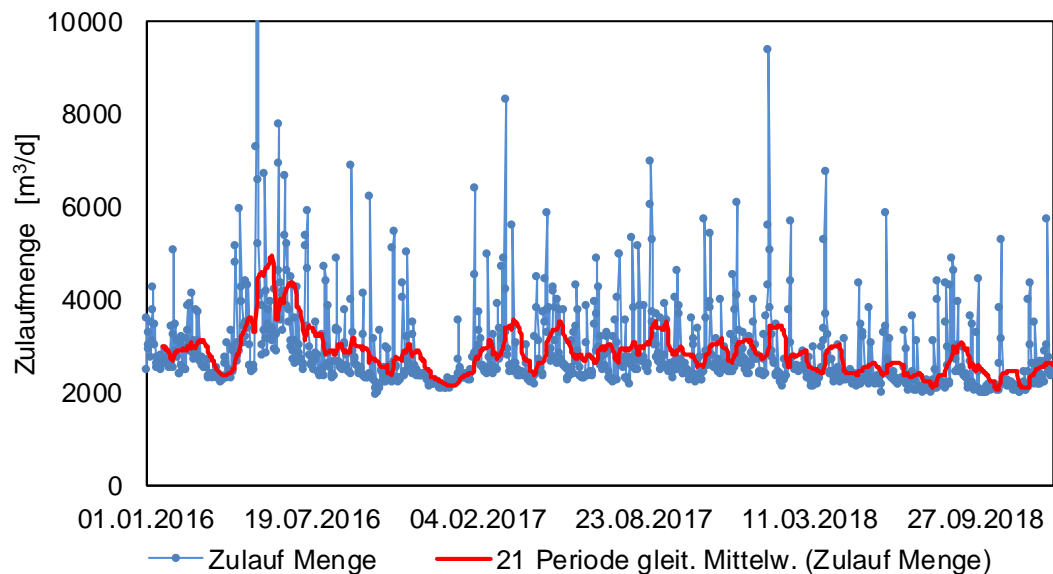


Abbildung 3: Auswertung Trockenwetterzufluss durch das 21 Tage geleitende Minimum.

Die Resultate der Berechnungen der beiden Methoden sind in Tabelle 2 dargestellt.

**Tabelle 2: Berechnung des Zuflusses der ARA Aumühle.**

Parameter	Einheit	Berechnungsmethode	
		(20% + 50%) / 2	21-d Minimum
Q <sub>TW</sub> <sub>Ø,d</sub>	m <sup>3</sup> /d	2'494	2'640
Q <sub>TW</sub> <sub>max,d</sub>	m <sup>3</sup> /h	145	154
Q <sub>S</sub>	m <sup>3</sup> /d	1'975	2'122
	m <sup>3</sup> /h	123	133
	l/s	34	37
Stundenteiler	h/d	16	16
Q <sub>F</sub>	m <sup>3</sup> /d	518	518
	m <sup>3</sup> /h	22	22
	l/s	6	6
<b>2 x Q<sub>TW</sub></b>	<b>l/s</b>	<b>81</b>	<b>86</b>

Die Fremdwassermenge wurde mit kleiner 6 l/s abgeschätzt. Als Grundlage dient die Auswertung der minimalen Wasserzuläufe im Trockenwetter. Die ARA-Mitarbeiter führten eine Messreihe jeweils um 03:00 Uhr nachts bei trockener Witterung aus.

Mit dem zugrunde gelegten Wachstum von 22.4 % ergibt dies eine Wassermenge von 105 l/s.

Die Vorklärung auf der bestehenden ARA wurde in vergangenen Jahren mit ca. 6\*Q<sub>TW</sub> beschickt. Die Entlastung findet nach der Vorklärung statt. Heute werden Abwasserreinigungsanlagen auf 2\*Q<sub>TW</sub> dimensioniert und die Entlastung nach der Vorklärung wird aufgrund des Gewässerschutzes nicht mehr akzeptiert. Es wird eine Entlastung nach dem Rechen und Sandfang angestrebt. Damit kann eine mechanische Reinigung des Abwassers vor der Entlastung gewährleistet werden.

Die Vorklärung besitzt somit über grosse hydraulische Reserven. Aus diesem Grund wird die maximale Zulaufmenge **Q<sub>Dim</sub>** mit einer zusätzlichen Reserve von 15 l/s auf **120 l/s** festgelegt.

### 2.3.3 Abwassertemperatur

Die Abwassertemperatur wird für die Berechnung und Dimensionierung wie folgt angenommen:

Maximale Abwassertemperaturen im Sommer: **20°C**

Minimale Abwassertemperaturen im Winter: **10°C** (vereinzelt unter 10°C)



## 2.4 FRACHTEN

### 2.4.1 Datengrundlage

Als Datengrundlage wurden die Messwerte der ARA Aumühle aus den Jahren 2014 – 2018 verwendet. Ausgewertet wurden gemäss ATV-A-198 die 85%-Werte bei Trockenwetter. Zudem wurde zur Bestimmung der Dimensionierungswerte das festgelegte Bevölkerungswachstum zugrunde gelegt.

Für die Berechnungen wurden folgende spezifischen Einwohnerequivalente EGW (85%-Werte) herangezogen:

**Tabelle 3: Verwendete spezifische Einwohnerequivalente.**

Parameter	Einheit	Wert
Schmutzwasser	l/EW*d	160
BSB <sub>5</sub>	g/EW*d	60
CSB, Rohabwasser	g/EW*d	120
CSB, ab VKB	g/EW*d	80
TKN	g/EW*d	11
NH <sub>4</sub> -N	g/EW*d	7
P <sub>tot</sub>	g/EW*d	1.8

### 2.4.2 IST Zustand

Die Zulaufmengen der Jahre 2014 – 2018 wurden ausgewertet. Die Resultate sind in der Tabelle 4 ersichtlich. Im Rohabwasser werden die Parameter CSB, BSB<sub>5</sub>, P<sub>tot</sub> und NH<sub>4</sub>-N gemessen.

**Tabelle 4: Rohabwasser: Zulaufmengen und Einwohnerwerte des IST-Zustands der ARA Aumühle.**

Parameter	Einheit	IST-Zustand		Einwohnerequivalent
		Mittelwert	85 %-Wert	
CSB	kg/d	1'780	2'010	
	EW	14'833	16'750	120 g / (EW x d)
BSB <sub>5</sub>	kg/d	830	980	
	EW	13'833	16'333	60 g / (EW x d)
NH <sub>4</sub> (inkl. Rückläufe)	kg/d	122	135	
	EW	17'429	19'286	7 g/ (EW x d)
P <sub>tot</sub>	kg/d	24	26	
	EW	13'333	14'444	1.8 g / (EW x d)

Die Vorklärung ist, wie im Kapitel zuvor bereits erwähnt, sehr grosszügig ausgelegt. Das heisst, die Aufenthaltszeit des Abwassers beträgt > 2.5 h. Damit beträgt die Abscheideleistung gemäss Tabelle 2 im Arbeitsblatt DWA-A 131, 2016 wie folgt:

**Tabelle 5: Abscheideleistung der Vorklärung in Abhängigkeit von der Aufenthaltszeit bezogen auf den mittleren Tagesdurchfluss bei Trockenwetter.**

Parameter	Abscheideleistung für > 2.5 h
CSB	40 %
BSB <sub>5</sub>	40 %
NH <sub>4</sub>	0 %
P <sub>tot</sub>	30 %

Die durchgeführten Messungen im Zu- und Ablauf der Vorklärung während eines Monats zur Verifizierung der Abscheideleistung bestätigen die Werte in Tabelle 5.

### 2.4.3 Dimensionierungsfracht 2045

Das Wachstum der Belastungsfracht wurde mit 0.75 % pro Jahr analog zum Bevölkerungswachstum angenommen. Das Wachstum des Gewerbes ist in den Einwohnerwerte enthalten und unterliegt dementsprechend demselben Wachstum wie beim Bevölkerungswachstum. Industrie bzw. Starkverschmutzer sind im Einzugsgebiet keine angesiedelt, deshalb muss dies nicht gesondert betrachtet werden.

Aus der Wachstumsprognose bis 2045 ergibt sich für das Rohabwasser folgende Belastung:

**Tabelle 6: Rohabwasser im Zulauf: Dimensionierungsfracht im Jahre 2045.**

Parameter	Einheit	Auslegung (2045)		Einwohnergleichwerte
		Mittelwert	85 %-Wert	
CSB	kg/d	2'180	2'460	
	EW	18'170	20'500	120 g / (EW x d)
BSB <sub>5</sub>	kg/d	1'020	1'200	
	EW	17'000	20'000	60 g / (EW x d)
NH <sub>4</sub> (inkl. Rückläufe)	kg/d	149	165	
	EW	21'320	23'600	7 g / (EW x d)
P <sub>tot</sub>	kg/d	29	32	
	EW	16'310	17'670	1.8 g / (EW x d)

Die Abscheideleistung der Vorklärung wird analog zum IST-Zustand (Tabelle 5) übernommen, da die Aufenthaltszeit mit 120 l/s noch immer knapp > 2.5 h beträgt. Damit resultieren für den Zulauf zur Biologie folgende Frachten:

Tabelle 7: Abwasser ab VKB im Zulauf zur Biologie im Jahr 2045.

Parameter	Einheit	Ausbauziel 2045	
		Mittelwert	85 %-Wert
CSB	kg/d	1'310	<b>1'480</b>
	EW	16'375	<b>18'500</b>
BSB <sub>5</sub>	kg/d	610	720
	EW	15'250	18'000
NH <sub>4</sub> (inkl. Rückläufe)	kg/d	149	165
	EW	21'324	23'597
P <sub>tot</sub>	kg/d	21	22
	EW	12'847	13'918

## 2.5 DIMENSIONIERUNG

Für den Ausbau der biologischen Stufe der ARA Aumühle soll mit folgenden Dimensionierungswerten gerechnet werden.

Tabelle 8: Dimensionierungswerte ARA Aumühle

Parameter	Einheit	Wert
Q <sub>TW,dim 2045</sub>	l/s	60
Q <sub>RW,dim 2045</sub>	l/s	120
CSB <sub>Zulauf Biologie 85% Wert</sub>	kg/d	1'480
CSB <sub>Zulauf Biologie Mittelwert</sub>	kg/d	1'310
P <sub>Zulauf Biologie 85%-Wert</sub>	kg/d	22
NH <sub>4</sub> -N <sub>Zulauf Biologie 85%-Wert</sub>	kg/d	165

Die ARA Aumühle wird somit auf 20'500 EW bzw. die Biologie und auf 18'500 EW ausgelegt.

### 3 RAHMENBEDINGUNGEN

#### 3.1 VORFLUTER

Der Ablauf der ARA Aumühle wird an der bestehenden Einleitstelle in die Engelberger Aa eingeleitet. Die Engelberger Aa ist ein genügend starker Vorfluter ohne verschärfte Einleitbedingungen, der in den Vierwaldstättersee mündet.

Am Messpunkt Buochs, Flugplatz (EDV: 2481) beträgt der Abfluss NM7Q (1916 – 2017) 2.9 m<sup>3</sup>/s. Das heisst, mit einem Q<sub>Dim</sub> von 120 l/s ist der Abwasseranteil mit 4.2 % deutlich unter 10 %.

Die Niedrigwasserkenngrosse NM7Q gibt den kleinsten, über 7 aufeinanderfolgende Tage gemittelten Abfluss innerhalb eines Niedrigwasserjahres an (BAFU, hydrologische Daten).

#### 3.2 EINLEITBEDINGUNGEN

Gemäss dem Schreiben des Amts für Umwelt AfU des Kantons Nidwalden (13. November 2019, siehe Anhang 5) wurde für die ARA Aumühle keine strengeren Einleitbedingungen definiert, sodass die aus der GschV Anhang 3 zum Tragen kommen. Die Einleitbedingungen werden unabhängig von der Einleitung in die Engelberger Aa oder in den Vierwaldstättersee gleichermassen gefordert.

**Tabelle 9: Vom Kanton geforderte Einleitbedingungen für die ARA Aumühle.**

Parameter	Einheit	Wert	Reinigungseffekt
GUS	mg/l	15	-
CSB	mg/l	45	85%
DOC	mg/l	10	85%
Durchsichtigkeit nach Snellen	cm	30	-
Ammonium NH <sub>4</sub> -N	mg/l	2*	90%
Nitrit (Richtwert)	mg/l	0.3	-
Phosphor	mg/l	0.8	80%
AO <sub>x</sub>	mg/l	0.08	-

\*Bei Abwassertemperatur > 10°C, ganzjährige Nitrifikation: Schlammalter min. 10 Tage.

Eine Notwendigkeit zur Realisierung einer Stufe zur Elimination der Mikroverunreinigung kann von Seiten AfU aktuell nicht definitiv festgelegt werden. Gemäss Anhang 3.1 Abs.2 Ziff. B GSchV sind folgende Anlagen verpflichtet, organische Spurenstoffe zu eliminieren:

- Anlagen ab 24'000 angeschlossene Einwohner E im Einzugsgebiet von Seen.  
→ Trifft nicht zu, weil E<sub>ang</sub> < 24'000
- Anlagen ab 8'000 angeschlossene E, die in ein Fliessgewässer mit einem Anteil von mehr als 10% bezüglich organische Spurenstoffe ungereinigtem Abwasser einleiten. Der Kanton bezeichnet die Anlagen, die Massnahmen treffen müssen im Rahmen einer Planung im Einzugsgebiet.  
→ Trifft eher nicht zu, allenfalls jedoch bei Niedrigwasser und Sunk (Aussage AfU).

Abklärungen dazu laufen beim AfU Nidwalden und werden sobald vorhanden bekanntgegeben.

### 3.3 MASSNAHMEN IM HINBLICK AUF AUSSERORDENTLICHE EREIGNISSE

Zur Verminderung des Risikos einer Gewässerverunreinigung durch ausserordentliche Ereignisse (Havarie) sind folgende Massnahmen geplant:

1. Priorität: Massnahmen im Einzugsgebiet bzw. im Netz durch die Überwachung und Steuerung der Zulaufmengen und der Sonderbauwerke durch den ARA-Betreiber
2. Priorität: Massnahmen auf der ARA: Rückhalt auf der ARA, allenfalls in Kombination mit einem Regenbecken.

### 3.4 BAUVORSCHRIFTEN

#### 3.4.1 Bauland

Das Areal der ARA Aumühle befindet sich in der Zone für öffentliche Zwecke ÖZ. Die Parzelle ist umgeben von Landwirtschaftszone und Industriezone. Gemäss Bau- und Zonenreglement, BZR gelten folgende Zonenvorschriften:

Art. 15 Zone für öffentliche Zwecke (ÖZ)

1. Die Zone für öffentliche Zwecke ist, für die dem öffentlichen Interesse dienenden Bauten und Anlagen bestimmt, für die ein voraussehbares Bedürfnis besteht.
2. In dieser Zone dürfen keine privaten Bauten erstellt werden, ausser sie dienen in erster Linie dem öffentlichen Interesse.

Das für die Erweiterung zur Verfügung stehende Bauland ist in der Abbildung 4 dargestellt. Auf dem ausgewiesenen Bauland soll die zusätzlich benötigte Fläche möglichst gering gehalten werden, ohne aber die Betriebsabläufe für die ARA zu erschweren.

Der Abwasserverband Aumühle hat mit der Genossenkorporation Buochs einen Kaufvertrag (30. Januar 2015) um 157 m<sup>2</sup> Land für 1.- zu beziehen. Dies aufgrund eines Landabtausch für die angrenzende Strasse. Der Bezug des zusätzlich benötigten Lands wurde bereits mit der Genossenkorporation Buochs besprochen und ist reserviert.



Abbildung 4: Zonenplan (grau: Zone für öffentliche Zwecke (ÖZ), violett: Industriezone) mit möglichem Bauland für die neue Biologie (rot umrandet).

### 3.4.2 Zulässige Gebäudehöhen

Da sich die ARA Aumühle teilweise in der An- und Abflugschneise des Flugplatzes Buochs befindet ist die zulässige Gebäudehöhe je nach Standort beschränkt (siehe Abbildung 5).

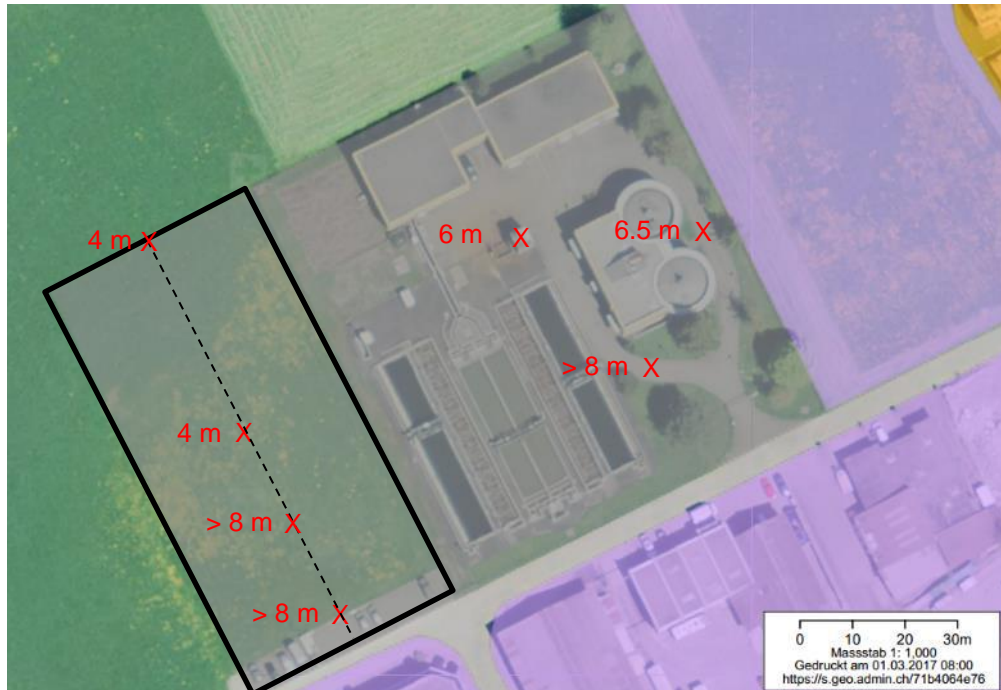


Abbildung 5: Maximal zulässige Gebäudehöhe, bedingt durch den Flughafen Buochs.

### 3.4.3 Gefahrenkarte

Die ARA Aumühle und das Land der geplanten Erweiterung befindet sich auf der Gefahrenkarte in der Zone mit Restgefährdung bei Hochwasser. Bei Gebieten mit Restgefährdung ist sehr selten mit Ereignissen zu rechnen und es werden keine baulichen Massnahmen verlangt.



Abbildung 6: Die Gefahrenkarte gibt Auskunft über Gefährdung durch Hochwasser, Erdbeben, Steinschlag und Lawinen im Kanton Nidwalden (GIS Nidwalden). Blau: mittlere Gefährdung durch Hochwasser, gelb schraffiert: Restgefährdung HW.

### 3.5 BAUGRUND UND GRUNDWASSERSPIEGEL

#### 3.5.1 Geotechnische Untersuchung

Zu den bereits bekannten geologischen Kenntnissen aus der Umgebung (Neubau Feuerwehrlokal; Geotechnische Untersuchung Fa. Geotest AG, Nov. 2013) wurde zusätzliche im Bereich der geplanten Erweiterung eine elektrische Drucksondierung durchgeführt (Fa. Geoprofile GmbH, Adligenswil).

Die Resultate aus der geotechnischen Untersuchung sind im geotechnischen Bericht (Fa. Geotest; Bericht Nr. 2319143.1 vom 18. September 2019) zusammengestellt.

#### 3.5.2 Allgemeine Geologie

Das Baugelände liegt im Bereich des östlichen Armes des Engelberger-Tales. Nach der letzten Eiszeit bildeten sich rund um den Bürgenstock Seeablagerungen, bevor das voranschreitende Delta der Engelberger-Aa das Becken mit mächtigen sandig-kiesigen Ablagerungen auffüllte.

In sehr geringen Wassertiefen wurden schliesslich hauptsächlich feinkörnige Schwemmmablagerungen abgesetzt. Darin ist in Rinnen und Linsen mit kiesigen Bachablagerungen zu rechnen. Die oberflächliche Deckschicht wurde für Geländeanpassungen mehrfach zusätzlich aufgeschüttet.

#### 3.5.3 Schichtverlauf / Bodenprofil

Aus der elektrischen Drucksondierung können folgende Schichttypen unterteilt werden:

Schicht	Tiefe ab OK	Schichtbeschreibung
<b>A</b>	0 – 2.0 m	<b>Deckschicht / Auffüllung</b> Humus, Grasnarbe Sand mässig bis stark siltig, mässig bis stark kiesig
<b>B</b>	2.0 – 9.0 m	<b>Schwemmmablagerungen</b> Silt, schwach tonig, mässig bis stark feinsandig, oder Feinsand stark siltig
<b>(C)</b>	2.0 – 9.5 m (Linsen)	<b>Bachablagerungen</b> Kies sauber bis schwach siltig, grob sandig, Steine
<b>D</b>	9.0 – ca. 40.0 m	<b>Deltaablagerungen</b> Kies sauber bis schwach siltig, stark sandig
<b>E</b>	ab mehreren 10er Metern	<b>Seesedimente</b> Silt, sandig, kompakt, schlecht durchlässig, für das Bauvorhaben nicht relevant

### 3.5.4 Grundwasser

Das Bauvorhaben liegt im Gewässerschutzbereich Au: nutzbares Grundwasser und Randbereiche. Das obere Grundwasser ist nicht flächendeckend und nicht nutzbar. Das untere Grundwasser ist flächendeckend und nutzbar. Seine Mächtigkeit beträgt mehrere 10 Meter.

Die Geländeoberfläche liegt bei ca. 437.50 m.ü.M. Das subartesisch gespannte Grundwasser im unteren Leiter weist folgende Höhen auf.

Mittlerer Grundwasserdruckspiegel: 435.50 m.ü.M.

Hoher Grundwasserdruckspiegel: 436.50 m.ü.M.

Maximaler Grundwasserdruckspiegel: 437.00 m.ü.M.

Das Grundwasser in der Umgebung wird durch zwei Grundwasserpumpwerke sowie durch mehrere Wärmepumpen genutzt.

### 3.5.5 Bautechnische Folgerungen

#### Fundation

Das neue Becken wird komplett ins Gelände eingebunden und auf einer Kote von ungefähr 433.50 m.ü.M., rund 4 m unter Terrain, fundiert. In dieser Tiefe stehen die Schwemmablagerungen und Verlandungsbildungen an, welche zur Aufnahme von Lasten nicht geeignet sind. Es besteht zudem ein grosses Setzungsrisiko. Es muss folglich mittels Pfählen im tragfähigen Untergrund fundiert werden.

Als geeignetes und in der Umgebung erprobtes System stehen verdrängende Pfähle im Vordergrund. Sie sind flexibel in der Länge und können mit unterschiedlichen Durchmessern ausgeführt werden.

#### Baugrube

Die Aushubtiefe beträgt ca. 4.0 m ab OK Terrain. Im Bereich des geplanten Beckens gibt es keine Hinweise auf ein Vorkommen von Bachablagerungen. (Schichttyp C) innerhalb der Aushubtiefe. Der Baugrubenabschluss ist mit Spundwänden und einer Aussteifung mit Spriessen vorgesehen.

Im Rahmen des Bauprojekts / Ausführungsprojekts wird mit dem Geologen die Möglichkeit einer geböschten Baugrube vertiefter geprüft.

#### Wasserhaltung

Da der obere Grundwasserleiter voraussichtlich nicht angetroffen wird, muss nur Sickerwasser aus allfälligen Sandlinsen und aus der Deckschicht abgeführt werden. Dies kann mittels Pumpensämpfen und Drainageleitungen erreicht werden.

### 3.5.6 Baugrundklasse bezüglich Erdbebeneinwirkung

Der örtliche Baugrund ist gemäss der Karte der seismischen Baugrundklassen nach SIA-Norm 261 (2014) der **Baugrundklasse D** zugeordnet. Die Bauparzelle liegt in der **Erdbebengefährdungszone Z2**.



### **3.6 BETONTECHNISCHE UNTERSUCHUNG**

#### **3.6.1 Materialtechnische Zustandsuntersuchung**

Die Fa. LPM AG, Beinwil am See hat am 7. August 2019 die Aufnahmen und Untersuchungen am Objekt durchgeführt. Das Untersuchungsprogramm, die verwendeten Prüfverfahren sowie die Resultate der materialtechnischen Zustandsuntersuchung sind im Bericht A-48'063-1 vom 3. Oktober 2019 zusammengestellt.

#### **3.6.2 Massnahmenempfehlung**

Die am Objekt und im Labor durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass aus materialtechnischer Sicht derzeit grundsätzlich keine dringenden Sanierungsmassnahmen in den beiden Klärbecken notwendig sind.

Für eine langfristige und dauerhafte Nutzung der Becken und zum Schutz der Betonoberflächen empfiehlt die LPM eine vollflächige Applikation eines abwasser- und abrasionsbeständigen Oberflächenschutzsystems. Die Betonoberflächen sind dabei vorgängig so vorzubereiten, dass für die Applikation der Oberflächenschutzsysteme ein sauberer und tragfähiger Untergrund hergestellt werden kann.

Lokal auftretende Schädigungen der Betonoberfläche können mit konventionellen Betoninstandsetzungsmassnahmen saniert werden. Vor der Sanierung ist ein gründliches Reinigen der Oberflächen empfohlen, um Dreck- und Schmutzpartikel zu entfernen.

Rostausblühungen und korrodierte Bewehrungen sind grosszügig freizulegen und von Korrosion zu befreien. Anschliessend sind die Stellen mit einem hochalkalischen und abwasserbeständigen Sanierungsmörtel zu reprofiliert.

## 4 ABKLÄRUNG ZUSAMMENSCHLUSS MIT DER ARA ROTZWINKEL

Der Zusammenschluss der ARA Aumühle und der ARA Rotzwinkel wurde in der "Variantenstudie – Neue Biologie" aufgearbeitet.

Die Integration ARA Aumühle in die ARA Rotzwinkel ist nur mit der Erweiterung der Hydraulik und der verfahrenstechnischen Anlagen möglich. Neben dem Hebewerk müsste die Rechenanlage, der Sandfang, die Vorklärung erweitert werden. Zwei zusätzliche SBR – Becken müssten erstellt werden. Hierzu reicht die aktuell zur Verfügung stehende Fläche der ARA Rotzwinkel nicht aus. Zusätzlich muss die folgende Stufe für die Elimination von Mikroverunreinigungen noch untergebracht werden.

Ein Zusammenschluss der beiden Kläranlagen oder gar noch die Integration der ARA Engelberg und Lopper hat einen kompletten Neubau zur Folge.

Um einen Eindruck der benötigten Fläche zu erhalten, wurde eine mögliche Anordnung im Bereich der ARA Aumühle dargestellt. Siehe hierzu die Abbildung 7.



**Abbildung 7: Mögliches Groblayout einer "ARA Nidwalden" für 80'000 EW im Jahre 2050 nach dem Zusammenschluss der ARA Aumühle und der ARA Rotzwinkel in Buochs.**

Eine Erstellung einer komplett neuen Kläranlage wurde auf CHF 60'000'000 geschätzt.

Die Anschlussleitung zwischen der ARA Rotzwinkel und der ARA Aumühle wurde in der Variantenstudie auf 8'400'000 CHF  $\pm$  30% geschätzt. Zusätzlich kommen die Investitionskosten für den Bau eines Pumpwerks und der Rückbau der ARA, welche aufgehoben werden würde, dazu. Diese Massnahmen wurden auf 1'240'000 CHF mit derselben Kostengenauigkeit geschätzt.

Eine mögliche Leitungsführung ist in Abbildung 8 dargestellt. In der Studie aus dem Jahre 2010 wurde der Zusammenschluss auf der ARA Rotzwinkel untersucht. Somit ist die Leitungsführung von Buochs zur ARA Rotzwinkel dargestellt. Für eine erste Kostenschätzung ist die Fliessrichtung nicht relevant, da in beide Richtungen eine Druckleitung nötig ist.



**Abbildung 8: Mögliche Leitungsführung bei einem Zusammenschluss zwischen der ARA Aumühle und der ARA Rotzwinkel (Quelle: Technischer Kurzbericht Slongo Röthlin und Partner AG).**

Ein zeitnaher Zusammenschluss wird auf Grund der nicht vorhandenen Fläche für eine Gesamtanlage als nicht realisierbar erkannt.

Die aktuelle Amortisationsrechnung und der wiederkehrende Sanierungsbedarf der Verfahrenstechnischen Anlagen der ARA Rotzwinkel zeigen einen anzustrebenden Zeitpunkt für die mögliche Umsetzung einer zentralen Abwasserreinigungsanlage für die Jahre nach 2050 auf.

Mit der geplanten Sanierung der ARA Aumühle kann nicht bis ins Jahr 2050 zugewartet werden. Die Amortisation der aktuellen Investition und der zu erwartende Sanierungsbedarf zeigen auch bei der ARA Aumühle den Zeitpunkt nach dem Jahr 2050 als sinnvollen möglichen Umsetzungstermin für einen allfälligen Zusammenschluss auf.

Bereits im Jahre 2010 wurden die maximalen Kosten für die weiteren Sanierungsbedürfnisse der ARA Aumühle mit 10 Mio. CHF für die Jahre bis 2050 angegeben.

## 5 VARIANTEN

Im Rahmen der Vorprüfung werden folgende drei Varianten verglichen. Anschliessend wird aus den drei Varianten die Bestvariante per Nutzwertanalyse bestimmt und auf Vorprojekt-Niveau ausgearbeitet.

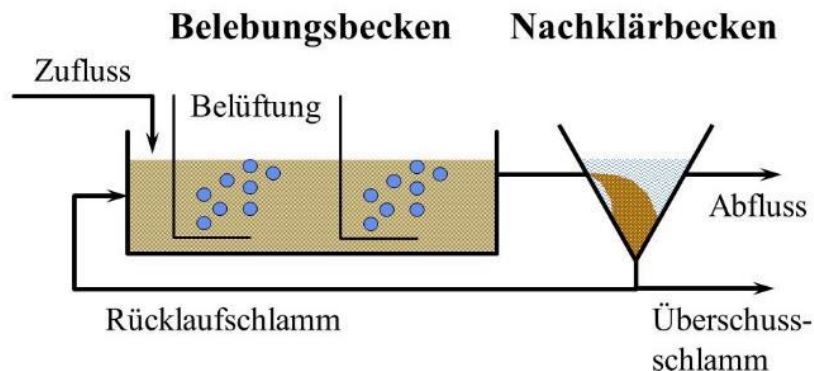
- Variante 0: Bestehende Biologie Umbau auf Längsdurchströmung (Belebtschlammverfahren)
- Variante 1.1: Konventionelles Belebtschlammverfahren: Vollausbau
- Variante 5: SBR – Biologie (konventionell)

### 5.1 BELEBTSCHLAMM VERFAHREN

Bei den Variante 0 und Variante 1.1 ist das Belebtschlammverfahren für die biologische Abwasserbehandlung vorgesehen.

#### 5.1.1 Genereller Beschrieb

Das konventionelle Belebtschlammverfahren ist in der Abbildung 9 schematisch dargestellt.



**Abbildung 9: Konventionelles Belebtschlammverfahren mit den belüfteten Belebungsbecken und der Nachklärung, um den Belebtschlamm vom gereinigten Abwasser zu trennen.**

Das konventionelle Belebtschlammverfahren ist das am meisten verbreitete Verfahren und wurde auf der ARA Aumühle bis zur Erweiterung der Biologie im Jahre 2009 angewendet.

Die Mikroorganismen, welche für den Abbau der Schmutzstoffe verantwortlich sind, leben als frei suspendierte Biomasse, sogenannter Belebtschlamm, im Belebungsbecken (BB). Das zufließende Abwasser wird unter Zufuhr von Sauerstoff mit dem Belebtschlamm durchmischt, dabei werden die gelösten organischen Schmutzstoffe durch die Mikroorganismen abgebaut. Der Belebtschlamm verlässt mit dem gereinigten Abwasser das Belebungsbecken und wird in der Nachklärung vom gereinigten Abwasser durch Sedimentation abgetrennt. Der abgesetzte Belebtschlamm wird in das Belebungsbecken rückgeführt (Rücklaufschlamm). Der durch das Wachstum der Mikroorganismen entstandene überschüssige Schlamm wird periodisch als Überschussschlamm aus dem Rücklaufschlamm abgezogen.

Je nach Reinigungsanspruch kann mit dem konv. Belebtschlammverfahren Kohlenstoffabbau, Nitrifikation, Denitrifikation und biologische Phosphorelimination betrieben werden.

Eine Bivalentzone kann wahlweise als belüftete Zone (Kohlenstoffabbau und Nitrifikation) oder als unbelüftete und damit als Denitrifikationszone betrieben werden.

Das konventionelle Belebtschlammverfahren ist ein sehr zuverlässiges und lange erprobtes Verfahren. Die Becken zeichnen sich durch die flache und somit unauffällige Bauweise aus, dadurch ist der Landverbrauch aber etwas höher.

### 5.1.2 Möglichkeit Etappierung

Es wurde eine mögliche Etappierung des Ausbaus der ARA Aumühle abgeklärt. Anhand einer mathematischen Simulation wurde die vage Aussage gemacht, dass der Umbau der bestehenden Biologie- und Nachklärbecken von querdurchströmt in längsdurchströmt womöglich ausreichen würden, die heutige Belastung den Anforderungen bzw. Einleitbedingungen entsprechend zu reinigen.

Aus diesem Grund wurden folgende zwei Varianten betrachtet:

- Variante 0: Umbau in zwei Etappen
  - 1. Etappe: Umbau auf Längsdurchströmung der Belebungs- und Nachklärbecken
  - 2. Etappe: Vollausbau analog zu Variante 1.1
- Variante 1.1: Vollausbau in konventionelles Belebtschlammverfahren

#### Variante 0: Umbau in 2 Etappen:

Beim Umbau in zwei Etappen würde in einem ersten Schritt die bestehenden Biologieblöcke mit den Belebungs- und Nachklärbecken von quer- in längsdurchströmt umgebaut und die Belebungsbecken in drei Kaskaden geteilt. Die Biotextile werden weiterverwendet. Nach Aussage der Simulation sollte damit die heutige Belastung den Anforderungen entsprechend gereinigt werden. Sobald die durch das Bevölkerungswachstum gestiegene Belastung die Kapazität der längsdurchströmten Biologie übersteigt, kann die Anlage in einer zweiten Etappe auf die Variante 1.1 ausgebaut werden.

Für die erste Etappe wurden die Kosten auf 2'480'000 CHF  $\pm$  20 % geschätzt. Da beim zweiten Ausbau die Becken und mech. Ausrüstung dennoch grundlegend angepasst werden müssten, würde 70 % der Investitionen von der ersten Etappe nicht weiterverwendet werden können.

#### Variante 1.1: Umbau in 1 Etappe:

Das Belebtschlammverfahren wird in einer Etappe bereits voll ausgebaut, sodass die Kapazität bzw. Reinigungsleistung bis ins Jahr 2045 garantiert ist.

#### Fazit Variante 0 vs. Variante 1.1:

- Wachstum wurde bei der Simulation nicht berücksichtigt.
- Wie lange oder ob überhaupt der Umbau von quer- zu längsdurchströmten Becken ausreicht, ist sehr unsicher.
- Biofilm (auf den Biotextil) lässt sich nicht zuverlässig simulieren → viele Annahmen erforderlich → Aussage unsicher.
- Hohe Kosten die bei der zweiten Etappe nicht weiterverwendet werden können. Abschreibedauer nicht bestimmbar.
- Fazit: Unklare Erfolgchancen bzw. Nutzungsdauer der ersten Etappe und 70% der getätigten Investition kann beim nächsten Ausbauschnitt nichtweiterverwendet werden.
  - Variante 0: Umbau in 2 Etappen wird nicht weiterverfolgt!
  - Variante 1.1: Umbau in 1 Etappe wird weiterverfolgt!

### 5.1.3 Auslegung

Das Belebtschlammverfahren (Variante 1.1) wird auf einen Zeithorizont bis 2045 ausgelegt und dementsprechend auf eine Belastungszunahme von +22.4 %. Hydraulisch wird die Biologie und die Nachklärung auf die Dimensionierungswassermenge von 120 l/s ausgelegt.

Daraus resultieren folgende Dimensionen für die einzelnen Verfahrensstufen:

- Bivalentzone: 975 m<sup>3</sup>
- Belebungsbecken: 1'950 m<sup>3</sup>, Wassertiefe 3.5 m
- Nachklärbecken: 1'330 m<sup>3</sup>, Wassertiefe 3.5 m

Die Belebtschlammkonzentration wurde auf 3 g/l festgelegt, um ein aerobes Schlammalter von 10 Tagen im Bemessungsfall (Abwassertemperatur 10°C) zu gewährleisten. Die Nachklärbecken wurden mit einem Schlammvolumenindex von 100 ml/g dimensioniert.

### 5.1.4 Layout

Bei der Variante 1.1 werden die bestehenden Beckenblöcke (Belebungs- und Nachklärbecken) durch abbrechen der Zwischenwände zu jeweils einem grossen Belebungsbecken umgebaut. Das Belebungsbecken wird in eine Bivalentzone und zwei belüftete Zonen geteilt. Die Nachklärung wird auf der grünen Wiese neben der bestehenden ARA gebaut.

- Bestehende Beckenstrukturen können weiterverwendet werden (Abbruch der Trennwände)
- Keine Anpassung an Betriebsgebäude
- Flexibilität durch Bivalentzone (Energie, Stickstoff)
- Zusätzlicher Landbedarf: ca. 750 m<sup>2</sup>

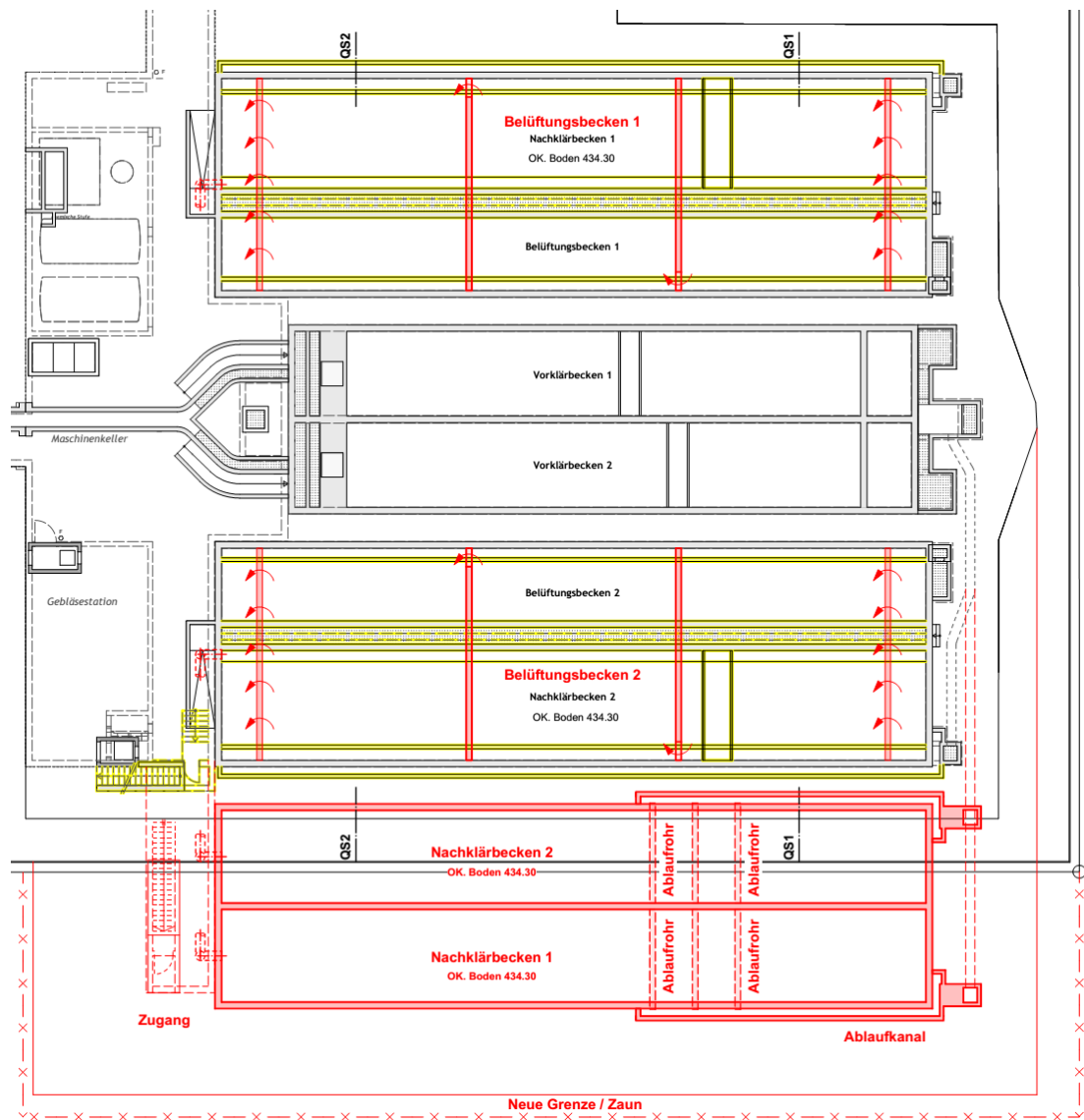


Abbildung 10: Layout Variante 1.1: Vollausbau konventionelles Belebtschlammverfahren.

### 5.1.5 Massnahmen

#### Verfahren

Das konventionelle Belebtschlammverfahren ist dem aktuellen auf der ARA Aumühle sehr ähnlich. Aktuell befinden sich in den Belüftungsbecken zusätzlich zum Belebtschlamm Biotextile, die durch den Aufwuchs von selektiven Mikroorganismen zur Reinigung beitragen. Geplant ist, die bestehenden Beckenblöcke 1 und 2 zu reinen Belebungsbecken umzubauen und die Nachklärbecken auf grüner Wiese neu zu erstellen. Die Biotextil werden entfernt, da sie nicht mehr benötigt werden. Durch die Vergrößerung der Belebungsolumen kann die verlangte Reinigungsleistung über das Jahr 2045 hinaus gewährleistet werden.

#### VKB

- Betontechnische Sanierung
- Ersatz Schleppräumer und div. mechanische Ausrüstung

**Biologie**

- Abbruch Zwischenwand der bestehenden BB und NKB
- Teilung des Beckens in 3 Zonen: Eine Bivalentzone und zwei belüftete Zonen
- Neue Belüftung, zusätzliches Gebläse.
- Rührwerk in Bivalentzone
- Verbindungsleitung Dücker von BB zu NKB

**NKB**

- Neubau Nachklärbecken
- Komplette mech. Ausrüstung: Kettenräumer, RLS Pumpen etc.

**EMSRL**

- Elektroinstallationen, Verkabelung, PLS Anpassungen, Messtechnik für neue Räumler, Belüftung etc. in VKB, BB und neuen NKB

**HLKS**

- Prozessluft und Brauchwasserleitungen
- Gebläsestation: Abluft- und Wärmekonzept

**5.1.6 Bauablauf**

Der Bauablauf gestaltet sich verhältnismässig einfach und es kann fast durchgehend eine genügende Reinigungsleistung gewährleistet werden. Es gibt Einbussen der Reinigungsleistung während der Umbauphase des ersten Beckenblock (0.5 Jahre)

1. Neubau Nachklärbecken 1+2 (0.5 a)
2. Umbau Beckenblock 2 (0.5 a) + Sanierung Vorklärbecken 2
3. Umbau Beckenblock 1 (0.5 a) + Sanierung Vorklärbecken 1

**5.1.7 Kostenschätzung**

In Tabelle 10 ist die Kostenschätzung der Variante 1.1 mit einer Kostengenauigkeit von  $\pm 20\%$  dargestellt.

**Tabelle 10: Kostenschätzung der Variante 1.1: Belebtschlammverfahren.**

<b>Position</b>	<b>Kostenschätzung CHF</b>
Verfahren	1'123'000
Bau	2'750'000
EMSRL	322'000
HLKS	80'000
Landerwerb	59'000
UVG 20 %	872'000
Baunebenkosten 20 %	872'000
<b>Total exkl. MWST</b>	<b>6'078'000</b>



## 5.2 SBR-VERFAHREN

### 5.2.1 Genereller Beschrieb

Das SBR-Verfahren (Sequencing Batch Reactor) ist ein Batch- oder Chargenverfahren. Das heisst, es finden im gleichen Becken zeitlich nacheinander in Sequenzen der biologische Abbau (Kohlenstoffabbau, Nitrifikation, Denitrifikation) und die Absetzung des Belebtschlammes statt. Dies bedeutet, dass kein separates Nachklärbecken benötigt wird.

Das Schema in Abbildung 11 illustriert die unterschiedlichen Schritte, die zeitversetzt in jedem Behälter durchlaufen werden.

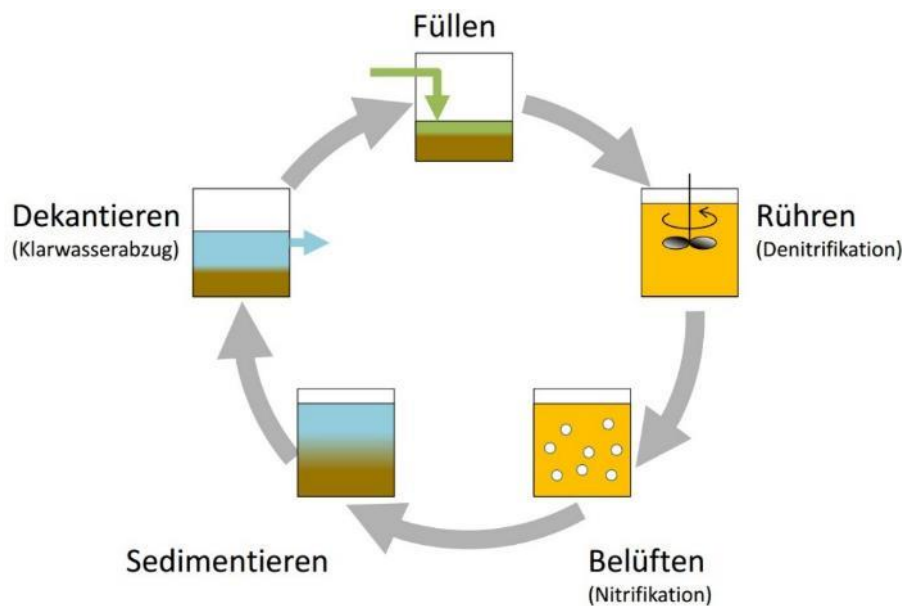


Abbildung 11: Schematische Darstellung des SBR-Verfahrens mit den verschiedenen Sequenzen, die nacheinander im selben Reaktor erfolgen.

Das SBR-Verfahren zeichnet sich durch die flexiblen anpassbaren Sequenzen und somit der genauen, aber komplexeren Prozesssteuerung aus. Es ist ebenfalls ein erprobtes Verfahren mit langer Erfahrung. Beim SBR-Verfahren werden die Becken in die Höhe gebaut (vgl. ARA Rotzwinkel).

### 5.2.2 Auslegung

Die Anlage wird auf einen Zeithorizont bis 2045 ausgelegt und dementsprechend auf eine Belastungszunahme von +22.4 %. Hydraulisch werden die SBR Behälter auf die Dimensionierungswassermenge von 120 l/s ausgelegt.

Daraus resultieren folgende Dimensionen für die einzelnen Verfahrensstufen:

- Pufferbecken: 432 m<sup>3</sup>
- SBR Beckenvolumen: 4'500 m<sup>3</sup>, Wassertiefe 6 m

Die Belebtschlammkonzentration wurde auf 3.4 g/l festgelegt, um ein aerobes Schlammalter von 10 Tagen im Bemessungsfall (Abwassertemperatur 10°C) zu gewährleisten. Der Schlammvolumenindex wurde auf 100 ml/g festgelegt.

### 5.2.3 Layout

Bei der Variante 5 werden die drei SBR Behälter inkl. Betriebsgebäude am Ort des Beckenblocks 2 gebaut. Das Vorklärbecken wird eingekürzt und in ein Pufferbecken umgebaut. Beim SBR-Verfahren kann auf eine Nachklärung verzichtet werden.

- SBR Behälter werden neu gebaut. Vorhandene Strukturen der BB oder NKB werden nicht weiterverwendet.
- Teilrückbau Beckenblock 1: Fläche auf ARA Areal wird frei
- Keine Anpassung an Betriebsgebäude
- Flexibilität durch Sequenzen (Energie, Stickstoff)
- Zusätzlicher Landbedarf: ca. 470 m<sup>2</sup>

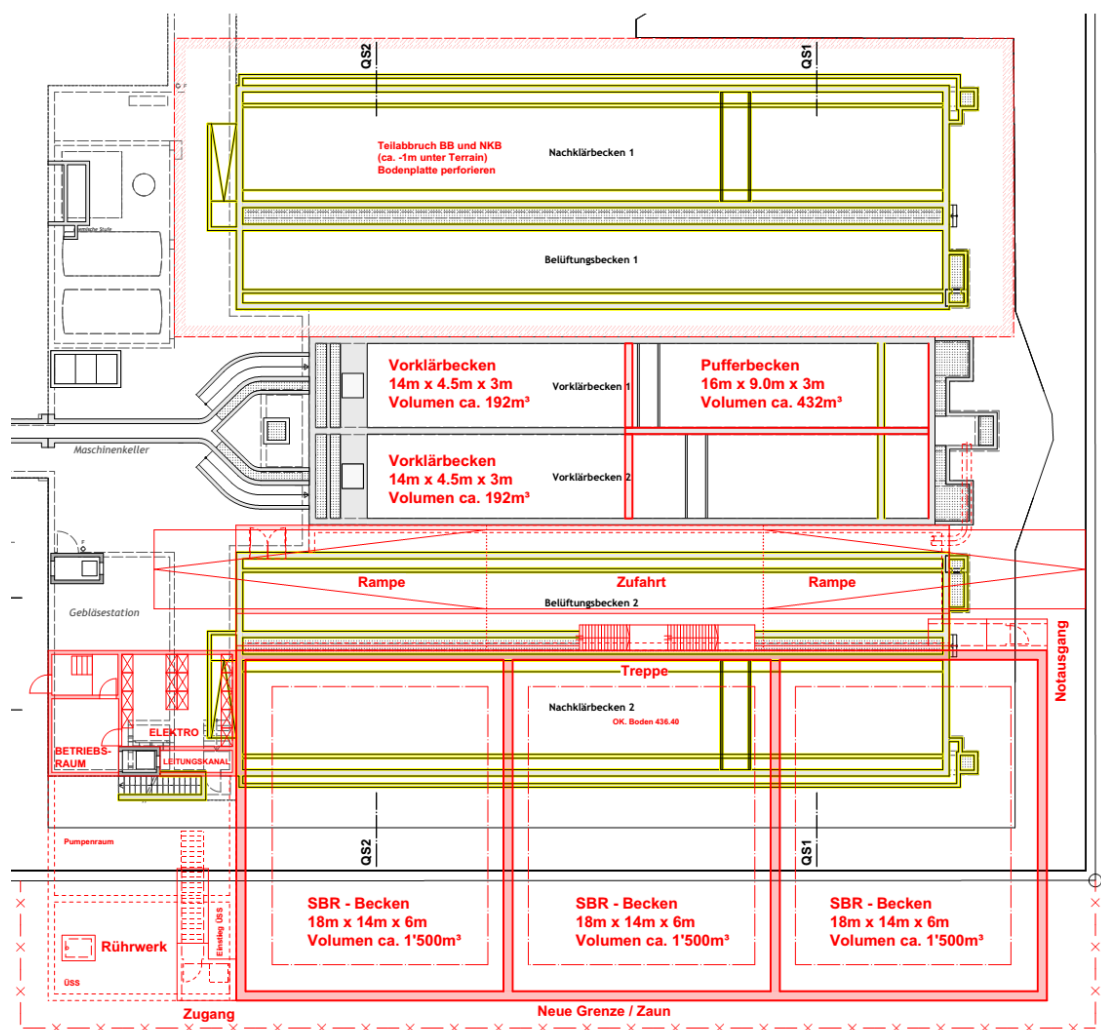


Abbildung 12: Layout Variante 5: SBR-Verfahren.

### 5.2.4 Massnahmen

#### Verfahren

Mit dem SBR-Verfahren würde ein neues Verfahren auf der ARA gewählt werden. Das Betriebspersonal und die -abläufe müssen bei einem Entscheid für das SBR-Verfahren an die neue Herausforderung angepasst werden. Da die Behälter chargenweise befüllt werden,

braucht es zur Speicherung ein Pufferbecken, da das Abwasser kontinuierlich anfällt. Beim Entleeren nach der Reinigungssequenz wird dementsprechend das gereinigte Abwasser in kurzer Zeit abgelassen, was zu einem Schwallstoss im Vorfluter führen kann.

### **VKB**

- Betontechnische Sanierung
- Ersatz Schleppräumer und div. mechanische Ausrüstung
- Einkürzen der VKB und Umbau in Pufferbecken

### **Biologie**

- Kompletter Neubau der SBR Behälter in/auf Beckenblock 2
- Pumpen: Zur chargenweisen Beschickung der SBR
- Komplette mech. Ausrüstung: Belüftersystem, ÜSS-Abzug, Rührwerk
- Rückbau Beckenblock 1

### **EMSRL**

Für die allgemeine Beschreibung der EMSRL Aspekte wird auf Kapitel 7.3.2.1 des Belebtschlammverfahrens verwiesen. Hier wird ausschliesslich für das SBR-Verfahren spezifische EMSRL Technik eingegangen.

- Für den Beschickungsvorgang der SBR werden Pumpen mit jeweils ca. 32 kW benötigt. Bei Unwetter muss mit dem Parallellauf von bis zu vier Beschickungspumpen gerechnet werden. Eine Verstärkung der Anschlussleistung sowie der Hauptverteilung ist zu erwarten.
- Für den Notbetrieb sind auf Grund der reduzierten Einspeiseleistung nicht alle Beschickungspumpen verfügbar. Es findet somit auf jeden Fall eine Teilentlastung statt.
- Im neuen Betriebsraum des SBR wird auch eine Schaltwarte integriert. Es wird die Versorgung und Steuerung der neuen Betriebsmittel (Aggregate, Verbraucher, Stellorgane und Messtechnik inkl. Automationssystem) aufgeschaltet.
- Elektroinstallationen
  - Die Erschliessung der neuen UV SBR erfolgt ab Hauptverteilung über die Kabeltrasse.
  - Die Kabeltrasse im Beckenbereich werden rostfrei ausgeführt, die Kabel sind halogenfrei, UV- und witterungsbeständig.
  - Die bestehende, wie auch die neu zu erstellende, Raum- und Aussenbeleuchtung wird (wo nötig und nicht bereits ausgeführt) auf eine energieeffiziente Beleuchtung (LED-Technik) umgerüstet. Die strahlungsarme Beckenbeleuchtung wird nach Abstimmung mit dem Flugplatz ebenfalls mittels LED-Technik ausgerüstet.
- Die Messtechnik im Bereich Analytik für die SBR-Becken ist umfangreicher als jene der Variante Belebtschlamm.
- Die Software für das SBR - Verfahren ist umfangreicher als die Variante Belebtschlamm.
- Die Telefonanlage / Personen-Alarmsystem / technisches Alarmsystem wird im Bereich SBR erweitert.

**HLKS**

- Prozessluft und Brauchwasserleitungen
- Gebläsestation: Abluft- und Wärmekonzept

**5.2.5 Bauablauf**

Der Bauablauf gestaltet sich etwas komplexer als bei Variante 1.1. Während dem Bau der SBR Behälter ist der Betrieb auf den Beckenblock 1 beschränkt und somit im Vergleich zum heutigen Zustand halbiert (ca. 2 Jahre). Dies führt zu einer Reduktion der Reinigungsleistung.

1. Ausserbetriebnahme Beckenblock 2 und Bau SBR  
Gestaffelte Sanierung & Umbau VKB & Pufferbecken 1+2  
Total 2 Jahre
2. Teilweise Rückbau Beckenblock 1

**5.2.6 Kostenschätzung**

In Tabelle 11 ist die Kostenschätzung für die Variante 5: SBR mit einer Kostengenauigkeit von  $\pm 20\%$  dargestellt.

**Tabelle 11: Kostenschätzung der Variante 5: SBR-Verfahren.**

<b>Position</b>	<b>Kostenschätzung CHF</b>
Verfahren	1'118'000
Bau	4'030'000
EMSRL	1'062'000
HLKS	100'000
Landerwerb	32'000
UVG 20 %	1'270'000
Baunebenkosten 20 %	1'270'000
<b>Total exkl. MWST</b>	<b>8'882'000</b>

## 6 VARIANTENVERGLEICH

### 6.1 VOR- UND NACHTEILE DER VARIANTEN

#### Variante 1.1: Belebtschlammverfahren

Vorteile:

- Das aktuell am meisten eingesetzte Verfahren. Ist dem aktuellen Verfahren der ARA Aumühle sehr ähnlich → Betriebserfahrung vorhanden
- Aufgrund Weiternutzung bestehender Beckenstrukturen vergleichsweise tiefe Investitionskosten
- Einfacher Bauablauf
- Vertretbare Dauer der Reinigungseinbussen während Bauphase
- Kontinuierlicher Ablauf in Vorfluter: Kein Schwall
- Einfacher und stabiler Betrieb
- Flexibilität durch Bivalentzone

Nachteile:

- Geringere Optimierungsmöglichkeit
- Allg. geringere Flexibilität als beim SBR
- Höherer Flächenbedarf als SBR
- Bildung von Schwimmschlamm und Fadenbakterien möglich

#### Variante 5: SBR-Verfahren

Vorteile:

- Hohe Flexibilität und Optimierungsmöglichkeiten durch anpassen der Sequenzen
- Höhere Stickstoffelimination als beim Belebtschlammverfahren
- Flächengewinn vor Betriebsgebäude durch Rückbau des Beckenblock 1
- Geringerer Flächenbedarf

Nachteile:

- Beckenstrukturen werden nicht weiterverwendet → Höhere Investition
- Deutlich längere Reinigungseinbussen während Bauphase
- Durch SBR: Schwall in Vorfluter (hydraulischer Stress)
- Komplexe Steuerung

## 6.2 KOSTENVERGLEICH

Für beide Varianten wurde eine Kostenschätzung mit einer Genauigkeit von  $\pm 20\%$  erstellt.

**Tabelle 12: Kostenvergleich der Variante 1.1 Belebtschlammverfahren und Variante 5 SBR-Verfahren.**

Position	Belebtschlammverfahren	SBR – Verfahren
Verfahren	1'123'000	1'118'000
Bau	2'750'000	4'030'000
EMSRL	322'000	1'062'000
HLKS	80'000	100'000
Landerwerb	59'000	32'000
UVG 20%	872'000	1'270'000
Baunebenkosten 20%	872'000	1'270'000
<b>Total exkl. MWST</b>	<b>6'078'000</b>	<b>8'882'000</b>

Die Betriebskosten der Beiden Verfahren sind erfahrungsgemäss ähnlich. Beide Verfahren sind für die gleichen Einwohnerwerte ausgelegt, werden somit über den selben Zeithorizont abgeschrieben. Aus diesem Grund können in diesem Fall die Investitionskosten direkt verglichen werden, ohne den Vergleich der Kapital- und Betriebskosten.

Das Belebtschlammverfahren schneidet mit 6.1 Mio. CHF günstiger ab als das SBR-Verfahren mit 8.9 Mio. CHF. Es besteht eine Kostendifferenz von 2.8 Mio. CHF, die hauptsächlich durch die erhöhten Kosten für den Bau begründet werden können (Strukturen können nicht weiterverwendet werden, Aufwändige SBR-Behälter).

## 6.3 NUTZWERTANALYSE

Die Nutzwertanalyse ist eine qualitative Analyse zur Entscheidungsfindung. Ziel der Analyse ist die Verfahrenswahl der biologischen Reinigungsstufe. Dafür wurden Bewertungskriterien definiert. Diese Bewertungskriterien wurden von der Projektgruppe gewichtet. Es wird jeweils pro Kriterium die Gewichtung mit der Bewertung multipliziert und daraufhin innerhalb eines Verfahrens aufsummiert. Das Verfahren mit der höchsten Gesamtnote eignet sich am besten.

$$u(x) = \sum_i g_i * u_i(x_i)$$

$u$  = Bewertung,  $g$  = Gewichtung,  $x$  = Verfahren,  $i$  = Kriterium

### 6.3.1 Bewertungskriterien

Zur Bewertung der Varianten 1.1 und 5 wurden durch die Projektgruppe die Kriterien in Tabelle 13 definiert.

Ein zentraler Analyseschritt bei der Erstellung der Nutzwertanalyse ist die Gewichtung der zuvor festgelegten Bewertungskriterien. Die Gewichtungsfaktoren geben die Wichtigkeit der einzelnen Kriterien an. Die Gewichtung wurde ebenfalls von der Projektgruppe festgelegt.

Tabelle 13: Bewertungskriterien und ihre Gewichtung der Nutzwertanalyse.

Kriterium		Gewichtung %
<b>1</b>	<b>Investitionskosten</b>	<b>35%</b>
<b>2</b>	<b>Reinigungsleistung</b>	<b>30%</b>
2.1	<i>Ablaufqualität</i>	35%
2.2	<i>Betriebssicherheit</i>	40%
2.3	<i>Flexibilität</i>	20%
2.4	<i>Einfluss auf Gewässer (Hydraulik)</i>	5%
<b>3</b>	<b>Anlagenlayout</b>	<b>15%</b>
3.1	<i>Platzbedarf / Nutzung Platzreserven</i>	40%
3.2	<i>Einbindung in bestehende Anlage</i>	40%
3.3	<i>Ausbaubarkeit</i>	10%
3.4	<i>Weiternutzung bei Zusammenschluss</i>	10%
<b>4</b>	<b>Anforderung an Betriebspersonal / Komplexität</b>	<b>5%</b>
<b>5</b>	<b>Bauablauf</b>	<b>10%</b>
5.1	<i>Komplexität Umbau / Risiken</i>	33%
5.2	<i>Provisorien</i>	0%
5.3	<i>Reinigungsleistung während Bau</i>	33%
5.4	<i>Dauer des Umbaus</i>	33%
<b>6</b>	<b>Geruchsemissionen</b>	<b>5%</b>
<b>Total</b>		<b>100%</b>

Die Bewertungsskala wurde wie folgt definiert:

1. sehr schlechte Erfüllung
2. schlechte Erfüllung
3. genügende Erfüllung
4. gute Erfüllung
5. sehr gute Erfüllung

## 6.4 BEWERTUNG

Die Kriterien und die Gewichtung wurden eingehend diskutiert. Anschliessend wurde von jedem Mitglied der Projektgruppe individuell die Kriterien anhand der Bewertungsskala bewertet. Die Resultate wurden zusammengetragen, offene Fragen und Differenzen diskutiert und geklärt und abschliessend eine gemeinsame Bewertung abgegeben. Die gemeinsame Bewertung ist in Tabelle 14 ersichtlich.

Tabelle 14: Nutzwertanalyse der Varianten 1.1 und 5.

Kriterium		Gewichtung %	Variante 1.1 Belebtschlamm Punkte	Variante 5 SBR Punkte
<b>1</b>	<b>Investitionskosten</b>	<b>35%</b>	<b>5.00</b>	<b>3.43</b>
<b>2</b>	<b>Reinigungsleistung</b>	<b>30%</b>	<b>4.4</b>	<b>4.5</b>
2.1	<i>Ablaufqualität</i>	35%	4.5	5
2.2	<i>Betriebssicherheit</i>	40%	5	4
2.3	<i>Flexibilität</i>	20%	3	5
2.4	<i>Einfluss auf Gewässer (Hydraulik)</i>	5%	5	3
<b>3</b>	<b>Anlagenlayout</b>	<b>15%</b>	<b>3.20</b>	<b>3.40</b>
3.1	<i>Platzbedarf / Nutzung Platzreserven</i>	40%	3	4
3.2	<i>Einbindung in bestehende Anlage</i>	40%	5	4
3.3	<i>Ausbaubarkeit</i>	10%	0	2
3.4	<i>Weiternutzung bei Zusammenschluss</i>	10%	0	0
<b>4</b>	<b>Anforderung an Betriebspersonal / Komplexität</b>	<b>5%</b>	<b>5.00</b>	<b>3.00</b>
<b>5</b>	<b>Bauablauf</b>	<b>10%</b>	<b>4.67</b>	<b>3.83</b>
5.1	<i>Komplexität Umbau / Risiken</i>	33%	4	5
5.2	<i>Provisorien</i>	0%	4	4
5.3	<i>Reinigungsleistung während Bau</i>	33%	5	2.5
5.4	<i>Dauer des Umbaus</i>	33%	5	4
<b>6</b>	<b>Geruchsemissionen</b>	<b>5%</b>	<b>5.00</b>	<b>5.00</b>
<b>Total</b>		<b>100%</b>	<b>4.52</b>	<b>3.84</b>

Die Variante 1.1 Belebtschlammverfahren schneidet mit 4.52 Punkten besser ab als die Variante 5 SBR-Verfahren mit 3.84 Punkten.

## 6.5 EMPFEHLUNG BESTVARIANTE

Aus der Nutzwertanalyse resultierte eine klare Empfehlung für die Variante 1.1 Belebtschlammverfahren. Bei der Vorstandssitzung des Abwasserverband Aumühle am 24.06.2019 wurde durch einen einstimmigen Beschluss die Variante 1.1 zur weiteren Ausarbeitung bestimmt. Zusammenfassend lässt sich sagen:

- Reinigungsleistung des Belebtschlammverfahrens ist sehr gut
- Anlagelayout: weiterverwenden vorhandener Strukturen führt zu tieferen Investitionskosten
- Zusätzlicher Landbedarf ist mit ca. 280 m<sup>2</sup> mehr als beim SBR-Verfahren vertretbar



- Anforderungen Betriebspersonal: bekanntes Verfahren, Betriebserfahrung vorhanden
- Mit der Bivalentzone besteht gewisse Flexibilität: Sommer- vs. Wintermonate
- Bauablauf: eingeschränkte Reinigungsleistung während vertretbarer Dauer (0.5 a) und unkomplizierter Ablauf möglich
- Investitionskosten Belebtschlammverfahren: CHF 6.1 Mio. CHF (vs. 8.9 Mio. für SBR)

## 7 VORPROJEKT BESTVARIANTE

Die Variante 1.1: Belebtschlammverfahren hat sich in der Nutzwertanalyse gegen die Variante 5: SBR-Verfahren durchgesetzt. Dadurch wird die Variante 1.1 im Folgenden auf Vorprojekt-Niveau ausgearbeitet.

### 7.1 GENERELLER BESCHRIEB

Für die Verfahrensbeschreibung wird an dieser Stelle auf das Kapitel 5.1.1 verwiesen.

### 7.2 AUSLEGUNG

Die Belastung, beschrieben in Kapitel 5.1.3 ist immer noch gültig und ist in Tabelle 15 zusammengefasst. Die Abscheideleistung des VKB ist der Tabelle 5 zu entnehmen.

Tabelle 15: Belastung ab VKB, Grundlage zur Dimensionierung des Belebtschlammverfahrens.

Parameter	Einheit	IST-Zustand		Ausbauziel 2045	
		Mittelwert	85 %-Wert	Mittelwert	85 %-Wert
CSB	kg/d	1'070	1'210	1'310	<b>1'480</b>
	EW	13'375	15'125	16'375	<b>18'500</b>
BSB <sub>5</sub>	kg/d	500	590	610	720
	EW	12'500	14'750	15'250	18'000
GUS	kg/d	334	378	409	463
	EW	13'375	15'125	16'375	18'500
NH <sub>4</sub> (inkl. Rückläufe)	kg/d	122	135	149	165
	EW	17'429	19'286	21'324	23'597
P <sub>tot</sub>	kg/d	17	18	21	22
	EW	10'500	11'375	12'847	13'918

Damit wird das Ausbauprojekt der Biologie und Nachklärung auf **18'500 EW** dimensioniert.

Hydraulisch wird die Biologie und das Nachklärbecken auf **120 l/s** dimensioniert.

Der Rechen, Sand- und Fettfang und die Vorklärung sind ausreichende hydraulisch dimensioniert und müssen somit nicht ausgebaut werden.

**Tabelle 16: Abmessung der bestehenden Vorklärung.**

Parameter	Einheit	Wert
Anzahl Becken	-	2
Breite	m	4.5
Länge	m	28
Tiefe	m	3.0
Oberfläche pro Becken	m <sup>2</sup>	126
Volumen pro Becken	m <sup>3</sup>	377

Das Belebtschlammverfahren wurde auf das geforderte aerobe Schlammalter von 10 Tagen bei minimal 10°C ausgelegt. Angenommen wurde ein Schlammvolumenindex SVI von 100 ml/g. Daraus resultieren die folgenden Kenndaten für den Auslegungsfall.

Das Biologiebecken wird in drei Zonen geteilt. Die erste ist als Bivalentzone ausgebildet, die zweite und dritte Zone sind belüftete Kaskaden für die Nitrifikation. Die Dimensionierung ist in Tabelle 17 aufgeführt.

**Tabelle 17: Dimensionierung Belebtschlammverfahren: Bivalente Zone und Nitrifikation.**

		Bivalente Zone	Nitrifikationsbecken
Anzahl Strassen	-	2	2
Beckenbreite	m	11	11
Beckenlänge	m	12	24 (12+12)
Wassertiefe	m	3.5	3.5
Beckenvolumen pro Strasse	m <sup>3</sup>	462	924
Beckenvolumen total	m <sup>3</sup>	924	1'848

Weitere Parameter aus der Dimensionierung:

Maximaler Luftbedarf: 4'700 Nm<sup>3</sup>/h

Klärschlammanfall: 687 kgTS/d

Die Nachklärung ist wie folgt dimensioniert:

**Tabelle 18: Dimensionierung Belebtschlammverfahren: Nachklärungsbecken**

		<b>Nachklärbecken</b>
Anzahl Strassen	-	2
Beckenbreite	m	5
Beckenlänge	m	38
Wassertiefe	m	3.5
Beckenvolumen pro Strasse	m <sup>3</sup>	665
Beckenvolumen total	m <sup>3</sup>	1'330
Oberfläche pro Strasse	m <sup>2</sup>	190
Oberfläche total	m <sup>2</sup>	380

### 7.3 MASSNAHMEN

Nachfolgend sind die wesentlichen Massnahmen je Arbeitsgattung beschrieben.

#### 7.3.1 Massnahmen Verfahren

Hebwerk, Rechen, Sandfang bleiben verfahrenstechnisch unverändert.

##### 7.3.1.1 Entlastung Zulauf Vorklärung

Wie bereits dargelegt, wird der Durchfluss der Biologie und Nachklärung auf 2 Q<sub>TW</sub> dimensioniert. Aus diesem Grund muss bei Regenwetter eine Entlastung höhere Durchflüsse ableiten. Die Entlastung der ARA befindet sich heute nach der Vorklärung. Dies sollte in Anbetracht des Gewässerschutzes dringend geändert werden.

Die Entlastung nach dem Vorklärbecken hat ein Ausschwemmen der Vorklärung mit hoher Schmutzstofffracht zur Folge (Organik, Ammonium-Stickstoff, Phosphor). Aus diesem Grund sollte vor der Vorklärung entlastet werden, damit anstatt hoch belastets Abwasser durch Regenwasser verdünntes Abwasser in den Vorfluter eingeleitet wird.

Für die Entlastung ist ein Entlastungsbauwerk nach dem Sandfang vorgesehen. Ein mechanischer Schieber soll den Zulauf auf 120 l/s beschränken und höhere Zuflüsse per Überfall in den Entlastungskanal leiten. Der Entlastungskanal wird um die neuen Nachklärbecken der ARA in den Ablaufkanal geleitet.

Vor der Vorklärung wird ein Venturi zur Durchflussmessung gebaut. Der Durchfluss im Entlastungskanal soll ebenfalls gemessen werden.

Der Kanton akzeptiert die Entlastung vor der Vorklärung auf 2 Q<sub>TW</sub> gemäss dem Schreiben vom 13.11.2019 (Anhang 5). Um aber eine Zunahme der Entlastungen zu verhindern, fordert der Kanton die Gemeinden auf, die Massnahmen gemäss GEP bis 2025 umzusetzen, damit die bei Regenwetter weniger Regenwasser in die Kanalisation gelangt. Für die Umsetzung der GEP-Massnahmen gibt der Kanton eine Frist von 2 Jahren ab Inbetriebnahme der Biologie (somit 2027). Bei ungenügender Umsetzung wird der Kanton dann den Bau eines Regenbeckens auf dem Areal der ARA Aumühle prüfen.

### **7.3.1.2 Vorklärung**

Es werden neue Schleppräumer in die Vorklärung eingebaut. Die bestehenden werden demontiert und entsorgt. Zusätzlich werden Anpassungen an den Beckenausrüstung (sicherer Einstieg etc.) vorgenommen.

Das Rührwerk im Mischschacht nach der Vorklärung wird entfernt und der Schacht aufgefüllt, damit Ablagerungen verhindert werden.

Das Fällmittel wird in den Kanal zwischen VKB und Biologie dosiert. Es sollte im Kanal und anschliessend in der Bivalentzone mit dem Rührwerk genügend durchmischt werden.

### **7.3.1.3 Biologie**

Die Biologiebecken werden in eine Bivalentzone und zwei Belüftungszonen geteilt.

#### **Bivalentzone**

Die Bivalentzone kann wahlweise belüftet (aerob) oder nur gerührt (anoxisch) betrieben werden. Geplant ist ein Hyperboloid Rührwerk, das Vorteile aufweist bei eher flachen Becken mit grosser Oberfläche. Zusätzlich wird ein Belüftersystem installiert.

#### **Belüftungsbecken / Belebungsbecken**

Die Ausrüstung der Belebungsbecken wird komplett erneuert. Die Luftzufuhr wird über zwei luftgekühlte Turbogebläse (ein bestehendes und ein neues) gewährleistet. Diese werden im heutigen Gebläseraum untergebracht. Die Belüfter, Verrohrung, Regelarmaturen wie auch die Messtechnik werden neu erstellt. Das Belüftungssystem wird in zwei unabhängige Belüftungszonen eingeteilt, damit in den einzelnen Kaskaden die benötigten Luftmengen unabhängig voneinander eingestellt werden können. Eine Rezirkulation aus den Belüftungsbecken in die Bivalentzone ist nicht vorgesehen. Das Nitrat wird über den Rücklaufschlamm aus der Nachklärung in die Bivalentzone zurückgeführt.

Die Verbindung zwischen Biologie und Nachklärung wird neu per Dückerleitung durch den Werkleitungsgang realisiert.

### **7.3.1.4 Nachklärung**

Die zwei Nachklärbecken werden auf grüner Wiese gebaut und dementsprechend komplett neu ausgerüstet. Die Nachklärbecken sind ohne Trichter geplant. Der Schlamm wird per Kettenräumer zum Einlauf rückgeführt und von den im Werkleitungsgang trocken aufgestellten RLS-Pumpen in die Bivalentzone transportiert. Der Schwimmschlamm wird mit einer Skimrinne entfernt und über den SS-Schacht in den Schlamm bunker gepumpt.

Mit Tauchrohren wird das gereinigte Abwasser gefasst und per Überfall in den Ablaufkanal geleitet.

## **7.3.2 Massnahmen Bau**

### **7.3.2.1 Entlastung Zulauf Vorklärung**

Die Entlastung verlangt ein Neubau des Entlastungskanals (inkl. Überfall) und ein Venturi im Zulaufkanal zur Vorklärung.

Die Entlastungsleitung ist auf 240 l/s dimensioniert. Dies entspricht einer Rohrleitung NW 600 mm bei 5 ‰ Gefälle.

### 7.3.2.2 Vorklärung

In den VKB wird der Beton entsprechend der Notwendigkeit saniert.

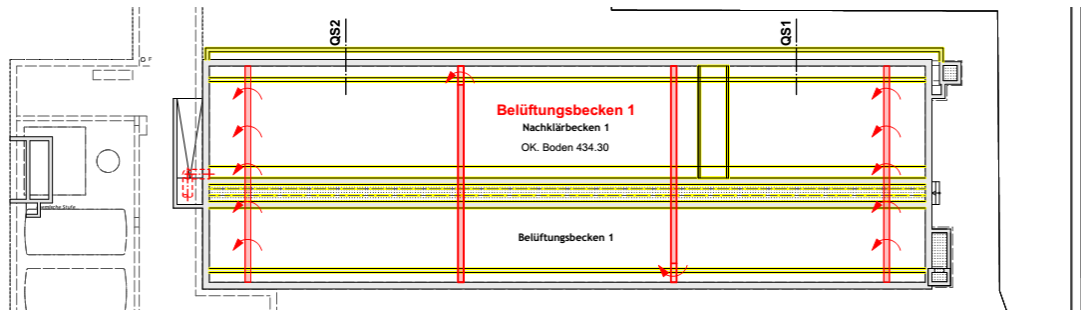
Der Mischschacht nach der Vorklärung wird aufgefüllt, damit Ablagerungen vermieden werden.

### 7.3.2.3 Biologie

Bei den bestehenden Beckenblöcken 1 und 2 werden die Zwischenwände abgebrochen, um jeweils ein grosses Biologiebecken zu erstellen.

Weiter werden die Zulauf- und Ablaufrinnen sowie der RLS-Kanal rückgebaut.

Das neue Biologiebecken wird durch zwei Zwischenwände in drei Zonen geteilt: Eine Bivalentzone und zwei Belebungszone. Per Dücker durch den Werkleitungsgang wird das Abwasser vom Belebungsbecken zur Nachklärung transportiert.



**Abbildung 13: Umbau des Beckenblock 1 (BB und NKB) zu einem grossen Biologiebecken. Gelb: Rückbau, rot: Neubau, schwarz: weiterverwendet. Der Beckenblock 2 wird analog umgebaut.**

Betonsanierungen werden entsprechend dem Gutachten von LPM (betontechnische Untersuchung) durchgeführt.

### 7.3.2.4 Nachklärung

Die Nachklärung wird auf grüner Wiese neben dem Beckenblock 2 neu erstellt. Die Becken müssen gepfählt werden. Der Baugrubenabschluss erfolgt gemäss der Empfehlung der geotechnischen Untersuchung. Eintretendes Grundwasser in die Baugrube wird herausgepumpt.

Der Leitungsgang wird bis zum Ende des zweiten NKBs verlängert. Im Leitungsgang können die RLS-Pumpen trocken aufgestellt werden.

Der Ablaufkanal der NKB bis zum bestehenden Ablaufkanal wird neu gebaut.

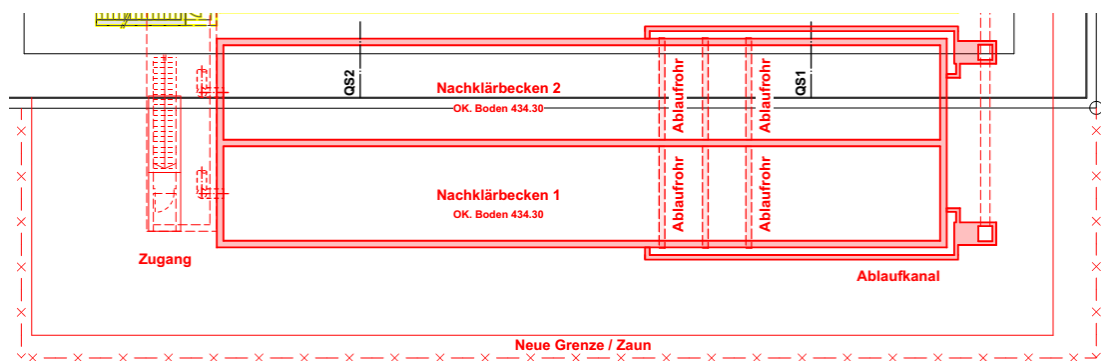


Abbildung 14: Die Nachklärung wird neu gebaut. Der Werkleitungsgang wird bis zu den NKB verlängert. Der bestehende Ablaufkanal wird bis zu den NKBs weitergezogen.

### 7.3.3 Massnahmen EMSRL

#### 7.3.3.1 Stromeinspeisung

Die bestehende Einspeisung des Elektrizitätswerkes Nidwalden erfolgt ab Transformator des EWN. Aktuell mittels einer parallelen Einspeisung. Der eingestellte Nennstrom des Leistungsschutzschalters der Einspeisung ist mit  $I_n = 500 \text{ A}$  begrenzt.

Da keine zusätzlichen parallelen Energieverbräuche zum heutigen System erwartet werden, ist eine Verstärkung der Zuleitung respektive der Hauptverteilung nicht zu erwarten.

Im Jahre 2019 wurde ein Zusammenschluss zum Eigenverbrauch (ZEV) zwischen der ARA Aumühle, der Feuerwehr Buochs-Ennetbürgen und dem Werkhof Buochs umgesetzt.

Die bestehende BHKW-Anlage (elektrische Leistung 47.5 kW, thermische Leistung 90 kW) wird im Jahre 2020 mit identischen Leistungsdaten ersetzt.

Die beiden Photovoltaikanlagen auf den Dächern der Feuerwehr sowie des Werkhofes weisen je eine elektrische Leistung von 29.5 kW auf.

Die bestehende Kompensationsanlage hat ihre Lebensdauer bereits überschritten. Im Jahre 2020 ist der Ersatz mittels Einsatz eines Aktivfilters geplant.

Für die Variante Belebtschlamm genügt der bestehende Anschluss weiterhin. Es sind keine Anpassungen innerhalb der Hauptverteilung notwendig.

#### 7.3.3.2 Energiemessung

Die ARA Aumühle ist aktuell ein Niederspannungsbezüger. Mit der Errichtung der Eigenverbrauchsgemeinschaft wurde die bestehende Hauptbezugs- respektive Rückgabemessung

als Verrechnungsmessung in Betrieb genommen.

Die internen Messpunkte werden aktuell ebenfalls mittels Zählern des EWN gemessen, die Verrechnung erfolgt jedoch intern durch den ARA-Betrieb an ARA, Feuerwehr und Werkhof.

Die gewonnene Energie wird fast vollständig durch den ARA-Betrieb genutzt.

Es sind keine zusätzlichen Massnahmen erforderlich.

#### **7.3.3.3 Notstromkonzept**

Die ARA Aumühle verfügt aktuell über ein mobiles Notstromaggregat mit elektrischer Leistung von 127 kW / 159 kVA (Beschaffung im Jahre 2013). Der Betrieb wird jährlich 2-mal während je einem halben Tag sichergestellt. Die Umstellung auf Notstrombetrieb ist innerhalb von 45 Minuten möglich.

Die Umschaltung vom EW-Netz auf das Notstromnetz erfolgt manuell mittels zwangsgeführtem Umschalter innerhalb der Hauptverteilung.

Vor der Inbetriebnahme des Notstromaggregates sind die Fremdsysteme und externen Grossverbraucher zwingend auszuschalten (BHKW, Photovoltaik, Wärmepumpen etc.).

Mittels USV-Anlage wird das Prozessleitsystem (Rechner), die Alarmierung und die Telefonie während 1 Stunde gestützt.

Für die Notstrombeleuchtung innerhalb des ARA Betriebes sind diverse fix installierte Handleuchten (aktuell Fabrikat Gifas) mit Ladestationen installiert.

Die Fluchtwege sind mittels lang nachleuchtender Beschilderung gekennzeichnet.

Im Bereich USV für die Kommunikation, Alarmierung und Prozessleitsystem wird eine Leistungs-Verstärkung vorgesehen.

#### **7.3.3.4 Schaltanlagen**

Die bestehenden Verteilungen bleiben bestehen. In Folge der Sanierung und Erweiterung werden diverse Komponenten rückgebaut. Im Untergeschoss werden zwei Verteilungen ersetzt (chemische Stufe und Biologie). Die jeweiligen Einspeisungen reichen auch in Zukunft aus. Es wird die Versorgung und Steuerung der neuen Betriebsmittel (Aggregate, Verbraucher, Stellorgane und Messtechnik inkl. Automationssystem) aufgeschaltet.

Nach Bedarf werden zusätzliche dezentrale Pilotventilkästen zur Ansteuerung der pneumatischen Antriebe installiert. Der vorhandene Ventilblock (aus dem Jahre 2010) bei der Fällmiteldosierung wird erweitert.

Notwendige Anpassungen und Demontagen inklusive Entsorgung erfolgen fachgerecht.

#### **7.3.3.5 Elektroinstallationen**

Die Zuleitungen ab Niederspannungsverteilung zu den Unterverteilungen können wiederverwendet werden. Die Feinerschliessung der Betriebsmittel erfolgt mit Kabeltrassen, Kabelgitter und allenfalls Kabelschutzrohren. Bei Veränderungen innerhalb der vorhandenen Anlage teile erfolgen Anpassungen nach Bedarf.

Neue Betriebsmittel werden jeweils ab Schaltschrank komplett neu verkabelt respektive verschlaucht.

Die bestehende Raum- und Aussenbeleuchtung wird (wo nötig und nicht bereits ausgeführt)



auf eine energieeffiziente Beleuchtung (LED-Technik) umgerüstet.

Es werden (den betrieblichen Bedürfnissen entsprechend) diverse neue Steckdosenkästen ergänzt. Dies vor allem im Aussenbereich der Becken.

Das Erdungssystem und der Potentialausgleich werden den Vorschriften entsprechend ausgeführt.

Bei wegfallenden Betriebsmitteln werden die zugehörigen Elektroinstallationen demontiert und fachgerecht entsorgt.

#### **7.3.3.6 Messtechnik**

Die bestehende Messtechnik wurde im Jahre 2010 installiert. Einzelne Hardware ist gar noch älter. Hier wird gezielt nach Bedarf eine Ersatzbeschaffung realisiert.

Für die Verfahren Zulauf, Vorklärbecken inkl. Probenahmen, Biologie inkl. Gebläse, Nachklärbecken inklusive Rücklaufschlamm, Schwimmschlamm-schacht und Auslaufmessungen werden teilweise zusätzliche Systeme verlangt. In diesen Bereichen werden sämtliche Messungen neu beschafft.

#### **7.3.3.7 Prozessleitsystem**

Die bestehende Prozesssteuerung und das Leitsystem der Firma Chestonag stammt aus dem Jahr 2010. Der Ausbau erfolgt mit dem selben System. Im Bereich der Prozesssteuerung wird das Fabrikat Siemens Typ CPU 15xx verwendet. Die Verfahren Vorklärbecken, Biologie inkl. Gebläse, Nachklärbecken inklusive Rücklaufschlamm, Schwimmschlamm-schacht und Auslaufmessungen werden über die neue CPU der Biologie gesteuert.

Die Upgrades des Prozessleitsystems und der PC-Hardware ist für den Zeitpunkt der Sanierung / Erweiterung geplant.

#### **7.3.3.8 Telefonanlage / Personen-Alarmsystem / technisches Alarmsystem**

Im Jahre 2018 wurde die All-IP-Telefonie umgesetzt. Das technische Alarmsystem wurde erneuert, der Personenalarm wurde wiederum unterstützt. Im Jahre 2019 wurde die Zentrale der Feuerwehr ebenfalls in das System der ARA integriert. Hier sind mit der geplanten Sanierung / Erweiterung keine Massnahmen notwendig.

#### **7.3.3.9 Brandalarm**

Im Jahre 2019 wurde eine abgespeckte gemeinsame Brandalarm-Anlage für die drei Werke Feuerwehr, ARA und Werkhof realisiert. Es sind keine Massnahmen hierzu erforderlich.

#### **7.3.3.10 Etappierung / Provisorien**

Der Um- und Neubau der Elektroanlagen folgt in allen Teilen dem verfahrens- und bautechnischen Vorgehen. Entsprechende Provisorien und Demontagen sind im vorliegenden Projekt enthalten.

### **7.3.4 Massnahmen HLKS**

#### **7.3.4.1 Gebläsestation: Abluftkonzept**

Die Kühlluft für den Gebläseraum strömt über einen Luftfilter frei in den Gebläseraum ein. Diese Luft wird je nach Bedarf von den Schallkapselventilatoren der Gebläse angesaugt. Ein über einen Frequenzumformer bedarfsgeregelter Abluftventilator fördert die Luft über ein Kanalnetz entweder direkt ins Feie, oder führt diese im Winter wieder dem Raum als Heizwärme zu. Im Gebläseraum wird ein Unterdruck entstehen, welcher der Druckdifferenz über die Filter entspricht. Als Luftfilter wird das bestehende Bauwerk weiterverwendet.

#### **7.3.4.2 Brauchwasserleitung und -Anschlüsse**

Das Brauchwasser wird ab dem bestehenden Netz im Leitungsgang UG abgenommen. Für die Reinigung der Becken werden frostsichere Brauchwasserhydranten an den Becken installiert. Die Zuleitungen erfolgen mit PE-Druckrohren im Erdreich. Im Sammelleitungskanal zwischen den VKB und der Biologie wird ein Frostschutzband mit Steuergerät und Zubehör installiert.

Die Anschlüsse bei den Nachklärbecken werden zusammen mit den Baumeisterarbeiten durchgeführt. Zwischen den Belüftungs- und Vorklärbecken werden die alten Leitungen und Hydranten durch neue ersetzt.

Die Brauchwasseranschlüsse der VKB-Schlammrinnen werden ebenfalls am bestehenden Brauchwassernetz angeschlossen. Der Spülvorgang wird über ein langsam öffnendes Ventil ausgelöst. Die Zuleitung muss im Gefälle zum Becken hingeführt werden. Somit wird das Rohrstück im Freien natürlich entleert und die Leitung kann nicht einfrieren.

#### **7.3.4.3 Druckluftspülung VKB in Trichter mit Lanze**

Es kann vorkommen, dass der Schlamm im VKB nicht abgezogen werden kann. Bisher wurde mit Brauchwasser die Leitung entstopft und der Schlamm aufgelockert. Neu soll mit einer Druckluftlanze der Schlamm aufgelockert werden können. Dafür wird zusätzlich je ein Prozessluftanschluss und Ventil benötigt.

### **7.3.5 Zusatzmassnahme Abdeckung VKB**

Per Vorstandsbeschluss vom 20.11.2019 wurde die Zusatzmassnahme "Abdeckung VKB" ins Vorprojekt "Ausbau Biologie" aufgenommen.

In der Umgebung der ARA Aumühle treten gelegentlich Geruchsbelästigungen auf. Die stärksten Geruchsemissionen kommen vom Rechen und Sand- und Fettfang und der Vorklärung. Der Rechen und Sand- und Fettfang sind eingehaust und die Abluft wird über einen Biofilter gereinigt. Um die Geruchsemission weiter einzudämmen, gäbe es die Möglichkeit, die Vorklärung und den Zulaufkanal abzudecken, die Luft abzuziehen und ebenfalls über den Biofilter zu reinigen.

#### **7.3.5.1 Verfahren und Bau**

Die GFK-Abdeckung kann entweder möglichst flach über der VKB Kante geplant werden (abhängig vom Platzbedarf des installierten Räumers) oder mit einem gewissen Aufbau (Wanderhöhung), damit die Zugänglichkeit für Wartungsarbeiten einfacher ist. Die Abdeckung soll aber in jedem Fall Montageöffnungen für die Wartung haben. Der vertikale Aufbau

hat aber deutliche Mehrkosten zur Folge.

Die Abdeckung der Vorklärung hat Auswirkung auf die Materialanforderung des Schleppräumers. Mit Abdeckung muss der Räumler aus V2A rostfreiem Stahl sein. Dies hat Mehrkosten zur Folge. Mit einer Abdeckung kommt ein Bediensteg auf dem Räumler nicht in Frage.

Die Gitterroste sollen durch GFK-Platten ersetzt werden, die mit ihrem geringen Gewicht einfacher für die Reinigung entfernbar sind.

Das Abluftrohr vom VKB zum Abluftbiofilter kann über den Werkleitungskanal geführt werden. Der Abluftbiofilter hat genügend Kapazität zur Behandlung der Abluft vom VKB und vom Zulaufkanal.

Der Abdeckung des Zulaufkanals wird eher eine kleine Wirkung zugeschrieben. Deshalb wird in der Kostenschätzung nur von der Abdeckung der Vorklärung ausgegangen.

#### 7.3.5.2 EMSRL

Der neue Abluftventilator wird mittels Frequenzumformer betrieben. Die erforderlichen Einbauten inklusive Frequenzumformer erfolgen in den Schaltschrank der Biologie.

Die Feinerschliessung der Abluftklappe und des Abluftventilators erfolgt mit Kabeltrassen, Kabelgitter und allenfalls Kabelschutzrohren.

Die beiden Komponenten werden mittels Prozesssteuerung betrieben und über das Leitsystem bedient. Der KV umfasst die Elektroinstallation, Schaltschrankbau und Automation.

#### 7.3.5.3 HLKS

Die beiden Vorklärbecken werden mit Abdeckungen versehen. Aus den Abdeckungen, welche ringsherum einen kleinen Spalt aufweise, wird Luft abgesaugt und damit ein Unterdruck erzeugt. Dadurch kann die Geruchsbelastete-Luft nicht in die Umgebung gelangen. Die abgesogene Luft wird über eine Kunststoff-Rohrleitung in den Leitungsgang geführt. Im Leitungsgang wird der Abluftventilator installiert, welcher die Luft in den Zuluftkanal des Biofilters fördert. Über dem Biofilter werden die Geruchsstoffe abgebaut.

#### 7.3.5.4 Grobkostenschätzung

GFK Abdeckung Vorklärung	150'000 CHF
Optional: GFK Wanderhöhung	90'000 CHF
Aufpreis V2A Kettenräumer	35'000 CHF
Lüftung: Rohrleitung / Ventilator / Armaturen	30'000 CHF
EMSRL: Abluftventilator + Klappe	10'000 CHF
<b>Total exkl. MWST</b>	<b>315'000 CHF</b>

## 7.4 KOSTEN

Der KV der Bestvariante wurde durch Richtofferten verifiziert und verfeinert. Nachfolgend sind die Investitionskosten in aggregierter Form dargestellt. Die detaillierte Kostenschätzung ist in Anhang 1 einzusehen.

### 7.4.1 Investitionskosten

In Tabelle 19 ist die Kostenschätzung der Bestvariante mit einer Kostengenauigkeit von  $\pm 15\%$  dargestellt.

**Tabelle 19: Kostenschätzung der Bestvariante Belebtschlammverfahren.**

Position	Kostenschätzung CHF
Verfahren	1'281'000
Bau	3'410'000
EMSRL	400'000
HLKS	133'000
Landerwerb	59'000
UVG 15%	790'000
Baunebenkosten 20%	1'055'000
<b>Total exkl. MWST</b>	<b>7'128'000</b>

Veränderte / Zusätzliche Positionen im Vergleich zur Variantenstudie (Tabelle 10):

- Zusätzlich: Abdeckung VKB
- Zusätzlich: Entlastungsbauwerk inkl. Kanal vor der Vorklärung
- Zusätzlich: Sammelleitungskanal zw. VKB und Biologie
- Erhöht: Richtofferte Ausrüstung Biologie
- Reduziert: Betonsanierung durch Beschichtung der Becken

Im Vergleich zur Variantenstudie hat dies eine Zunahme der Investitionskosten um 17.3 % zur Folge.

## 7.5 TERMINE UMSETZUNG

Das weitere Vorgehen und die voraussichtlichen Termine ist folgend kurz aufgeführt:

	Dauer:	Abgeschlossen bis:
Vorprojekt (inkl. Variantenentscheid):	Abgeschlossen	Ende 2019
Information Delegiertenversammlung:		Juni 2020
Kreditgenehmigung durch Delegiertenversammlung:		Juni 2021
Detailprojektierung:	0.5 Jahre	Ende 2021
Bewilligungsverfahren:	0.5 Jahre	Mitte 2022
Submissionsphase:	0.5 Jahre	Ende 2022
Bauzeit:	2.0 Jahre	Ende 2024
Inbetriebnahme / Abschluss:	0.5 Jahre	Mitte 2025

## 8 ZUSATZABKLÄRUNGEN: MACHBARKEIT UND GROBKOSTEN

Gemäss Offerte OF\_I19205 Zusatzabklärungen Vorprojekt Biologie: Abklärung Massnahmen und Grobkostenschätzung.

### 8.1 GEBÄUDESANIERUNG BETRIEBSGEBÄUDE – BAUSEITS

#### 8.1.1 Massnahmen

Die Gebäude sind grundsätzlich in gutem Zustand. In Zukunft fallen folgende drei Sanierungen an:

- Die Gebäudefassade ist mehr als 35 Jahre alt. Die Firma Odermatt führte eine Bestandsaufnahme durch. Der Aufbau der heutigen Fassadenverkleidungen direkt auf die Betonwände lassen allfällige Undichtigkeiten nicht erkennen.
- Die Tore und Fenster sind mehr als 35 Jahre alt. Die Firma WASTA führte eine Bestandsaufnahme durch.

Die Storenanlagen im Betriebsgebäude wurden im Jahre 2012 neu bei der Firma Birrer beschafft.

#### **Fenster und Türen in Aluminium**

Im Betriebsgebäude sind diese in einem recht guten Zustand müssten jedoch gewartet und teilweise repariert werden. Ersatzteile sind nur noch bedingt erhältlich. Vor einer allfälligen Wartung müsste eine genaue Bestandsaufnahme gemacht und die Erhältlichkeit der entsprechenden Ersatzteile abgeklärt werden.

Im Rechengebäude ist der Zustand der Fenster in Folge der aggressiven Luft schlecht. Dies zeigt sich durch Farb- und Korrosionsschäden an den Profilen sowie beschlagene Gläser. Eine Wartung ist daher nicht sinnvoll.

#### **Falttore in Stahl**

Diese sind technisch in einem recht guten Zustand, jedoch in unisolierten Stahlprofilen ausgeführt und somit entsprechen sie nicht den heutigen wärmetechnischen Anforderungen. Wartung und Reparaturen sind möglich da Ersatzteile noch erhältlich sind.

#### **Brandschutztüre in Stahl**

Diese müsste voraussichtlich den heutigen Normen angepasst und somit ersetzt werden. Dadurch würde diese auch bessere wärmetechnische Werte aufweisen. Nach den heutigen Vorschriften ist eine jährliche Wartung zwingend.

#### **Rolltore in Aluminium**

Diese wurden im Jahre 1991 montiert und funktionieren einwandfrei. Nach den heutigen Vorschriften ist eine jährliche Wartung zwingend.

#### **Zusammenfassung**

Wartungen sind nur teilweise sinnvoll und möglich. Die Lebensdauer der Bauteile nach einer Wartung ist schwer einschätzbar. Ebenfalls werden mit zunehmendem Alter Ersatzteile immer weniger erhältlich sein. Bei teilweiser Neuanfertigung von Fenstern und Türen müssen die Kosten für Fassaden-Demontage, -Anpassung und -Wiedermontage mit berücksichtigt werden. Eine Komplettsanierung der Gebäudehüllen nach ca. 40 Jahren wäre sicher zukunftsorientiert und in absehbarer Zeit sowieso nötig.

- Das Flachdach des Betriebsgebäudes wurde im Jahre 2012 saniert. Im Bereich der SEA wurde im Jahre 2016 durch den Dachdecker ein Angebot für eine Sanierung abgegeben im Zusammenhang mit der allfälligen Errichtung einer Photovoltaikanlage. Diese Massnahme ist erst bei Auftreten einer Undichtigkeit respektive Risserkennung bei den Folien auszuführen. Die Notwendigkeit wird innert der nächsten 10 Jahre erwartet.

### 8.1.2 **Kosten**

Fassadenerneuerung	511'000 CH
Betriebsgebäude	120'000 CHF
SEA-Gebäude	235'000 CHF
Faultürme	115'000 CHF
Notwendiger Gerüstbau 1200 m <sup>2</sup> à CHF 34.00	41'000 CHF
Wartung von Fenster, Türen und Tore	30'000 CHF
Ersatz von Fenster, Türen und Tore	330'000 CHF
Flachdachsanierung Gebäude SEA inkl. Gerüste	97'000 CHF
<b>Total exkl. MWST</b>	<b>968'000 CHF</b>

## 8.2 **UMGEBUNGSRARBEITEN**

Die Umgebung bzw. der Vorplatz der ARA Aumühle unterliegt deutlichen Setzungen. Der Belag hat sich an gewissen Stellen dermassen abgesetzt, dass Risse entstanden sind. Durch die Absenkungen ist es möglich, dass Leitungen im Untergrund beschädigt wurden.

### 8.2.1 **Massnahmen**

Der Belag des Vorplatzes soll neu gemacht werden. Im selben Zuge werden alle Leitungen im Untergrund ersetzt. Es wird auf eine vorgängige Zustandsaufnahme der Leitungen verzichtet.

### 8.2.2 **Kosten**

Umgebung: Belagsarbeiten	460'000 CHF
Ersatz Kanalisation	260'000 CHF
<b>Total exkl. MWST</b>	<b>720'000 CHF</b>

## 8.3 **GESAMTERNEUERUNG STEUERUNG (GENERATIONENWECHSEL)**

Die bestehende Prozesssteuerung und das Prozessleitsystem der Firma Chestonag steuert das Verfahren der ARA Aumühle. Die Aussenwerke der Gemeinden Ennetbürgen, Buochs und Emmetten sind ebenfalls aufgeschaltet. Die beiden Rechner des Prozessleitsystems wurden im Jahre 2019 ersetzt. Das System erhielt ein Upgrade. Die Messtechnik der ARA wurde im Jahre 2010 aktualisiert.

Mit der Ausführung des Projektes „Biologie“ wird eine neue Steuerungsfamilie auf der Anlage eingeführt. Das Upgrade des Prozessleitsystems hat unter anderem auch eine erweiterte Bildschirmauflösung zur Folge.

### 8.3.1 Massnahmen

Die nachfolgend aufgeführten Komponenten sind bereits im Projekt „Biologie“ aufgerüstet:

Rechner 1 / Rechner 2:	Prozessleitsystem
CPU Biologie:	Dezentrale Peripherie ET200SP, UV „Biologie“ VKB, Biologie inkl. Gebläse, NKB, Fällmittel, Infrastruktur

#### 8.3.1.1 Ersatz Steuerung

Es ist geplant, die bestehenden Systeme der Anlage nachzuziehen. Die bestehenden Steuerungen sollen in der Folge der Sanierung Biologie ebenfalls mittels dem System Siemens S7-15xx realisiert werden. Die dezentrale Peripherie wird weiterverwendet. Die entsprechende Software wird ebenfalls nachgeführt.

CPU Warte:	Dezentrale Peripherie ET200S
UV "Warte"	Rechen, Sandfang, Frischschlamm, Druckluft, Faulwasser, Stapelbehälter, Schlammumwälzung, Gasanlage, Messungen, Anschaltung der Aussenwerke inkl. Messungen, Kommunikation
UV "chem. Stufe":	Infrastruktur, Kran, Brauchwasser, Messungen
UV "Faulung":	Schieber
Hauptverteilung:	Energieverteilung / Energiegemeinschaft /Messung
UV "Heizung":	HLK plus BHKW
UV "Hebwerk":	Zufluspumpen, Strainpresse, Rechengutpresse
UV "SEA2:	Schlammmentwässerung und HLK

Die beiden Kellerentwässerungen werden auf das PLS aufgeschaltet.

#### 8.3.1.2 Schaltanlagen

Bei den beiden Schaltanlagen „Warte“ und „chem. Stufe“ sind mit der Erweiterung Biologie diverse Komponenten entfallen. Die Felder werden angepasst.

#### 8.3.1.3 Elektroinstallationen

Die notwendigen Anpassungen werden fachgerecht ausgeführt.

#### 8.3.1.4 Messtechnik

Die aktuellen Messungen mittels Einperlverfahren werden ersetzt.

#### 8.3.1.5 Betriebsdatenerfassung

Für die Betriebsdatenerfassung wird aktuell das Produkt der Firma ARACOM verwendet. Aktuell wird die Zusammenarbeit der drei kantonsinternen Kläranlagen gestärkt. Da die ARA Lopper wie auch die ARA Rotzwinkel über das Produkt der Firma ips niffeler verfügen, soll zum Zeitpunkt der Sanierung / Erweiterung spätestens mit dem Tausch der ebenfalls auf dieses System gewechselt werden.



### 8.3.2 Kosten

	Umfang	Elektroin- stallationen	Schalt- schrankbau	Automa- tion	Mess- technik	Betriebs- daten
Anpassungen	UV "Warte"	5'000	20'000	5'000		
Anpassungen	UV "chem. Stufe"	5'000	20'000	15'000		
Messtechnik					25'000	
Software-Up- date	Prozesssteuerung / Prozessleitsystem			150'000		
Detailschema				20'000		
Betriebsda- tensoftware	Neuinstallation inkl. Wartungsprogramm und Datenüber- nahme					35'000
Total		10'000	40'000	190'000	25'000	35'000

**Total EMSRL exkl. MWST**

**300'000 CHF**

### 8.4 UMBAU UND SANIERUNG FAULUNG INKL. GASOMETER

Die Faulung erreicht allmählich ihre Kapazitätsgrenze, das heisst, die minimale Aufenthaltszeit des Schlammes in der Faulung reicht bald nicht mehr aus (20 Tage). Der Gasometer hat seine Nutzungsdauer erreicht und sollte grundlegend saniert bzw. ersetzt werden, da das bestehende System nicht mehr Stand der Technik ist.

#### 8.4.1 Massnahmen

Sanierung der Faulung und Kapazitätssteigerung durch ausrüsten des nachgeschalteten Faulschlammstapel zu einem zweiten Faulturm (seriell oder parallel). Rückbau und Ersatz des Gasometers.

Auf den beiden Faultürmen werden Schaumerkennung und -bekämpfungen, Über-/Unterdrucksicherungen montiert. Im neuen Gasspeicher wird eine Belüftung, eine Überdrucksicherung, eine Niveaumessung plus eine EX-Beleuchtung installiert.

Die Verkabelung erfolgt auf ein neues Feld der UV Warte. Die Automation erfolgt über die Prozesssteuerung der Chestonag.

#### 8.4.2 Kosten

**Total Sanierung Faulung und Ersatz Gasometer 500'000 CHF**

### 8.5 MACHBARKEIT REGENBECKEN

Durch die Reduktion der Durchflussmenge der biologischen Stufe kann die Entlastungshäufigkeit der ARA zunehmen. Um dies zu kompensieren, verlangt das AfU, dass die Verbandsgemeinden ihre Aufgaben bezüglich Umsetzung der GEP-Massnahmen erledigen. Die GEP-Massnahmen führt zu einer Reduktion des Meteorwasser bei Regenwetter und somit zu weniger Entlastungen. Falls 2027 ein unzureichender Zustand vorhanden ist, kann der Bau eines Rückhalte- und Entlastungsbauwerk im Areal der ARA geprüft werden. Die Kostenbeteiligung würde voraussichtlich verursachergerecht erfolgen, sodass Gemeinden, welche ihre

GEP-Massnahmen umgesetzt haben, entlastet werden. Eine allfällig erstelltes Regenbecken könnte auch für den Havariefall genutzt werden.

In diesem Projekt ist eine Entlastung im Zulaufkanal der Vorklärung per motorisiertem Schieber geplant. Ein Entlastungskanal führt um die ARA in den Ablaufkanal. In diesen Entlastungskanal könnte, wenn nötig, zu einem späteren Zeitpunkt ein Rückhaltebauwerk (Regenüberlaufbecken oder Regenrückhaltebecken) integriert werden. Das Volumen eines solchen Bauwerk muss mit dem GEP abgestimmt werden. Für das Regenbecken wäre, je nach Dimensionierung, zusätzliches Land nötig. In Abbildung 15 ist eine mögliche Konzeptskizze dargestellt.

Das in der Abbildung 15 dargestellte Regenbecken umfasst ein Volumen von knapp 650 m<sup>3</sup> (8 m x 25 m x 3.5 m). Diese Grösse gilt aber nur als Beispiel, welches Volumen "platzsparend", ohne grosse Landzukäufe, auf dem Areal der ARA Aumühle zur Verfügung stünde.



**Abbildung 15: Konzeptskizze Entlastungskanal inkl. Regenbecken. Rot: neue Nachklärung, Verlängerung Werkleitungsgang. Blau: Entlastungskanal und Regenbecken. Schwarz: bestehende Gebläsestation und Werkleitungsgang.**

Der Abwasserverband Aumühle hat bereits mit dem GEP-Planer Kontakt aufgenommen und prüft die entsprechenden Zahlen und Fakten. Es werden auch die geplanten GEP-Massnahmen der Gemeinden aufgearbeitet. Ausserhalb diesem Vorprojekt wird anschliessend über einen allfälligen Bedarf mit dem kantonalen Amt besprochen.

## 8.6 VORSTANDSSITZUNG AV AUMÜHLE

Der Vorstand des Abwasserverbandes Aumühle beschloss anlässlich seiner Vorstandssitzung vom 20.11.2019:

- Die Sanierung des Betriebsgebäudes mit veranschlagten Kosten von CHF 938'000 wird in die Mehrjahresplanung aufgenommen, wobei die Wartung der Fenster, Türen und Tor im Betrag von CHF 30'000 zeitnah (2020 oder 2021) ausgeführt und über die laufende Rechnung verbucht werden soll.
- Die Gesamterneuerung der Steuerung mit veranschlagten Kosten von CHF 300'000.00 wird in die Mehrjahresplanung aufgenommen.
- Der Umbau und die Sanierung der Faulung inkl. Gasometer veranschlagten Kosten von CHF 500'000 wird in die Mehrjahresplanung aufgenommen.

Luzern, 06.12.2019

Tino Christen, Stefan Wespi, Philipp Eicher, Markus Flory, HOLINGER AG  
Dölf Scherl, Reatech AG  
Guido Bucher, KWP Energieplan AG

HOLINGER AG

# **ANHANG 1**

## **KOSTENSCHÄTZUNG BESTVARIANTE 1.1**



Anlageteil / Arbeitsgattung / Massnahmen	Kosten				Bemerkungen
	Verfahren	Bau	EMSRL	HLKS	
Einlaufwände, 2 Stk.	10'000				
Zusätzlicher Leitungsbau durch neuen Standort NKB	50'000				
<b>EMSRL für neue Biologien inkl. neue NKB</b>					
Elektroinstallationen			75'000		
Schaltschrankbau			45'000		
Automation			60'000		
Messtechnik			70'000		
<b>HLKS</b>					
Lüftung Gebläsestationen				28'000	
	<b>1'016'000</b>	<b>0</b>	<b>250'000</b>	<b>28'000</b>	<b>1'294'000</b>

### 3. Bau

<b>Bauliche Arbeiten:</b>					
Regiearbeiten		70'000			
Prüfungen		10'000			
Installationen		150'000			
Gerüste		30'000			
Abbrüche / Demontagen: Abbruch Belag inkl. Entsorgung		4'000			Abbruch Belag inkl. Transport / Entsorgung
Abbrüche / Demontagen: Abbruch Beton inkl. Entsorgung		39'000			Abbruch Beton inkl. Transport / Entsorgung
Instandsetzung Beton		420'000			Betonsanierung komplett
Fräsen / Bohren		30'000			div. Fräs- und Bohrarbeiten
Bauarbeiten für Werkleitungen		50'000			Anpassung best. Werkleitungen (Annahme)
Werkleitungskanal zwischen VKB und BB		180'000			vorfab. U-Kanal mit Abdeckplatten
Entlastungskanal vor VKB		230'000			
Wasserhaltung		80'000			Grundwasserabsenkung mittels Wellpoint
Grundwasserförderung		50'000			Abgaben an Kanton für gefördertes Wasser
Baugrubenabschlüsse		180'000			Spundwände inkl. Installation
Aussteiffungen		80'000			
Rammplanum		70'000			
Pfähle		220'000			Verdrängerpfähle d =350 mm (85 St. x 24 m)
Umgebung / Bepflanzung		5'000			
Zäune und Arealeingänge		15'000			Umzäunung und Zufahrtstor
Erdarbeiten		240'000			Aushub inkl. Transport / Entsorgung
Foundationsschichten		36'000			Koffer / Auffüllungen
Abschlüsse		0			keine Abschlüsse
Belagsarbeiten		120'000			Belagsarbeiten inkl. Planie
Entwässerung		0			Oberflächenentwässerung bestehend
Ortbetonbau		650'000			
Mauererarbeiten		5'000			Überzüge, diverses
Dichtungen / Dämmungen		15'000			Ersatz Kittfugen, neue Kittfugen
Metallbauarbeiten		70'000			Handläufe, Absturzsicherungen, diverses
Spenglerarbeiten		5'000			
Blitzschutz		2'000			
Türen / Tore		3'000			1 Zugangstüre
Schliessanlage		1'000			1 Zugangstüre inkl. Anpassen Schliessplan
Malerarbeiten		12'000			
Baureinigung		4'000			
Profilierung		1'000			
Bewilligung / Gebühren / Versicherung/Vermessung		30'000			
Aufrichte		10'000			
diverses / Aufrundung		53'000			
		<b>0</b>	<b>3'170'000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
					<b>3'170'000</b>

Anlageteil / Arbeitsgattung / Massnahmen	Kosten				Bemerkungen
	Verfahren	Bau	EMSRL	HLKS	

#### 4. Diverses

<b>Mechanische Ausrüstung:</b>					
Fällmittelanlage: Anpassungen und neue Leitungen	30'000				
<b>EMSRL:</b>					
Rechen, Sandfang:					
- Elektroinstallationen			6'000		
- Schaltschrankbau			3'000		
- Automation			4'000		
- Messtechnik			20'000		
Infrastruktur (Beleuchtung und Steckdosen)			8'000		
Fällmittel			10'000		
HLKS			16'000		
Betriebsdaten			15'000		
Detailschema			20'000		
<b>HLKS</b>					
Erweiterung Brauchwassernetz / Hydranten				52'000	
Provisorium				4'000	
Demontagen				3'000	
	<b>30'000</b>	<b>0</b>	<b>102'000</b>	<b>59'000</b>	<b>191'000</b>

<b>Zwischentotal 1</b>	<b>1'281'000</b>	<b>3'410'000</b>	<b>400'000</b>	<b>133'000</b>	<b>5'224'000</b>
------------------------	------------------	------------------	----------------	----------------	------------------

Landerwerb 750m2 à 100 CHF pro m2					75'000
Landabtausch Strasse 157 m2					-16'000

<b>Zwischentotal 2</b>					<b>5'283'000</b>
------------------------	--	--	--	--	------------------

Unvorhergesehenes	ca.	15%			<b>790'000</b>
Baunebenkosten inkl. Honorar	ca.	20%			<b>1'055'000</b>
- Sauerstoffeingtragsversuche	20'000				inkl. in Baunebenkosten

<b>Total exkl. MWST</b>					<b>7'128'000</b>
-------------------------	--	--	--	--	------------------

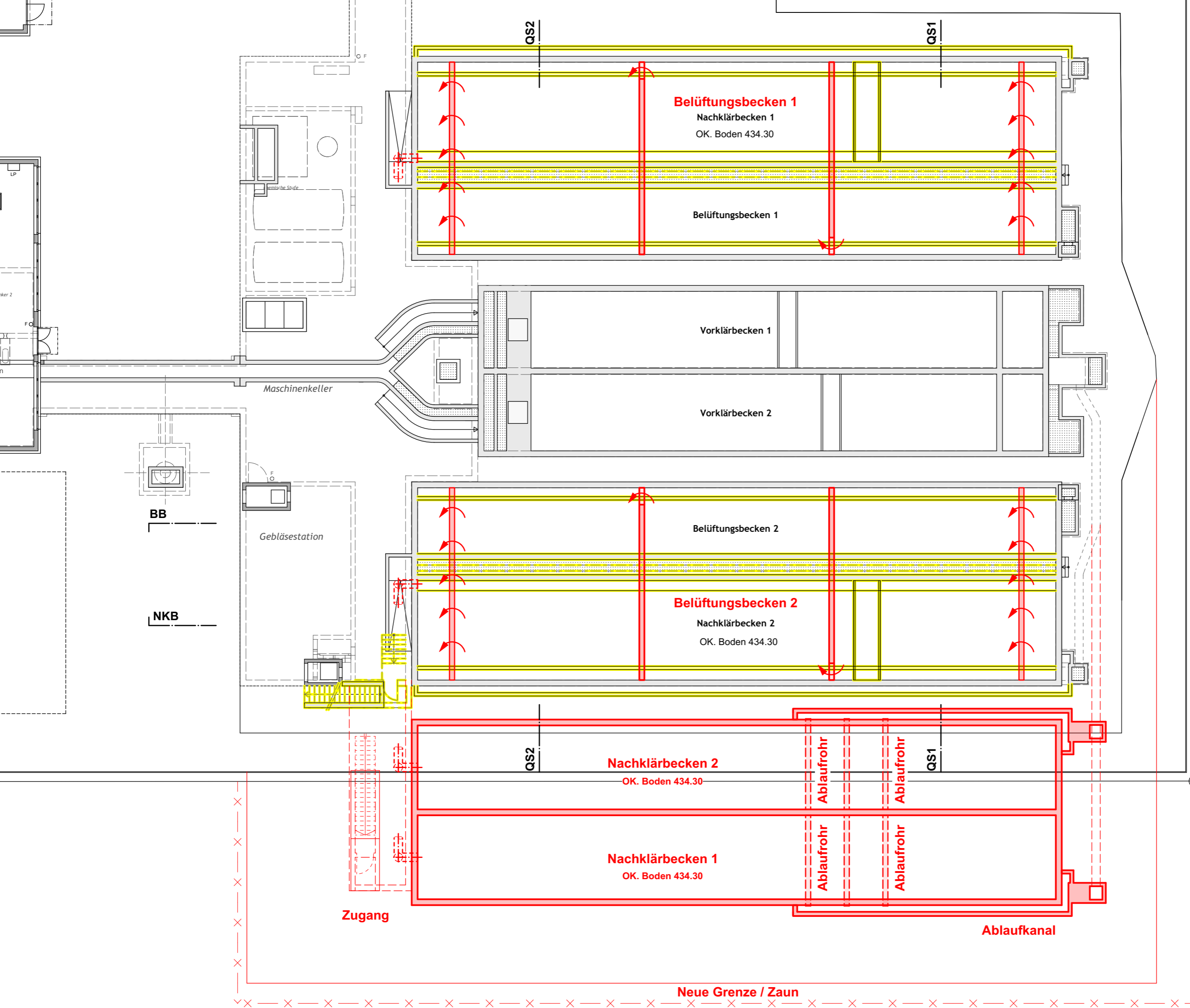
#### 5. Zusätzliche Massnahmen

Gebäudesanierung Betriebsgebäude					bauseitig
Ersatz Kanalisation		260'000			
Umgebungsarbeiten (Belag und div.)		460'000			
Gesamtersatz Steuerung (Generationwechsel)			300'000		
Umbau und Sanierung Faulung inkl. Gasometer					Gemäss Projektsitzung 29.08.2019 eingestellt in Investitionsplan: 500'000

# **ANHANG 2**

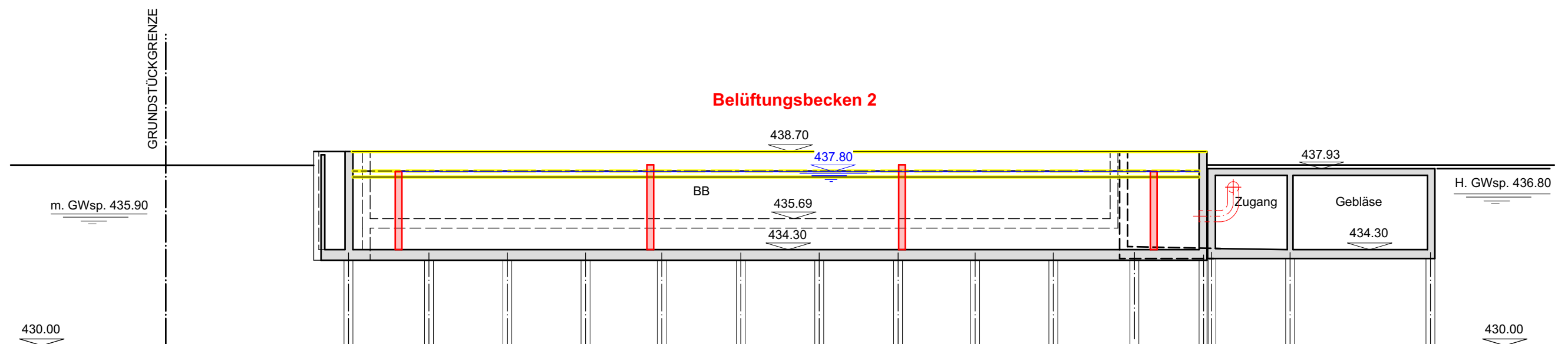
## **PLANDARSTELLUNGEN**



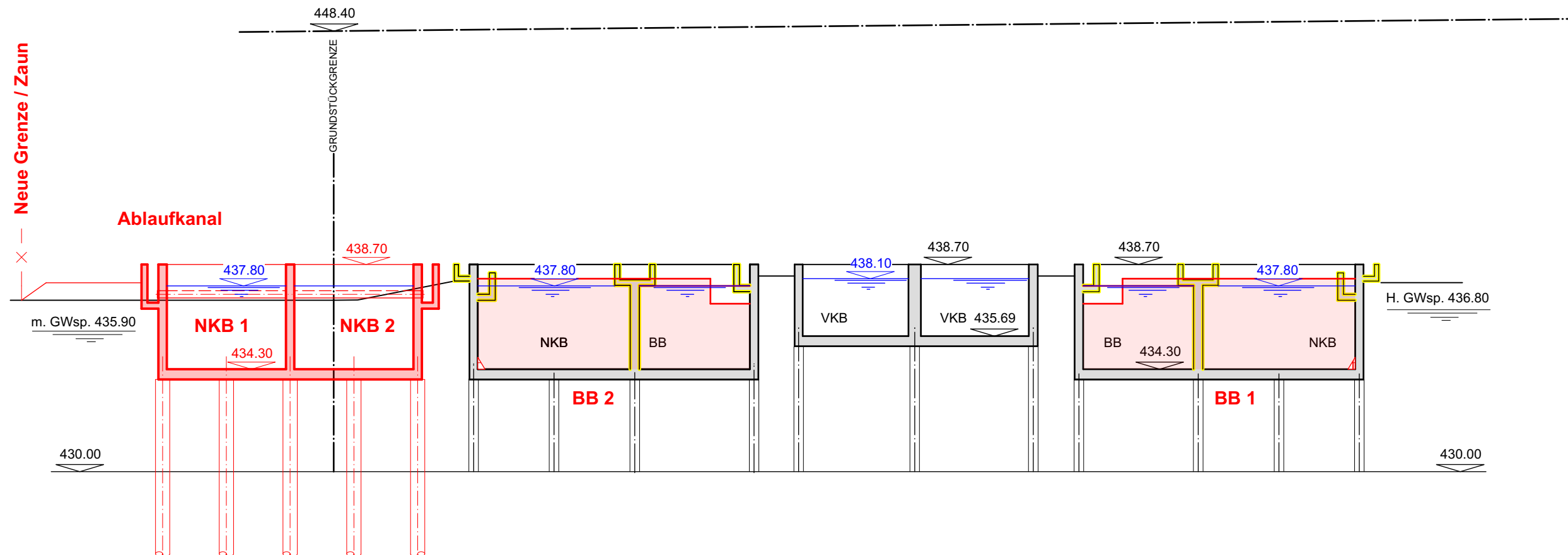


BB  
NKB

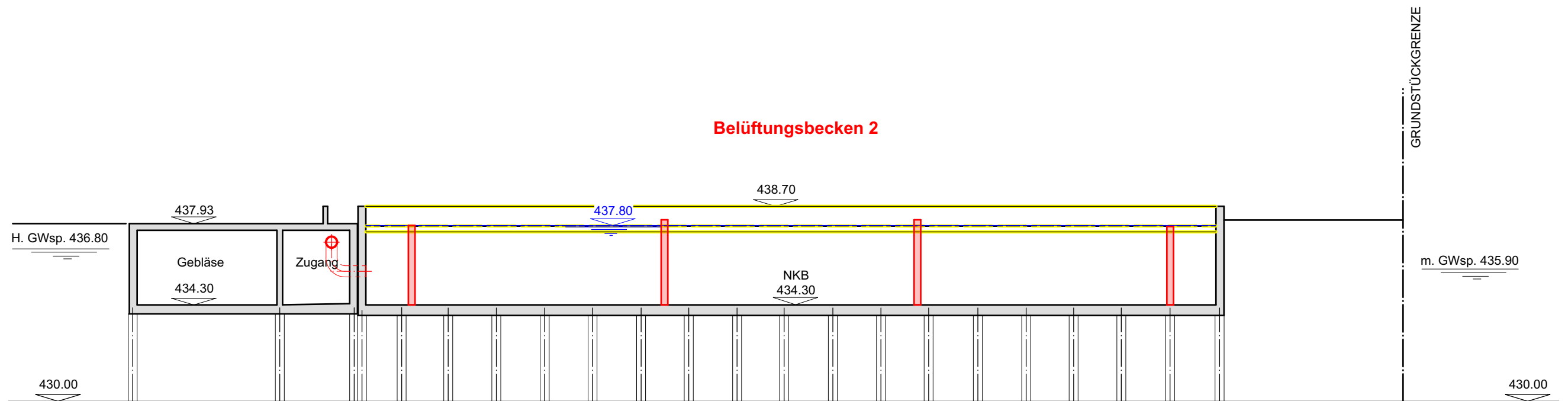
# Längsschnitt BB 1:200



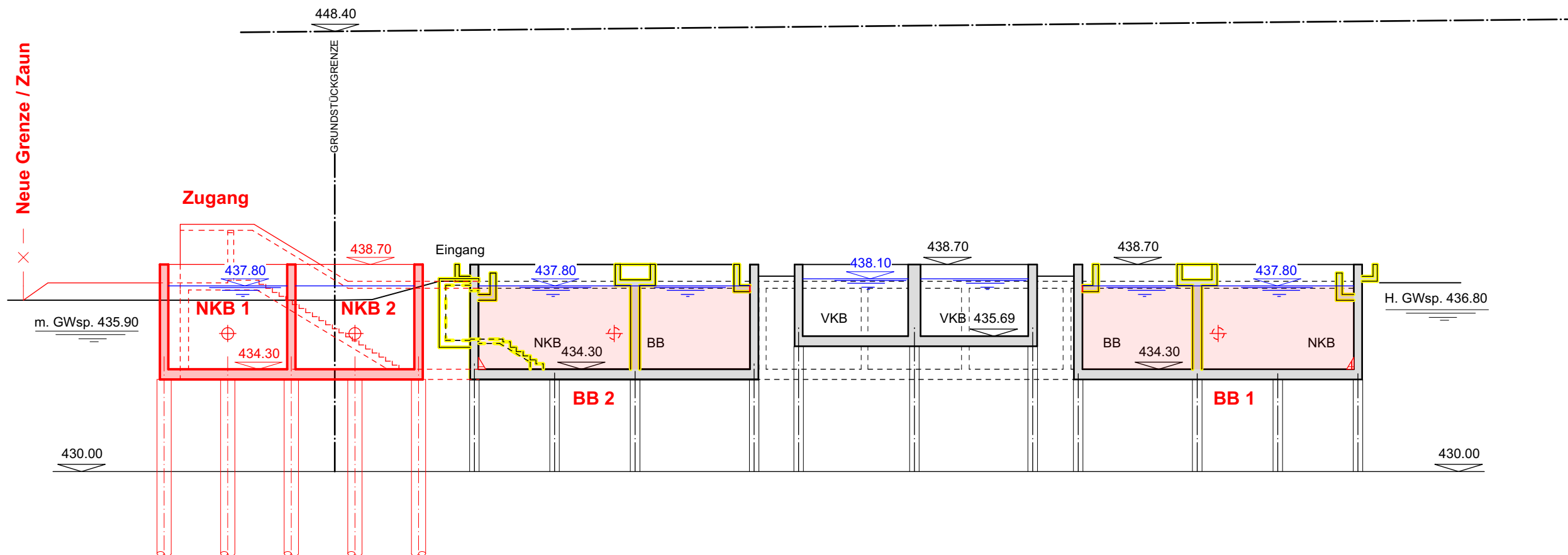
# Querschnitt 1 1:200



# Längsschnitt NKB 1:200

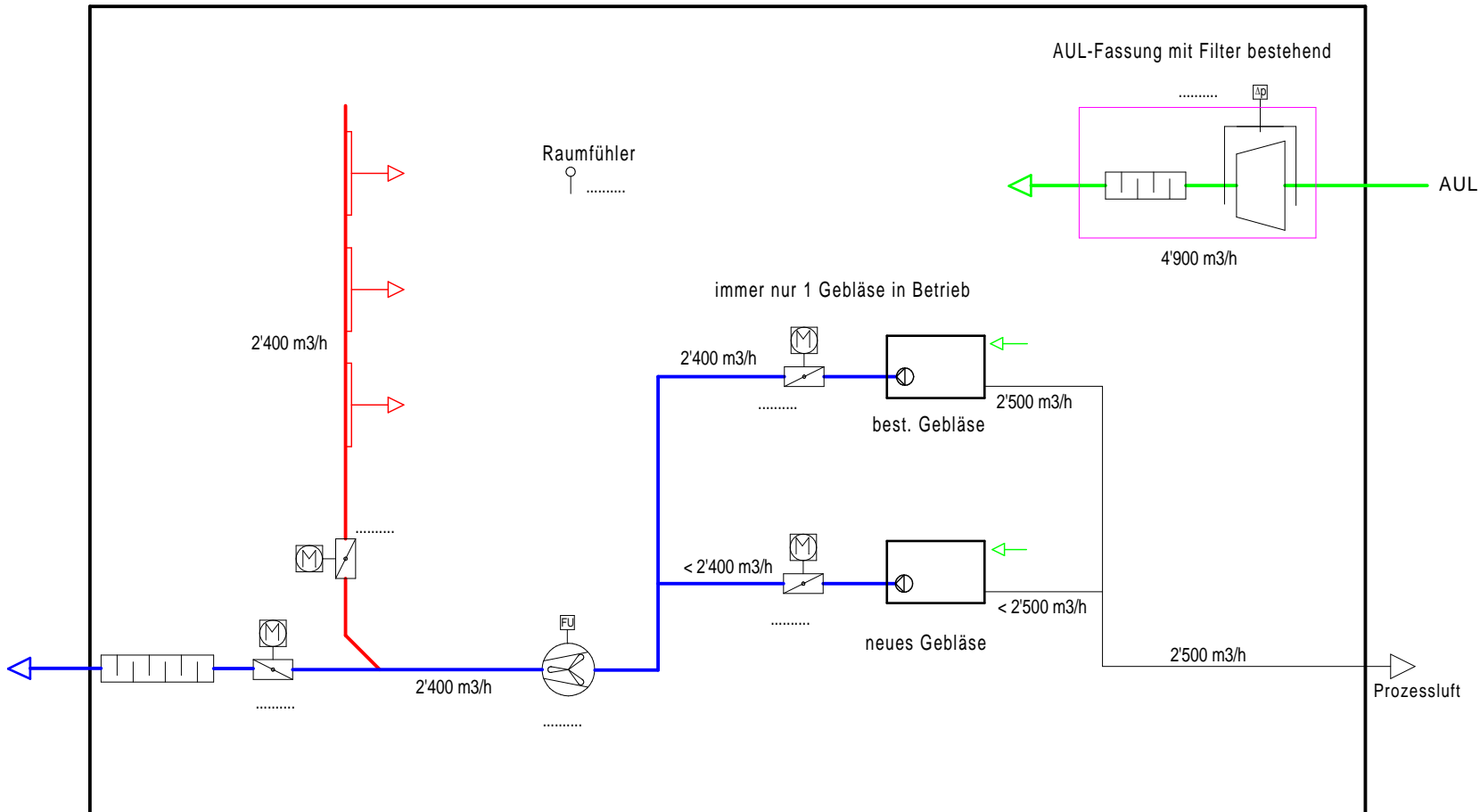


# Querschnitt 2 1:200



# **ANHANG 3**

## **HLK KONZEPT: GEBLÄSESTATION**



Prinzipschema Lüftung Gebläseraum

Vorprojekt

ARA Aumühle, Buochs

X:\CADIARA Aumühle, Buochs



Postfach 913  
6281 Hochdorf  
Telefon 041 914 11 30  
kwp@3-fach.ch

Ausbau Biologie  
Flurhofstrasse 6  
6374 Buochs

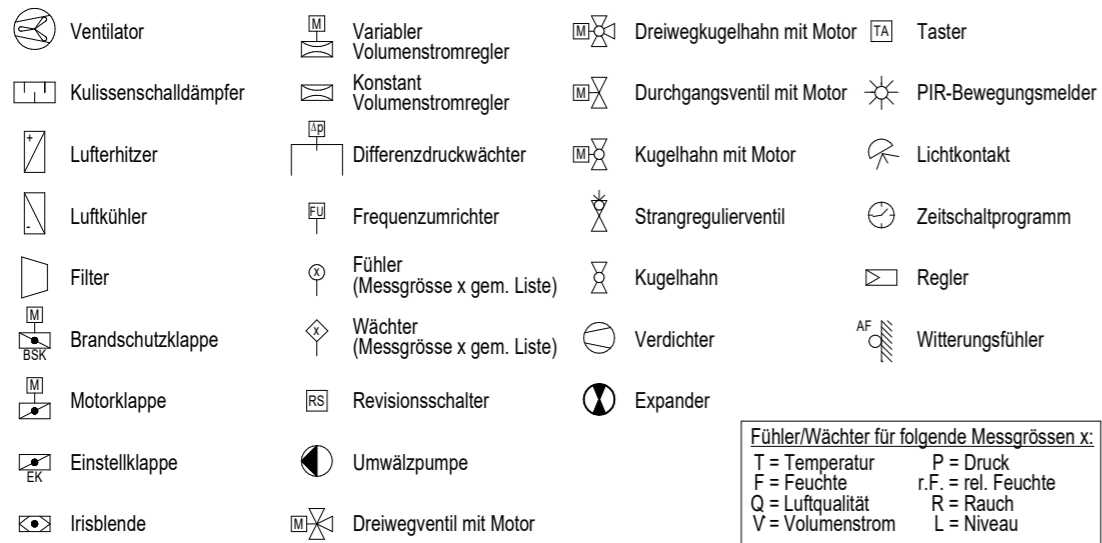
Plan Nr. : 9023-B/4/1	Revidiert : -----
Datum : 26.09.2019 gb	Revidiert : -----
Grösse : A3	Revidiert : -----

# **ANHANG 4**

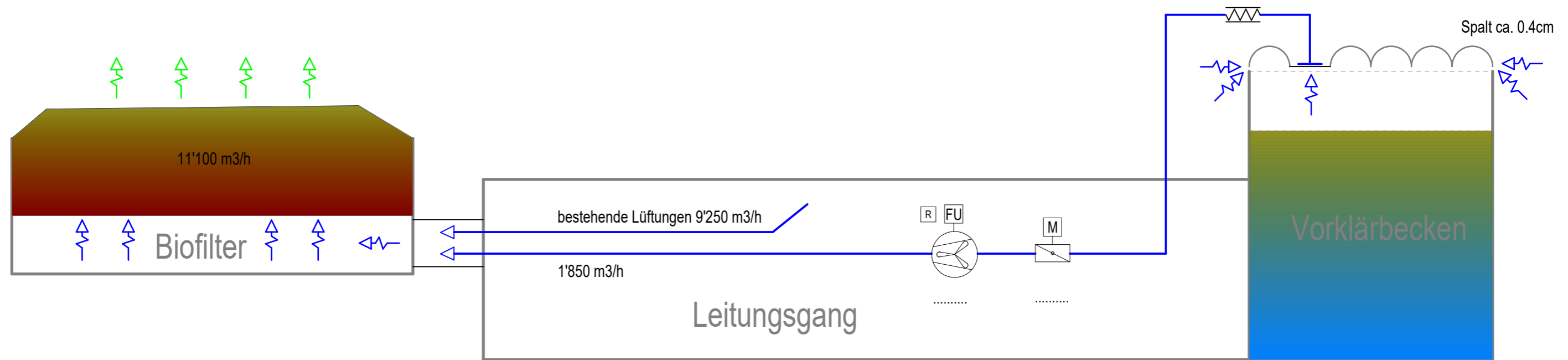
HLK KONZEPT: VKB ABDECKUNG



### Legende Lüftungskomponenten



Fühler/Wächter für folgende Messgrössen x:  
 T = Temperatur      P = Druck  
 F = Feuchte          r.F. = rel. Feuchte  
 Q = Luftqualität      R = Rauch  
 V = Volumenstrom    L = Niveau



### Prinzipschema Lüftung Vorklärbecken zu Biofilter

Vorprojekt

ARA Aumühle, Buochs

X:\CADI\ARA Aumühle, Buochs



Postfach 913  
 6281 Hochdorf  
 Telefon 041 914 11 30  
 kwp@3-fach.ch

Ausbau Biologie  
 Flurhofstrasse 6  
 6374 Buochs

Plan Nr. : 9023-B/4/2	Revidiert : -----
Datum : 24.09.2019 gb	Revidiert : -----
Grösse : A3	Revidiert : -----

# **ANHANG 5**

AFU NIDWALDEN: SCHREIBEN VOM 13. NOVEMBER 2019



## ARA Aumühle. Aktennotiz zu offenen Fragen aus Besprechung vom 20. September 2019. Beantwortung

Traktanden	1	<b>Ist das Projekt "Umbau Biologie" wirklich nötig?</b>	1
	2	<b>Welche Einleitbedingungen gelten bei Einleitung in die Engelbergeraa?</b>	1
	2.1	Anforderungen an die Ableitung von verschmutztem Abwasser	2
	2.2	Anforderungen an die Wasserqualität	2
	3	<b>Welche Einleitbedingungen gelten bei Einleitung in den Vierwaldstättersee ohne Optimierung der heutigen Anlage?</b>	3
	4	<b>Akzeptiert das Amt für Umwelt eine Entlastung vor dem Vorklärbecken? Wenn ja, in welchem Zeitrahmen akzeptiert das AFU solche Entlastungen?</b>	3
	5	<b>Massnahmen im Hinblick auf ausserordentliche Ereignisse</b>	4

### 1 Ist das Projekt "Umbau Biologie" wirklich nötig?

Die ARA Aumühle kann die Anforderungen bezüglich Gewässereinleitung gemäss der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung<sup>1</sup> mit der heutigen Anlage nicht vollumfänglich erfüllen. Die gesetzlichen Anforderungen sind verbindlich und deshalb einzuhalten.

### 2 Welche Einleitbedingungen gelten bei Einleitung in die Engelbergeraa?

Die Engelbergeraa ist das längste und bedeutendste Fliessgewässer im Kanton Nidwalden. Insbesondere ihr Mündungsabschnitt in den Vierwaldstättersee ist aufgrund der Vernetzungsfunktion von besonderer ökologischer Bedeutung. Einerseits ist das Delta der Engelberger Aa für verschiedene Fischarten, vorab auch für die wirtschaftlich bedeutenden Felchen wie das Albeli und der Seesaibling oder die vom Artenschutz als verletzlich eingestufte Äsche, sowohl als Lebensraum wie auch als Laichgebiet von grosser Bedeutung. Der Deltabereich ist deshalb als Fischschongebiet ausgeschieden. Zudem steigt die stark gefährdete Seeforelle nachweislich im Fluss auf, um dort zu laichen. Das Mündungsgebiet ist ausserdem ein beliebter Erholungsraum, welcher im Sommer rege zum Baden genutzt wird. Der betroffene Gewässerabschnitt der Engelbergeraa einschliesslich Mündungsgebiet ist somit als empfindlich einzustufen. Aus gewässerökologischer Sicht ist zu gewährleisten, dass auch bei Niederwasserabflüssen und Sunkphasen eine genügend grosse Verdünnung und Durchmischung des eingeleiteten Abwassers vorliegen, um die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss Anhang 2 GSchV

<sup>1</sup> GSchV; SR 814.201

erfüllen zu können. Entsprechende Abklärungen und Darlegungen sind im Rahmen der Projektierung zu treffen.

## 2.1 Anforderungen an die Ableitung von verschmutztem Abwasser

Das in die Engelbergeraa eingeleitete, gereinigte Abwasser der ARA Aumühle hat die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Anforderungen an die Einleitung von kommunalem Abwasser in ein Gewässer gemäss Anhang 3.1 Ziff. 1 - 3 GSchV zu erfüllen. Sie gelten am Ort der Einleitung (nach weitgehender Durchmischung) und für den Normalbetrieb der Anlage; vorbehalten sind Ausnahmesituationen wie extrem starke Niederschläge (Anhang 3.1 Ziff. 1 Abs. 2 GSchV). Die zulässigen Abweichungen sind in Anhang 3.1 Ziff. 42 GSchV geregelt.

Parameter	Abflusskonzentration	Reinigungseffekt
Gesamte ungelöste Stoffe (GUS)	15 mg/l	
Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	45 mg/l O <sub>2</sub>	85 %
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	10 mg/l	85 %
Durchsichtigkeit (nach Snellen)	30 cm	
Ammonium (Summe NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N und NH <sub>3</sub> -N) <sup>2</sup>	2 mg/l N (bei Abwassertemperatur > 10° C) Ganzjährige Nitrifikation <sup>3</sup>	90 %
Nitrit (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N)	0.3 mg/l N (Richtwert)	
Adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX)	0.08 mg/l X	
Organische Spurenstoffe		<i>in Abklärung</i>
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB <sub>5</sub> , mit Nitrifikationshemmung) <sup>2</sup>	15 mg/l O <sub>2</sub>	90%
Gesamtphosphor	0.8 mg/l P	80 %

## 2.2 Anforderungen an die Wasserqualität

Neben den Anforderungen an das Abwasser selbst sind im Zusammenhang mit der Einleitung zusätzlich auch die Anforderungen an die Wasserqualität für oberirdische Gewässer nach weitgehender Durchmischung des eingeleiteten Abwassers nach Anhang 2 Ziff. 11 und 12 GSchV zu berücksichtigen. Bei einer Einleitung in die Engelbergeraa betrifft dies insbesondere folgende Parameter:

Parameter	Anforderungen
Nitrit- und Ammoniumkonzentration	Die Fortpflanzung, Entwicklung und Gesundheit empfindlicher Organismen, wie Salmoniden, darf nicht beeinträchtigt werden.
Temperaturverhältnisse	Veränderung der Wassertemperatur im Vorfluter um höchstens 1.5°C (Forellenregion); 25°C dürfen nicht überschritten werden
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB <sub>5</sub> )	2 - 4 mg/l O <sub>2</sub>
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	1 - 4 mg/l C
Ammonium (Summe NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N und NH <sub>3</sub> -N)	> 10° C: 0.2 mg/l N, < 10° C: 0.4 mg/l N

<sup>2</sup> Anforderung gilt, falls die Konzentration im Fließgewässer nach weitgehender Durchmischung des eingeleiteten Abwassers nachteilige Auswirkungen auf die Wasserqualität aufweist

<sup>3</sup> Schlammalter mindestens 10 Tage

### **3 Welche Einleitbedingungen gelten bei Einleitung in den Vierwaldstättersee ohne Optimierung der heutigen Anlage?**

Die unter Ziffer 2.1 dieses Schreibens ausgeführten Anforderungen für die Einleitung des gereinigten Abwassers in die Engelbergeraas gelten auch für eine allfällige Einleitung in den See. Einzig die Anforderung für Ammonium gilt für Abwasser, das in ein Fließgewässer eingeleitet wird. Allerdings ist bezüglich Gesamtstickstoff Anhang 3.1 Ziff. 3 GSchV zu berücksichtigen, wonach Anlagen, bei denen keine Abflusskonzentration und kein Reinigungseffekt für Gesamtstickstoff festgelegt ist, so betrieben werden müssen, dass bei der Abwasserreinigung und der Schlammbehandlung möglichst viel Stickstoff eliminiert wird. Die grösstmögliche Elimination von Stickstoff aus dem Abwasser ist nach Abklärungen mit dem BAFU heute Stand der Technik, trägt zu einem stabileren Betrieb der Anlage bei und wird folglich auch bei Seeeinleitungen verlangt. Unsere Abklärungen bei den Anrainerkantonen des Vierwaldstättersees haben ergeben, dass bei den bestehenden Einleitungen anderer Abwasserreinigungsanlagen in den Vierwaldstättersee für die Ammoniumkonzentration ein Grenzwert von 1 - 2 mg/l festgelegt wurde. Der Vierwaldstättersee dient für über 80'000 Einwohner aus verschiedenen Anrainergemeinden als Trinkwasserquelle.

Bezüglich der Wasserqualität im Vierwaldstättersee gelten die Anforderungen nach Anhang 2 Ziff. 11 und 13 GSchV.

### **4 Akzeptiert das Amt für Umwelt eine Entlastung vor dem Vorklärbecken? Wenn ja, in welchem Zeitrahmen akzeptiert das AFU solche Entlastungen?**

Gemäss Ihrer Aussage anlässlich der Sitzung vom 20. September 2019 sind Zulaufmengen von 6 QTW (300 l/s) nur noch selten. Hingegen seien Zulaufmengen von 2 – 4 QTW relativ häufig. Das bedeutet, dass zukünftig bei Regenwetter ohne Reduktion der Zulaufmengen regelmässig bis zur Hälfte des der ARA zugeleiteten Abwassers nur durch einen Rechen grob gereinigt wird und anschliessend in die Engelbergeraas eingeleitet würde (neben anderen Entlastungen im Einzugsgebiet).

Es ist untersagt, Stoffe, die Wasser verunreinigen können, mittelbar oder unmittelbar in ein Gewässer einzubringen (Art. 6 Abs. 1 GSchG). Verschmutztes Abwasser muss behandelt werden. Man darf es nur mit Bewilligung der kantonalen Behörde in ein Gewässer einleiten oder versickern lassen (Art. 7 Abs. 1 GSchG<sup>4</sup>). Gemäss Anhang 3.1 Ziff. 1 Abs. 3 GSchV legt die Behörde für Abwasser aus Überläufen von Mischsystemen die Anforderungen im Einzelfall unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse fest. In jedem Fall sind die Anforderungen an die Wasserqualität massgebend.

Bei der Planung von Regenentlastungen müssen jegliche Art von Auswirkung, die ein Gewässer als Lebensraum oder die Gewässernutzung beeinträchtigen können, sowie die Eigenheiten der Gewässer in die Planung miteinbezogen werden. Als Hilfsmittel für die immissionsorientierte Betrachtungsweise soll die Richtlinie STORM herangezogen werden. Mit Schreiben vom 31. August 2016 hat das AFU den Abwasserverband aufgefordert, als Beurteilungsgrundlage im Zuge der Variantenstudie Frachtbetrachtungen zu erstellen. Bis heute sind uns keine Daten eingegangen. Aufgrund der fehlenden Beurteilungsgrundlage ist zum heutigen Zeitpunkt keine abschliessende Beantwortung der obigen Fragen möglich. Grundsätzlich ist jedoch nachvollziehbar, dass der Abwasserverband Aumühle seine ARA auf einen Zulauf von 2 QTW (100 l/s) dimensionieren will. Wir anerkennen, dass dies dem Stand der Technik entspricht.

Im Grundsatz ist festzuhalten, dass der Ansatz, im Einzugsgebiet oder bei der ARA (vor dem Vorklärbecken) regelmässig Abwasser zu entlasten, nicht dem Stand der Technik entspricht, sondern eine Problemverlagerung darstellt. Dies wurde dem Verband bereits in unseren

<sup>4</sup> Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG); SR 814.20

Schreiben vom 31. August 2016 und 7. März 2018 mitgeteilt. Auch wenn die Anzahl Entlastungen in den letzten Jahren nicht zugenommen hat, sind diese so gering wie möglich zu halten und deshalb die Zulaufmengen mittels Abtrennung von Regen- und Fremdwasser markant zu reduzieren. Mittelfristiges Ziel soll sein, dass Entlastungen nur noch an wenigen Tagen pro Jahr geschehen.

Der Grund für die relativ hohen Zulaufmengen liegt darin, dass im Einzugsgebiet der ARA Aumühle zu viel Regenwasser in die Schmutzwasserkanalisation eingeleitet wird. Die Gebiete, in denen das von bebauten oder befestigten Flächen abfliessende Niederschlagswasser getrennt vom anderen Abwasser zu beseitigen ist, sind in den Generellen Entwässerungsplänen (GEP) der Gemeinden festgelegt (Art. 5 GSchV). Die GEP sind für die Gemeinden verbindlich. In erster Priorität haben folglich die einzelnen Verbandsgemeinden ihre Verpflichtungen zur Reduktion der Abwassermengen aus den GEP wahrzunehmen. Wir erwarten von den Verbandsgemeinden, dass sie die Umsetzung der GEP forcieren.

Wird die erforderliche Reduktion des ARA-Zulaufs bis zum Bau der neuen Biologie 2025 nicht erreicht, muss das der ARA zufließende Abwasser zumindest für die häufig eintretenden Regenereignisse mittels eines Rückhaltevolumens auf dem Betriebsgelände der ARA zwischengespeichert werden können. Wir sehen für die Umsetzung eine Frist von 2 Jahren nach der Inbetriebnahme der neuen Biologie (also 2027). Das allfällige Becken ist im Rahmen des Projektes "Umbau neue Biologie" räumlich einzuplanen. Wir weisen darauf hin, dass basierend auf Art. 60a Abs. 1 GSchG die Kosten für Bau, Betrieb, Unterhalt, Sanierung und Ersatz von Abwasseranlagen, die öffentlichen Zwecken dienen, verursachergerecht überbunden werden müssen. Die Kostenfolgen für die verursachenden Verbandsgemeinden sind entsprechend im Projekt aufzuzeigen und zu kommunizieren. Dem AFU sind jeweils Ende Jahr die eruierten Zulaufmengen der Teileinzugsgebiete (bei Gemeindegrenzen) zu übermitteln.

In der Übergangszeit (d.h. bis 2027) akzeptiert das Amt für Umwelt die relativ häufigen Entlastungen nach dem Rechen bzw. vor der Vorklärung. Die Zeit soll jedoch genutzt werden, die GEP-Massnahmen umzusetzen und möglichst viel Regen- und Fremdwasser vom Schmutzwassernetz fernzuhalten. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass die Kantonsstrassenflächen in Beckenried und Ennetbürgen abgetrennt sind. Die Entflechtung der Kantonsstrassenentwässerung in Buochs ist nach unserem Kenntnisstand auf das Jahr 2020 vorgesehen (8'550 m<sup>2</sup>). Der Zeitpunkt für die Abtrennung der Kantonsstrasse in Emmetten ist zurzeit noch unbekannt.

## **5 Massnahmen im Hinblick auf ausserordentliche Ereignisse**

Gemäss Art. 16 Abs. 1 GSchV müssen die Inhaber von Abwasserreinigungsanlagen, die Abwasser in ein Gewässer einleiten, zur Verminderung des Risikos einer Gewässer-verunreinigung durch ausserordentliche Ereignisse die geeigneten und wirtschaftlich tragbaren Massnahmen treffen. Sollte sich im Verbandsgebiet ein solches Ereignis (Unfall mit gewässergefährdenden Stoffen, Stromausfall, Brandfall, hoher Regenwetterzulauf, Störung auf der ARA etc.) ereignen, besteht die Gefahr einer erheblichen Gewässerverschmutzung.

Gemäss Anhang der Vorstandssitzung vom 24. Juni 2019 beinhaltet die Bestvariante 1.1 kein Becken für das Auffangen von Abwasser ausserordentlicher Ereignisse. Im Rahmen der vorliegenden Projektierung ist aufzuzeigen, wie im Einzugsgebiet der ARA Aumühle das Risiko einer Gewässerverunreinigung durch ein ausserordentliches Ereignis vermindert werden kann bzw. wie solche Stoffe zurückgehalten und kontrolliert behandelt werden können. Sofern das Abwasser ausserordentlicher Ereignisse nicht im Kanalisationsnetz vor der ARA zurückgehalten werden kann, ist ein Becken für ausserordentliche Ereignisse einzuplanen. Für die Berechnung des Volumens ist ein allfälliges Stapelvolumen für überschüssiges Zulaufwasser bei Regenwetter mitzubersichtigen (siehe Ziff. 4). Die Rückhaltung im eigenen Kanalisationsnetz bedarf eine zentrale Überwachung und Steuerung der Zulaufmengen und der Sonderbauwerke durch den Betreiber der ARA und nicht nur durch einzelne Gemeinden.

Bezüglich Störungen oder Ausfall von wichtigen Aggregaten auf der ARA ist aufgrund der fortschreitenden Digitalisierung im Bereich von Abwasserreinigungsanlagen auch der Cybersicherheit gebührend Rechnung zu tragen. Der Bundesrat hat mit der nationalen Strategie zum Schutz kritischer Infrastrukturen (SKI-Strategie 2018-2022) den Teilssektor Abwasser als Bestandteil der kritischen Infrastrukturen festgelegt. Gemäss dem Strategiepapier des Bundes gilt es kritische Infrastrukturen vor Cyber-Sabotage zu schützen. Im Vorprojekt sind Massnahmen zu nennen, um die Resilienz für die Cybersicherheit bei der ARA zu verbessern. Wir verweisen dazu auf das Handbuch "Step by STEP" vom Juni 2019 bzw. das Register "Cybersicherheit in OT (PLS) und IT (ICT)".

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an Romeo Christen.

AMT FÜR UMWELT



Romeo Christen  
Sachbearbeiter