

# ERNEUERUNG ARA BIEL 2035

## MACHBARKEITSSTUDIE



Liestal, 30.01.2026



ARA Region Biel AG  
STEP Région Bienne SA

**HOLINGER AG**

Galmsstrasse 4, CH-4410 Liestal

Telefon +41 61 926 23 23

liestal@holinger.com

<b>Version</b>	<b>Datum</b>	<b>Sachbearbeitung</b>	<b>Kontrolle</b>	<b>Verteiler</b>
1	23.01.2026	Valentin Schwaller	Elisabeth Grimon	ARA Region Biel AG
2	30.01.2026	Valentin Schwaller	Elisabeth Grimon	ARA Region Biel AG

BE\_L6132-ARA Biel Machbarkeitsstudie\_2025\_v4.docx

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>AUSGANGSLAGE UND ZIELSETZUNG</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PLANUNGSGRUNDLAGEN</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>PRÜFBERICHT GRUNDLAGEN</b>	<b>3</b>
3.1	ANFORDERUNGEN AN DIE REINIGUNGSLEISTUNG	3
3.1.1	Mikroverunreinigungen	4
3.2	ENTWICKLUNGSSZENARIEN	5
3.3	DIMENSIONIERUNGSMENGE	5
3.3.1	Qualitätssicherung	6
3.3.2	Fremdwasser	6
3.3.3	Festlegung Dimensionierungsmenge	6
3.3.4	Gesamtbetrachtung ARA-Kanalnetz	7
3.4	FRACHTEN	8
3.4.1	Qualitätssicherung	8
3.4.2	Faulwasser Korrektur	11
3.4.3	Einwohnergleichwerte	12
3.4.4	Festlegung Dimensionierungsfrachten	12
3.5	TEMPERATUR	13
<b>4</b>	<b>SCREENING</b>	<b>14</b>
4.1	BIOLOGIE	14
4.2	MV-STUFE	15
4.2.1	Verfahrenseignung Ozon	15
4.2.2	Variantenentscheid	15
<b>5</b>	<b>DIMENSIONIERUNG BIOLOGIE</b>	<b>17</b>
5.1	FAULWASSERBEHANDLUNG	17
5.1.1	MBR	17
5.1.2	SBR	19
<b>6</b>	<b>GROBKOSTENSCHÄTZUNG BIOLOGIE</b>	<b>21</b>
6.1	BETRIEBSKOSTEN	21
6.2	INVESTITIONSKOSTEN	22
6.3	JAHRESKOSTEN	23
<b>7</b>	<b>DIMENSIONIERUNG MV-STUFE</b>	<b>24</b>
7.1	PAK DIREKTDOSIERUNG MBR	24
7.2	GAK-FILTER	24
7.3	GAK-OZONIERUNG-KOMBIVERFAHREN	25
<b>8</b>	<b>GROBKOSTENSCHÄTZUNG MV-STUFE</b>	<b>26</b>

8.1	BETRIEBSKOSTEN	26
8.2	INVESTITIONSKOSTEN	27
8.3	JAHRESKOSTEN	27
<b>9</b>	<b>VARIANTEN-VERGLEICH UND ENTSCHEID</b>	<b>28</b>
9.1	BIOLOGIE	28
9.2	MV-STUFE	29
<b>10</b>	<b>TERMINPLAN ERNEUERUNG ARA BIEL 2025</b>	<b>1</b>
<b>11</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNG</b>	<b>1</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>2</b>

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a	Jahr
ARA	Abwasserreinigungsanlage
AWA	Amt für Wasser und Abfall (Kanton Bern)
BAFU	Bundesamt für Umwelt
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
DOC	Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (Dissolved Organic Carbon)
EAWAG	Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz
EMSRT	Elektro-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik
ELT	Energieleitungstunnel
EW	Einwohnerwert
GAK	Granulierte Aktivkohle
GUS	Gesamte ungelöste Stoffe
H <sub>mano</sub>	Manometrische Förderhöhe
MBR	Membranbioreaktor
MV	Mikroverunreinigungen
MV-Stufe	Stufe zur Elimination von MV
NH <sub>4</sub> -N	Ammonium-Stickstoff
N <sub>tot</sub>	Gesamtstickstoff
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
O <sub>3</sub>	Ozon
PAK	Pulveraktivkohle
Q	Abfluss
Q <sub>dim</sub>	Dimensionierungs-Abwassermenge
Q <sub>TW</sub>	Abwassermenge bei Trockenwetter
SBR	Sequencing Batch Reactor
T <sub>min</sub>	Minimale Temperatur
TOC	Total Organic Carbon
TS	Trockensubstanz
TSS	Total suspended solids = GUS
VSA	Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
VKB	Vorklärbecken
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall

# 1 AUSGANGSLAGE UND ZIELSETZUNG

Aufgrund neuer gesetzlicher Vorschriften muss die ARA Region Biel AG ab dem Jahr 2035 sowohl die vierte Reinigungsstufe (Mikroverunreinigung) gebaut haben als auch Vorgaben zu Nitrifikation und Denitrifikation erfüllen. Zudem rechnet der Kanton mit weiterem Bevölkerungswachstum bis 2050. Da die Anlage bereits heute an ihre Kapazitätsgrenze stösst, steht nebst einer Erneuerung der Anlage auch eine Kapazitätserweiterung inklusiv vierter Reinigungsstufe an. Um die Vorschriften im Jahr 2035 erfüllen zu können, ist der Baustart auf 2030 geplant. Der Umfang des Ausbaus betrifft vor allem den Bau einer neuen biologischen Stufe, MV-Stufe und Faulwasserbehandlung. Je nach geforderter hydraulischer Ausbaupazität und biologischem Verfahren muss auch die mechanische Stufe ausgebaut werden. Ob die Schlammbehandlung mit einer Sanierung beibehalten werden kann oder ersetzt werden muss, ist noch aufgrund fehlender Untersuchungen der Bausubstanz noch unklar.

In der Flächenabklärungsstudie von 2023 wurde bereits ein Screening von möglichen Verfahren bei der biologischen Stufe und bei der MV-Stufe durchgeführt. Zudem wurde aufgezeigt, dass für den Ausbau ein erheblicher Flächenbedarf besteht. Die begrenzten Platzverhältnisse stellen somit ein entscheidendes Kriterium bei der Auswahl geeigneter Verfahrensvarianten dar. Im Jahr 2026 ist die Umzonung und der Erwerb der angrenzenden Parzelle (Nr. 89) geplant, die für den Ausbau unverzichtbar ist.

In dieser Machbarkeitsstudie sollen die Dimensionierungsgrundlagen auf den neusten Stand gebracht werden sowie eine Dimensionierung und Kostenschätzung der möglichen Varianten von biologischer Stufe und MV-Stufe aufgezeigt werden. Die Schlammbehandlung, Faulwasserbehandlung und Mechanische Stufe wurden in der Studie kostenmässig nicht einbezogen.

## **2 PLANUNGSGRUNDLAGEN**

Berichte:

- Sämtliche Projektberichte und Pläne der ARA Region Biel

Daten:

- Betriebsdaten ARA Region Biel 2020 bis 2024

### 3 PRÜFBERICHT GRUNDLAGEN

#### 3.1 ANFORDERUNGEN AN DIE REINIGUNGSLEISTUNG

Die angenommenen Einleitbedingungen sind in Tabelle 1 dargestellt. Dabei wurden die bestehenden Einleitbedingungen als Grundlage genommen (AWA, 2016). Ein Vergleich mit den Anforderungen aus der Gewässerschutzverordnung (GSchV) ist ebenfalls in der Tabelle ersichtlich. Neu dazu kommen Anforderungen betreffend Nitrifikation und Denitrifikation.

Tabelle 1 Angenommene Einleitbedingungen für den Ausbau der ARA Biel

	Einleitbedingungen		
	Konzentrationen	Konzentrationen	Eliminationsraten
	Grenzwert [mg/l]	Höchstwert [mg/l]	[%]
BSB5	15	30	90
CSB	45	95	85
CSBgelöst	30	45	
CSBpartikel	15	50	
GUS	15	30	
TKN			
NH4-N	2		90
NO3-N			
Ptot	0.8		80
NO2-N	0.3		
Ntot			80
DOC	10	15	85

	GSchV
x	neu im Vergleich zu den bestehenden Anforderungen

Die Eliminationsraten und der P<sub>tot</sub>-Grenzwert sind in der aktuellen Einleitbewilligung als Jahresmittel einzuhalten.

In der Gewässerschutzverordnung (GSchV) gelten die Anforderungen für NH<sub>4</sub>-N für eine Abwassertemperatur von mehr als 10°C. Bei Nitrit wird 0.3 mgNO<sub>2</sub>-N/l als Richtwert angegeben.

Die Revision des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) ist bis im März 2026 in der Vernehmlassung. Die Umsetzung sieht eine Reduktion der Gesamtstickstoffmenge im Abwasser von 80% im Jahresmittel vor, für ARA mit mehr als 10'000 EW. Es ist aber noch nicht bekannt, wie die Eliminationsleistung definiert wird (Abzug der Fremdschlammannahme, minimale Temperatur).

Für die zukünftige Denitrifikation wurden die folgenden Grundsätze festgelegt:

- Eine N-Elimination von 80% wird angenommen.
- Eine externe C-Quelle wird vermieden
- Eine Faulwasserbehandlung wird vorgesehen
- Die Rückläufe vom Fremdschlamm werden in der Berechnung der Eliminationsleistung miteinbezogen.

- Die Denitrifikationszone wird auf 60% des gesamten Volumens begrenzt (Anwendungsbereich der DWA-A 131, Anhang A)

Im Umbau-Betrieb ist nach Absprache mit dem AWA der C-Abbau zu gewährleisten. Für das AWA ist ein pragmatischer Ansatz bzgl. Reduktion der maximalen Fördermenge während des Umbaus vorstellbar. Eine höhere Reduktion kann mit einem schnelleren Bauablauf (weniger Risiko) begründet werden. Der SBR soll nicht aufgrund des Bauablaufs (nur 2 Strassen in Betrieb) ausgeschlossen werden.

### 3.1.1 Mikroverunreinigungen

An die ARA Biel sind rund 86'000 Einwohner angeschlossen. Daher muss sie gemäss GSchV eine MV-Stufe bauen. Die Massnahmen müssen laut bundesweiter Vorgabe und kantonaler Planung bis 2035 umgesetzt werden (BVD / AWA, Januar 2020).

Die DOC-Konzentration im Ablauf ist in Abbildung 1 dargestellt. Für die Dimensionierung und Berechnung der Betriebskosten wurde 5 mg/l im Mittel und 7 mgDOC/l für den Bemessungsfall festgelegt.

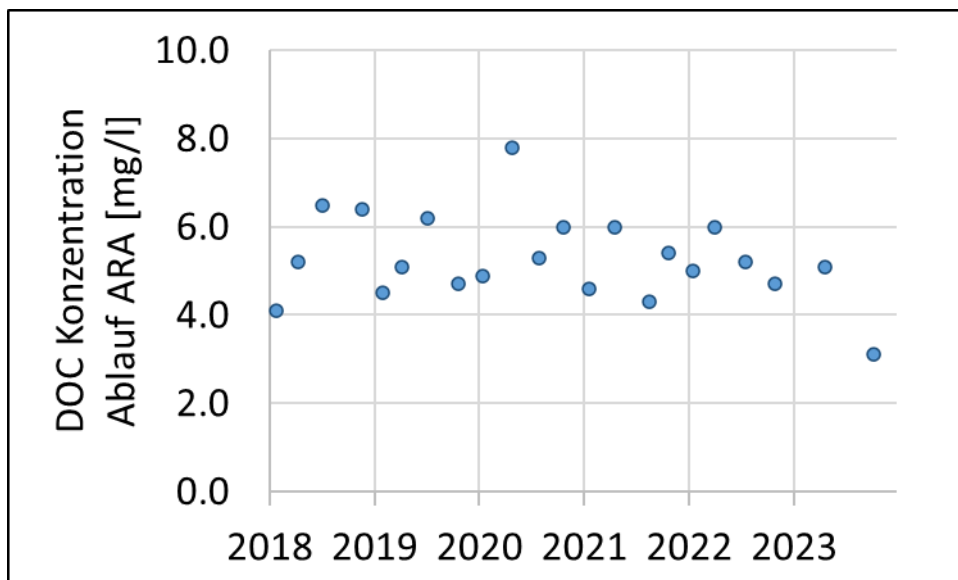
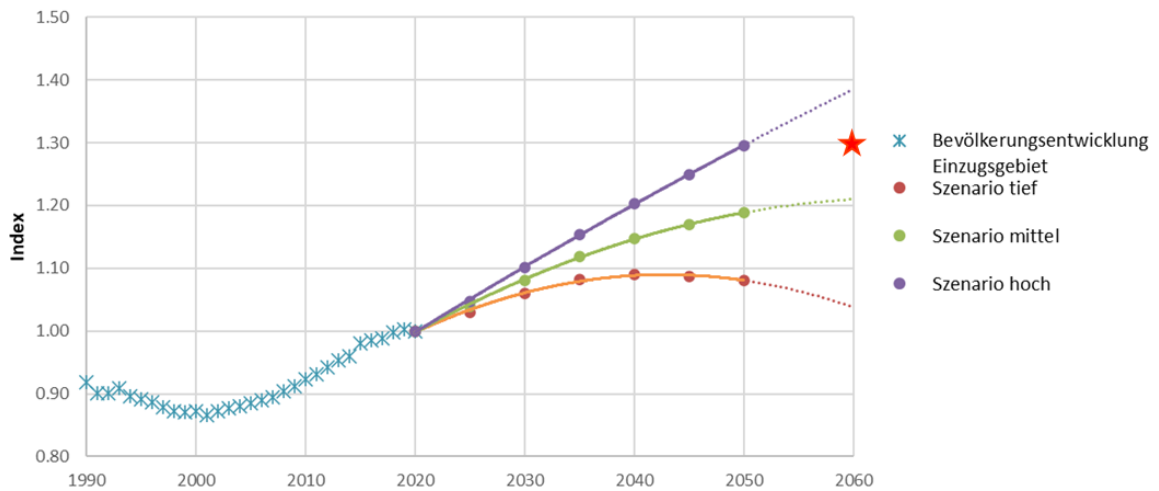


Abbildung 1 DOC-Konzentration im Ablauf

ARAs, welche keine Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen (MV-Stufe) betreiben, müssen eine Abgabe von CHF 9.00 pro angeschlossene Einwohner bezahlen.

### 3.2 ENTWICKLUNGSSZENARIEN

Es liegen keine neuen Entwicklungsszenarien seit der Flächenabklärungsstudie 2023 vor. Die ARA Region Biel AG geht von einem Wachstum (bzgl. Ausgangsjahr 2020) von 30% bei der Bevölkerung aus. Seitens Industrie liegen keine Daten vor. Deshalb sind wir beim Industrierowachstum analog dem Bevölkerungswachstum ausgegangen (30%). Im Vorprojekt werden die Entwicklungsszenarien und der Ausbauhorizont überprüft. Dieses Vorgehen wurde mit dem Kanton abgesprochen.

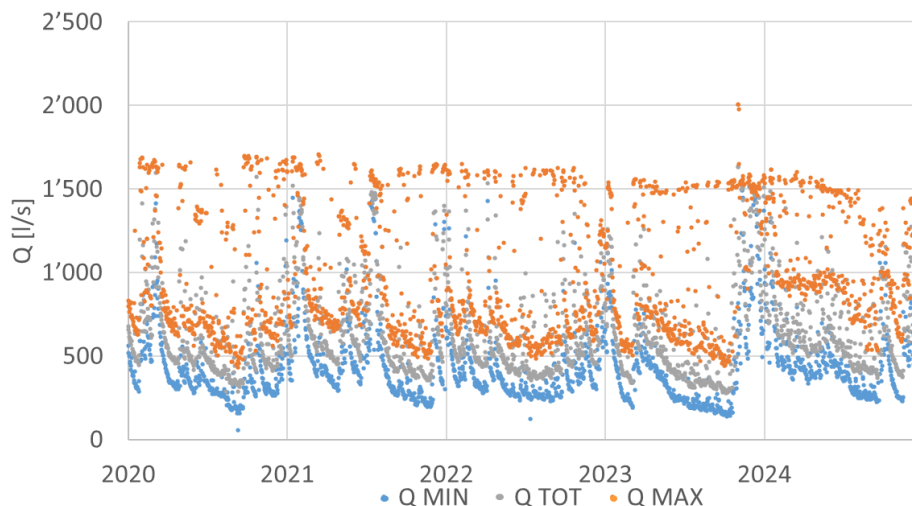


**Abbildung 2: Bevölkerungsentwicklung Biel, Basisjahr 2020.** Quelle: Regionalisierte Bevölkerungsszenarien Kanton Bern bis zum Jahr 2050 (Ausgabe 2020).

In die Flächenabklärungsstudie wurde angenommen, dass der Schlammanfall gleichbleibt, da die Schlamm-trocknung keine Reserve-Kapazität aufweist. Bei dieser Machbarkeitsstudie wurde stattdessen eine Erhöhung der Schlammfrachten von 20% angenommen. Der Schlammanfall der ARA Biel ist ca. 40% Eigenschlamm und 60% Fremdschlamm. Die Entwicklungsprognose in der Region Seeland sind mit ca. 10% tiefer als bei der Region Biel.

### 3.3 DIMENSIONIERUNGSMENGE

In Abbildung 3 sind die Tageswerte der Mengemessungen auf der ARA dargestellt.



**Abbildung 3: Gemessene Tages-Minimal-, -Maximal- und -Durchschnittsmengen 2020–2024.**

### 3.3.1 Qualitätssicherung

Die ARA Biel hat 4 Venturi-Messungen (eins pro Strasse) im Ablauf der ARA und eine Venturi-Messung im Ablauf vom Regenbecken. Eine Prüfung und Anpassung der hQ-Kurven hat im Januar 2018 stattgefunden.

Eine detaillierte Auswertung der Regenereignisse wurde für das Jahr 2024 durchgeführt. Bei zwei längeren Regenereignisse im Jahr 2024, wo die Schnecken konstant auf ihre maximale Leistung gelaufen sind, haben die gemessenen Mengen mit der Förderleistung der Schnecken gut übereingestimmt.

Im Oktober 2024 (10 Tage bei Trockenwetter) wurden die Venturi-Messungen im Ablauf der ARA mit einer Messkampagne von Stebatec Züllig AG geprüft. Maus-Messungen wurden dafür installiert. Die Ergebnisse haben systematische Abweichungen (Überschätzungen) um 5–20% gezeigt, je nach Venturi-Messung. Die Abweichungen sind für grössere Ablaufmengen sogar noch höher, was für Stebatec und HOLINGER sehr erstaunlich ist. Die Geschwindigkeiten wurden nicht mitaufgezeichnet. Die erwartete gleichmässige Verteilung konnte mittels Venturi- und Maus-Messungen nicht bestätigt werden. Daraufhin wurden alle Venturi-Messinstrumente im Jahr 2025 ersetzt: Am 3. Juli 2025 jene der Strassen 1+2 und am 5. August 2025 jene der Strassen 3+4. Es wurde beschlossen, im Vorprojekt die neuen Messdaten mit den alten Messwerten zu vergleichen.

In Abbildung 3 fällt auf, dass die maximalen Mengen bei Trockenwetter im Jahr 2024 viel höher sind als die anderen Jahre. Diese maximale Menge ist für die Berechnung der Dimensionierungsmenge (siehe unten) sehr relevant. Diese erhöhten Werte können aufgrund betrieblicher Anpassungen nicht erklärt werden. Der Steckschutz zwischen den zwei Ebenen des Rohzulaufpumpwerks wurde erst im August 2024 entfernt. Es gab keine Änderungen bei den Einstellungen vom Rohzulaufpumpwerk. Das Jahr 2024 war sehr nass und es hat viel häufiger geregnet. Im Vorprojekt soll die Entwicklung im Jahr 2025 weiterverfolgt werden.

### 3.3.2 Fremdwasser

Der Fremdwasseranteil ist mit rund 65% extrem hoch. Der Fremdwasseranteil wurde in Absprache mit dem Kanton folgendermassen berechnet: Unter Annahme von 142 l/EW/d Schmutzwasser sowie einerseits 120 gCSB/EW/d im Rohzulauf und andererseits 8.5 gNH<sub>4</sub>-N/EW/d im Rohzulauf (Faulwasserrückläufe sind im Rohzulauf) (siehe Tabelle 2). Beide Ansätze kommen auf das gleiche Ergebnis. Ein weiterer Ansatz mit  $Q_{FW} = Q_{\min,2h,TW}$  zeigt einen Fremdwasseranteil von ca. 70%.

Mit den Akteuren (Gemeinden) im Siedlungsentwässerungsnetz hat ein Gespräch stattgefunden. Leider ist bis auf weiteres keine Fremdwasserreduktion im Netz absehbar. In Absprache mit dem Kanton wurde für die zusätzliche Bevölkerungsentwicklung die Zunahme von Fremdwasser aufgrund der Siedlungsverdichtung kleiner gewählt: 15% Zunahme bei Fremdwasser im Vergleich zu 30% Zunahme bei Schmutzwasser.

### 3.3.3 Festlegung Dimensionierungsmenge

Die Festlegung der Dimensionierungsmenge erfolgt nach dem "Berner-Ansatz". Dieser wird im Kanton Bern vom AWA verwendet und steht in der aktuellen Einleitbewilligung der ARA Biel (wurde die letzten 3 Jahre verwendet). Die Dimensionierungsmenge soll mindestens dem Kontrollwert entsprechen.

$$Q_{TW,max} = \frac{Q_{max,20\%-Wert} + Q_{max,50\%-Wert}}{2}$$

$$Q_{\text{Kontrollwert}} = 1.1 * 2 * Q_{\text{TW,max}}$$

Die berechneten Werte für die Jahre 2020–2024 sind in Tabelle 2 dargestellt. Der gemittelte Kontrollwert der letzten drei Jahre beträgt 1601 l/s. Mit obigen Annahmen zur Zunahme wird die gemittelte Fremdwassermenge und maximale Schmutzwassermenge dieser Jahre auf den Ausbauzustand 2060 projiziert. Folglich beträgt der Kontrollwert 2'034 l/s. Als Dimensionierungsmenge ( $Q_{\text{Dim}}$ ) wird 2'050 l/s festgelegt.

**Tabelle 2: Berechnete Zuflüsse für die Jahre 2020–2024 und Festlegung der Dimensionierungsmenge.**

Jahr	CSB-Fracht Rohzulauf [kg/d]	NH4-Fracht Rohzulauf [kg/d]	$Q_{\text{TW,VSA}}$ [l/s]	Fremdwasser Berechnung									Berechnet $Q_{\text{max}}$				
				mit EW_CSB			mit EW_NH4-N			Mittelwert			Quantil 20% $Q_{\text{max}}$ [l/s]	Quantil 50% $Q_{\text{max}}$ [l/s]	$Q_{\text{TW,max}}$ [l/s]	$Q_{\text{Kontrollwert}}$ [l/s]	$Q_{\text{SW,max}}$ [l/s]
				Q Schmutz. [l/s]	Q Fremdwasser [l/s]	[%]	Q Schmutz. [l/s]	Q Fremdwasser [l/s]	[%]	Q Schmutz. z. [l/s]	Q Fremdwasser [l/s]	[%]					
2020	14'229	959	484	195	289	60%	185	298	62%	190	294	61%	643	764	704		410
2021	14'808	990	525	203	322	61%	191	334	64%	197	328	62%	673	847	760		432
2022	11'240	912	473	154	319	67%	176	297	63%	165	308	65%	616	748	682	1'573	374
2023	11'217	903	442	154	288	65%	175	267	60%	164	277	63%	573	796	684	1'559	407
2024	12'371	724	560	169	390	70%	140	420	75%	155	405	72%	852	975	913	1'671	508

IST Mittelwert (2020-2024)	497	322	65%	323	65%	174	322	65%	1'601	426
Ausbau, FW nur 15% erhöht	597						371		2'034	554
Ausbau, FW nicht erhöht	549						322		1'928	554

Die für die Dimensionierung verwendeten hydraulischen Kenngrößen werden in Tabelle 3 aufgezeigt.

**Tabelle 3: Hydraulische Kenngrößen für IST- und Ausbau-Zustand.**

		IST-Zustand (2020–2024)	Ausbau-Zustand (2060)
$Q_{\text{Dim}}$	l/s	1'600	2'050
$Q_{\text{TW,VSA}}$	l/s	497	597
$Q_{\text{Fremd}}$	l/s	322	371
$Q_{\text{Schmutz}}$	l/s	174	226
$Q_{\text{mittel}}$	l/s	644	798
$Q_{\text{Fremdschlamm}}$	m <sup>3</sup> /d	156	188

### 3.3.4 Gesamtbetrachtung ARA-Kanalnetz

Die einzelnen Zulaufmengen der bei der ARA zusammenfließenden Kanäle sind unbekannt. Das Kanalnetz wird auch nicht als zusammenhängendes Gesamtsystem gesteuert und ein ARA-GEP über das gesamte ARA-Einzugsgebiet fehlt bisher. Jede Gemeinde hat dafür sein eigenes GEP.

Da die maximale Förderleistung des Einlaufpumpwerks lediglich rund 1800 l/s beträgt, wird aufgrund der gewählten Dimensionierungsmenge auch die mechanische Stufe ausgebaut

werden müssen. Dies ist jedoch nicht Teil dieser Machbarkeitsstudie. Es besteht viel Potential für eine Optimierung seitens des Gewässerschutzes und der Kosten im Gesamtsystem ARA-Kanalnetz (Fremdwasserreduktion, Massnahmen im Netz). Eventuell könnte auf den Ausbau der mechanischen Stufe verzichtet werden. Aus diesen Gründen wurden im Jahr 2025 alle Akteure zusammengebracht. Ab 2026 wird ein Projekt zur gesamtheitlichen Kanalnetz Betrachtung lanciert.

### 3.4 FRACHTEN

#### 3.4.1 Qualitätssicherung

Als Qualitätssicherung wurde einerseits die Laboranalytik dank den vorhandenen Ringversuchen und Vergleichsmessungen analysiert und andererseits die Frachten im Rohzulauf mit einer Frachtbilanz und weiteren Beurteilungen geprüft.

##### Ringversuche

Die ARA Region Biel hat in 2020, 2021 und 2023–2025 bei den interkantonalen Abwasser-ringversuchen mitgemacht, wo eine Probe im Ablauf VKB, eine Referenzprobe (bis 2023) sowie eine Probe im Ablauf bei verschiedenen Laboren gemessen wird. Die Resultate sind in Tabelle 4 dargestellt. Die Abweichung sollte nicht grösser als Z-Score +/- 2 betragen, ansonsten wird der Wert als nicht akzeptabel bewertet. Bei der Referenzprobe oder im Ablauf gab es einzelne signifikante Abweichungen. Im Ablauf VKB, was hier für die Dimensionierungsgrundlagen vom Projekt besonders relevant ist, sind die Resultate beim N<sub>tot</sub>, NH<sub>4</sub>-N, P<sub>tot</sub> und CSB<sub>tot</sub> sowie CSB<sub>gelöst</sub> im Ablauf VKB sehr gut.

**Tabelle 4: Auswertung der Ringversuche 2020–2025. Je näher der Z-Score-Wert bei 0 desto höher ist die Übereinstimmung der von der ARA Biel gemachten Messung mit den Messergebnissen der anderen Labore.**

Z-Score der Auswertung		2020	2021	2023	2024	2025
Nr		24	28	6	14	13
VKB	NH4-N	-0.34	0.93	-0.46	-0.01	-0.32
	N <sub>tot</sub>				-0.38	-0.77
	P <sub>tot</sub>	-0.2	-0.05	-0.15	0.08	0.56
	CSB <sub>tot</sub>	-0.21	0.44	-1.38	-0.18	-0.17
	CSB <sub>gelöst</sub>	0.42	-0.04	0.17	1.12	0.96
Referenz	NH4-N	-0.05	0	18.75		
	NO3-N	-0.31	0.33	-3.23		
	NO2-N	-3.17	0.97	0.81		
	P <sub>tot</sub>	0.49	0.1	0.04		
	CSB <sub>tot</sub>	1.37	-0.22	-1.25		
Ablauf	NH4-N	-0.84	47.45	3.74	-1.11	-0.5
	NO3-N	0.45	-0.11	-4.54	0.19	1.2
	NO2-N	5.09	0.03	0.74	1.04	0.016
	N <sub>tot</sub>				0.02	-0.15
	P <sub>tot</sub>	1.08	0.42	-1.35	-3.21	0.95
	CSB <sub>tot</sub>	2.16	-0.12	-0.23	0.45	-0.55
	CSB <sub>gelöst</sub>	2.06	-0.32	5.47	3.43	0.19
	GUS Ablauf				-0.39	-0.99

##### Vergleichsmessungen

Im Kanton Bern werden keine Vergleichsanalysen im Rohzulauf gemacht, sondern nur im Ablauf.

Im Jahr 2023 wurden 6 Vergleichsanalysen (CSB) mit dem Labor Wessling durchgeführt. Die

Rohzulauf-Konzentrationen haben dabei nicht übereingestimmt.

Aufgrund der Wichtigkeit der Zulaufmessung wurde im Sommer 2025 im Rohzulauf und im Ablauf VKB fünf Vergleichsmessungen mit dem Labor der ARA Bern durchgeführt (Tabelle 5). Beim CSB und P<sub>tot</sub> (jeweils Rohzulauf und Ablauf VKB) sowie beim NO<sub>3</sub>-N im Rohzulauf waren die Differenzen unauffällig. Dabei zeigten sich hingegen erhebliche, systematische Abweichungen bei NH<sub>4</sub>-N im Rohzulauf und Ablauf VKB (23%, bzw. 15% höher bei externer Analyse) sowie leichte, systematische Abweichungen bei N<sub>tot</sub> (8% höher bei externer Analyse, Messung nur im Rohzulauf). Die auf der ARA Biel gemessenen NH<sub>4</sub>-N und N<sub>tot</sub> Konzentrationen, die für der Dimensionierung verwendet wurden, sind tiefer. Deswegen wird dringend empfohlen, die Analysen weiterzuführen. Fünf Vergleichsanalysen sind zu wenig, um Korrekturen bei den Fracht-Werten zu empfehlen.

**Tabelle 5: Ergebnisse der Vergleichsmessungen von Stoffparametern im Rohzulauf und Ablauf VKB.**  
**Grün = konsistente Messungen. Orange = moderate Abweichungen.**

	Rohzulauf	Ablauf VKB	Bemerkungen
CSB			1 Ausreisser
P <sub>tot</sub>			1 Ausreisser
N <sub>tot</sub>			ARA Bern > ARA Biel, ca. 8%
NH <sub>4</sub> -N			ARA Bern > ARA Biel, ca. 15%
NO <sub>3</sub> -N			nur 4 Vergleichswerte

### Frachtbilanzen

Eine P-Bilanz über die gesamte ARA wurde durchgeführt. Für das P-Verhältnis im Fremdschlamm und im Abgabeschlamm wurde 0.024 gP/gTS als Kennwert von anderen ARA angenommen. Die GUS-Konzentration im Faulwasser ist je nach Jahr nicht vernachlässigbar. Daher wird hier einen Abzug gemacht. Die Abweichung zwischen Input und Output ist mit ca. 10% positiv, d.h. die Dimensionierung mit Rohzulauffrachten ist gemäss P-Bilanz eher konservativ. Im Jahr 2024 sind die Abgabeschlammfrachten deutlich tiefer als erwartet und nicht plausibel.

**Tabelle 6: Frachtbilanz zum Totalen Phosphor über die Gesamtanlage von 2020–2024.**

P <sub>tot</sub> [kg/d]	Annahme korr.					Abweichung	
	Rohzulauf	Zentrat im Rohzulauf	Fremdschlamm*	Ablauf	Abgabeschlamm*	Absolute	Relativ
2020	165	-25.7	130	27	233	10	4%
2021	173	-15.8	137	29	223	42	14%
2022	151	-13.2	113	28	184	38	15%
2023	148	-6.9	108	31	190	29	12%
2024	135	-5.1	124	29	129	95	37%

Es wurden zu wenig TS-Messungen im ÜSS durchgeführt, um eine P-Bilanz über die Biologie durchzuführen.

### Eliminationsleistung VKB

Die Eliminationsleistungen der VKB sind in Tabelle 7 dargestellt. Die Eliminationsleistung ist von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich. Die CSB-Jahresfrachten im Rohzulauf und Ablauf VKB sind in Abbildung 4 dargestellt und werden mit den ÜSS-Frachten verglichen.

- CSB:

Bei allen bisherigen Projekten konnte nicht erklärt werden, wieso die Eliminationsleistung der Vorklärung so hoch ist. Daher wurden sehr viele Untersuchungen gemacht; jedoch ohne Erfolg: S:Scan Sonden vom AWA wurden installiert, Metallanalysen im Rohzulauf

wurden durchgeführt und eine neue Stelle für den Probenehmerschlauch wurde ausprobiert.

In den Jahren 2022 und 2024 wurden erheblich tiefere Eliminationen gemessen. Die CSB-Fracht folgt dem gleichen Verlauf wie die TS-Frachten im ÜSS. Es ist möglich, dass die CSB-Frachten im Ablauf VKB in diesen Jahren höher ist, weil die Absetzung des ÜSS in der Vorklärung aufgrund der hohen Zulaufmengen im Jahr 2024 weniger gut funktioniert hat.

Im Schnitt entsprechen die Eliminationsleistungen dem gemäss DWA erwarteten Wert.

- NH<sub>4</sub>-N: Die negativen Eliminationen beim NH<sub>4</sub>-N in den Jahren 2020–2022 können nicht erklärt werden. Die Faulwasserrückführung nach der Zentrifuge geht direkt in den Einlaufkanal der ARA und ist entsprechend in der Rohzulaufprobenahme bereits enthalten. Die Eliminationsleistungen 2023 und 2024 sehen plausibler aus.
- P<sub>tot</sub>: Im Jahr 2024 wurden besonders hohe P<sub>tot</sub>-Frachten im Ablauf VKB gemessen, was ebenfalls auf eine schlechtere Absetzung vom ÜSS in der Vorklärung hindeuten könnte. Ohne das Jahr 2024 sind die Eliminationsleistungen in der Grössenordnung des gemäss DWA zu erwartenden Wertes.

Tabelle 7: Jährliche Eliminationsleistungen über dem VKB

CSB	2020	2021	2022	2023	2024	2020 - 2024	erwartet (DWA)
Elimination VKB	39%	45%	23%	41%	24%	34.2%	35.0%
NH <sub>4</sub> -N	2020	2021	2022	2023	2024	2020 - 2024	erwartet
Elimination VKB	-17%	-11%	-20%	4%	6%	-7.7%	0.0%
P <sub>ges</sub>	2020	2021	2022	2023	2024	2020 - 2024	erwartet (DWA)
Elimination VKB	10%	18%	-4%	8%	-32%	-0.1%	10.0%

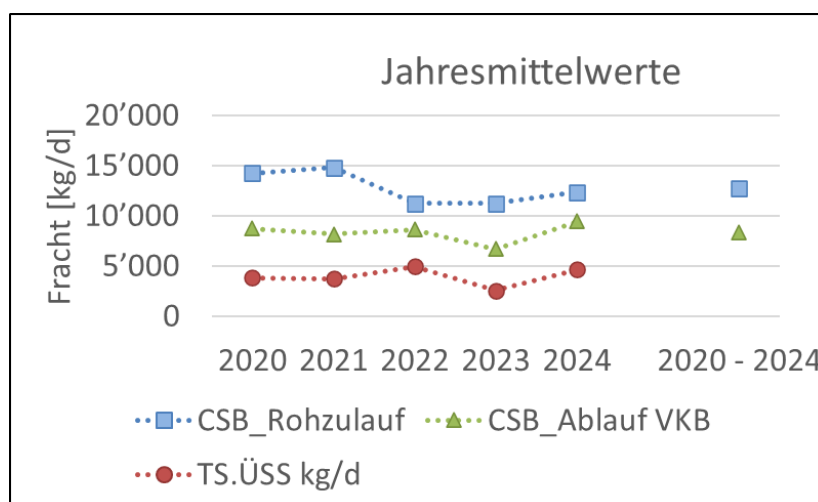


Abbildung 4. CSB-Jahresfracht im Rohzulauf und im Ablauf VKB und vergleich mit dem ÜSS TS-Fracht

### Jahresvergleich

Die Jahresfrachten 2020–2025 sind in Abbildung 5 dargestellt. Für das Jahr 2025 waren nur Werte bis Ende Juni 2025 vorhanden; daher wurde dieses Jahr für die Auswertung nicht verwendet. Die Frachten sind je nach Jahr sehr unterschiedlich. Deswegen ist es besonders

wichtig, die Vergleichsanalysen mit der ARA Bern und die Qualitätssicherung weiterzuführen.

#### Fehlende Messdaten im Zulauf

Seit 2025 wird  $N_{tot}$  alle 5 Tage im Rohzulauf gemessen. Es sind keine Messwerte aus den Jahren 2020 – 2024 vorhanden.

Im Jahr 2025 wurde ebenfalls  $NO_3-N$  im Rohzulauf und  $NH_4-N$  im Faulwasser unregelmässig gemessen. Es wird empfohlen beide Messwerte weiterhin und regelmässiger zu messen:

- $NO_3-N$  im Rohzulauf mindestens alle 10 Tage
- $NH_4-N$  im Faulwasser mindestens 1x pro Monat

GUS und CSBgelöst sollen neu in die Rohzulaufprobenahme aufgenommen werden. GUS ist besonders wichtig für die Dimensionierung, während CSBgelöst für die Simulation und N-Elimination relevant ist.

Es wird ebenfalls empfohlen GUS und  $N_{tot}$  im Ablauf VKB zu messen, um die Elimination über die Vorklärung besser bei der Dimensionierung abzubilden. Dazu sind TS-Frachten im Schlamm (ÜSS, Frischschlamm und Abgabeschlamm) besonders wichtig für die Beurteilung der Datenqualität (Massenbilanzen) sowie für die Kalibrierung und Validierung der Dimensionierung und der Simulation. TS soll häufiger im ÜSS und im Frischschlamm (ohne Fremdschlamm) gemessen werden (mindestens alle 5 Tage). Beim Abgabeschlamm soll der grossen Abweichung im Jahr 2024 nachgegangen werden.

#### Fazit Qualitätssicherung Frachten

Bei der Datenqualität gibt es Handlungsbedarf.

- Die Ringversuche (5 Jahre) zeigen gute Resultate im Ablauf VKB, jedoch sind bei den ersten Vergleichsanalysen mit der ARA Bern im Ablauf VKB und Rohzulauf (nur 5 Messdaten) systematische Abweichungen beim  $NH_4-N$  und  $N_{tot}$  vorhanden. Diese Vergleichsanalysen sollten weitergeführt werden.
- Die Faulwasserrückläufe sind im Rohzulauf (vor der Rohzulaufprobenahme) und die aktuellen Korrekturen der Rohzulauffrachten (siehe Kapitel 3.4.2) erfolgten je nach Stoff mit Berechnungen ( $P_{tot}$ ) und anhand dünner Messreihen ( $NH_4-N$ ).
- Massenbilanzen können aufgrund weniger oder teilweise sogar fehlender Messdaten nur bedingt durchgeführt werden.
- Es wird empfohlen P im Rahmen der Schwermetallanalysen im Schlamm zu messen, das Problem bei der Abgabeschlammmessung 2024 nachzugehen und die TS-Konzentration im ÜSS/RLS regelmässiger zu messen.
- Die Elimination über die Vorklärung und die Jahresfrachten im Rohzulauf unterliegen hohen jährlichen Schwankungen, was zum jetzigen Zeitpunkt nicht erklärt werden kann.

### **3.4.2 Faulwasser Korrektur**

Die Zentrat-Rückläufe sind in der Rohzulaufprobenahme enthalten. Je nach Jahr hat die Abscheideleistung bei der Zentrifuge schlechter oder besser funktioniert. Die TS-Konzentration im Zentrat kann mit einer Bilanz über die Zentrifuge berechnet werden. Bei CSB wurde keine Korrektur vorgenommen; die Rückführung wurde als vernachlässigbar (2–7% der Zulauffracht) eingestuft. Bei  $P_{tot}$  war, je nach Jahr, die Rückführung relevant. Die Werte sind in Abbildung 5 bereits korrigiert dargestellt.

Die Zentrat-Rückführung ist für NH<sub>4</sub>-N im Zulauf ebenfalls relevant. NH<sub>4</sub>-N wurde zwischen 2018 und 2019 in einer Messkampagne im Zentrat gemessen. Fürs Jahr 2025 liegen zwei Werte vor. Die Zentratmenge wurde anhand von Messdaten vor und nach der Zentrifuge gerechnet und auf 280 kgNH<sub>4</sub>-N/d geschätzt.

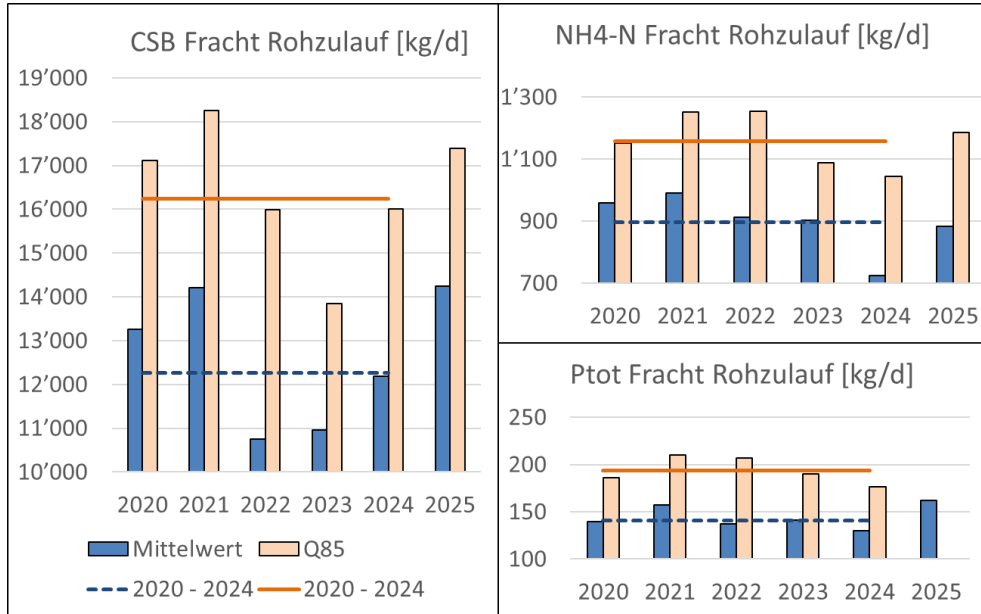


Abbildung 5: Rohzulauffrachten von CSB (keine Korrektur aufgrund Faulwasser notwendig), Ammonium-Stickstoff (noch nicht korrigiert) und Totalem Phosphor (korrigiert) für 2020–2025.

### 3.4.3 Einwohnerequivalente

Die entsprechenden Einwohnerwerte sind in Tabelle 8 dargestellt. Die Berechnung erfolgt mit dem 85%-Quantil der Rohzulauffrachten und unter Annahme von 120 gCSB/EW/d, 7 gNH<sub>4</sub>-N/EW/d sowie 1.8 gP/EW/d als Berechnungskennwerte.

Tabelle 8: Einwohnerwerte für IST-Zustand und Prognose. Als Prognose für 2060 wird mit einer Fracht-Erhö-  
hung von 30% gegenüber dem IST-Zustand gerechnet.

EW	CSB	NH <sub>4</sub> -N*	Ptot**	Mittelwert
2020 - 2024	140'000	125'000	108'000	124'000
2060 (+ 30%)	181'000	163'000	140'000	161'000

\* Zentrat abgezogen, berechnet mit 7 g/EW/d

\*\*Zentrat abgezogen

### 3.4.4 Festlegung Dimensionierungsfrachten

Die für die Dimensionierung verwendeten Frachten im Rohzulauf sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

Tabelle 9: Rohzulauf-Frachten im IST- und Ausbau-Zustand. Die Rückläufe sind dabei abgezogen.

		IST-Zustand (2020–2024)		Ausbau-Zustand (2060)	
		Mittelwert	Bemessung	Mittelwert	Bemessung
CSB	kg/d	12'773	16'741	16'605	21'764
N <sub>tot</sub>	kg/d	1'242	1'764	1'614	2'293
NH <sub>4</sub> -N	kg/d	618	878	803	1'141

Im Rahmen der Vergleichsanalysen mit der ARA Bern wurden sieben GUS-Werte gemessen. Nach Korrektur der Rückläufe (250 kgGUS/d) entspricht dies einem Verhältnis von 0.51 GUS/CSB<sub>ges.</sub>

Seit 2025 wird N<sub>tot</sub> im Rohzulauf gemessen (insgesamt 47 Messwerte bis August vorhanden). Das Verhältnis N<sub>tot</sub>/NH<sub>4</sub>-N entspricht 1.68 ohne Faulwasserkorrektur und 2.01 mit Faulwasserkorrektur.

NO<sub>3</sub>-N wird auch erst seit 2025 gemessen (11 Messwerte). Ein Mittelwert von 3.4 mgNO<sub>3</sub>-N/l wurde für die Dimensionierung angenommen.

In Tabelle 10 sind die angenommenen Eliminationsleistungen im VKB dargestellt. Im Ausbau-Zustand wurde mit einer Verkleinerung der Vorklärung und entsprechend einer kleineren CSB-Elimination gemäss DWA-Kennwerten gerechnet. Die TSS-Elimination im IST-Zustand wird aus Erfahrungswerten für den IST-Zustand ebenfalls auf 50% (kleinere DWA-Stufe) festgelegt.

**Tabelle 10: Eliminationsleistungen in der Vorklärung für IST- und Ausbau-Zustand.**

	<b>IST-Zustand (2020–2024)</b>	<b>Ausbau-Zustand (2060)</b>
CSB	35%	30%
TSS (GUS)	50%	50%
TKN	10%	10%
P <sub>tot</sub>	10%	10%

### 3.5 TEMPERATUR

In Tabelle 11 sind die für die Dimensionierung berücksichtigten Abwassertemperaturen mit zugehörigem Perzentil dargestellt, um die Denitrifikation besser abzubilden. In Tabelle 12 sind Annahmen u.a. für die Nitrifikation relevanter Parameter dargestellt.

**Tabelle 11: Temperatur in Biologie 2020-2024.**

Perzentil [%]	Temperatur [°C]
1.5	9.4
3	10.4
33.1	13.0
50	14.8
99	20.5

**Tabelle 12: Dimensionierungstemperatur, Sicherheitsfaktor, Erforderliches Schlammalter.**

Parameter		Annahme
T <sub>min</sub>	°C	9.4
T <sub>max</sub>	°C	20.5
Sicherheitsfaktor	-	1.5
Erforderliches Aerobes Schlammalter bei T <sub>min</sub>	d	8.5

## 4 SCREENING

### 4.1 BIOLOGIE

Im Screening der Flächenabklärungsstudie 2023 wurde SBR als Bestvariante bestimmt. Die A/I-Variante wurde aufgrund des hohen Flächenbedarfs und der geringeren Flexibilität seitens Platzverhältnisse gegenüber der SBR-Variante verworfen. Die MBR-Variante wurde nicht weiterverfolgt, da damals noch davon ausgegangen wurde, dass das bestehende Zulaufpumpwerk nicht ersetzt werden müsste. Für MBR-Systeme werden Rechenanlagen mit einer Spaltweite von max. 3 mm verlangt. Die bestehende Rechenanlage weist Spaltweite von 6 mm auf. Das Pumpwerk hätte nicht genügend Kapazität bzgl. Förderhöhe, um die höheren hydraulischen Verluste bei feinerem Rechen zu kompensieren. Da aber inzwischen entschieden wurde, die Dimensionierungsmenge von 1'630 auf 2'050 l/s zu erhöhen, muss das Pumpwerk ohnehin ersetzt werden. Aus diesem Grund wird die MBR-Variante in dieser Machbarkeitsstudie wieder als mögliche Variante aufgenommen.

In der nachfolgenden Tabelle ist das aktualisierte Screening der biologischen Verfahren dargestellt. Für die Biologie komme demnach das Sequencing-Batch-Reaktor (SBR) und das Membranbioreaktor- (MBR) Verfahren in Frage.

Tabelle 13: Screening Biologie.

	Erhöhte Denitrifikation	Prozessstabilität / redundantes System	Abhängigkeit MV	Platzbedarf	Jahreskosten	Komplexität Betrieb / Unterhalt	Nachhaltigkeit CO <sub>2</sub>	Erweiterungsmöglichkeiten
	5%	10%	5%	0%	60%	10%	5%	5%
Konventionelle Biologie (vorgeschaltete Deni)	+	++		x		++		
Konventionelle Biologie (Kaskaden-Denitrifikation)	++	++		x				
A/I-Verfahren	++	++		x		+		+
<b>SBR</b>	++	++	-	+	?	-/+	?	-/+
Biofilter / Festbett	x							
S-Select	-	-		+		+		x
Wirbelbett	x	+						
Hybrid Wirbelbett	x	+						
(BAR-Prozess)	x							
Tropfkörper	x							
<b>Membranbioreaktor</b>	+	++		++	?	-/+	-	+
Hoch-Schwachlast	x							

**Bewertungsskala**

x	Ausschliessen
	NA oder nicht bewertet
	Ausgewählte Varianten

++
+
-/+
-
--

## 4.2 MV-STUFE

### 4.2.1 Verfahrenseignung Ozon

Im 2025 wurde eine Messkampagne im Ablauf der ARA durchgeführt, um die Verfahrenseignung einer Ozonung zu prüfen. Bromat, Nitrosamine und Schwermetalle waren unproblematisch. Die Bromidkonzentrationen sind in Abbildung 6 dargestellt. Bei einer Ozonung kann die Bromatbildung zu einem Problem werden. In der 5d-Mischprobe wurde mehrmals der Schwellenwert von 100 µg Br/l überschritten. Deswegen wird eine reine Ozonung als Variante ausgeschlossen.

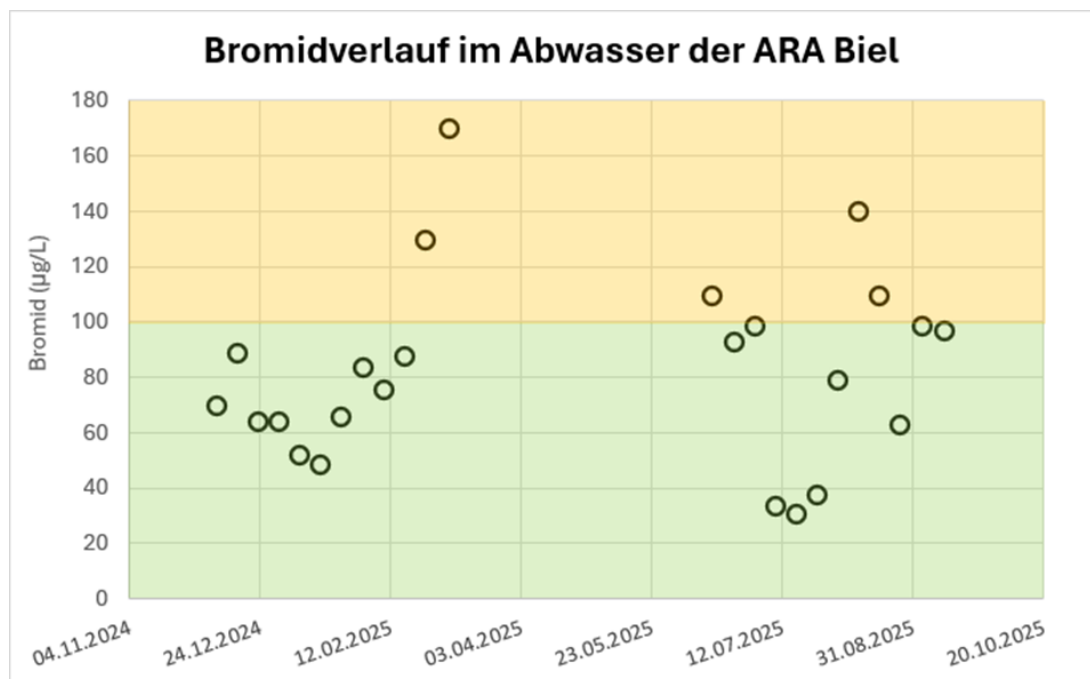


Abbildung 6. Bromidverlauf im Ablauf der ARA Biel als 5d-Mischprobe

### 4.2.2 Variantenentscheid

Es wurde entschieden jeweils ein PAK-Verfahren (Pulveraktivkohle), GAK-Verfahren (granulierte Aktivkohle) und Kombi-Verfahren (Ozonung und Aktivkohle Kombination) zu untersuchen.

- Beim PAK war die Kombination mit dem MBR besonders attraktiv, da sehr wenig neue Infrastruktur benötigt wird und AK-Schlupf im Ablauf kein Problem ist. Falls diese Variante ausgewählt wird, soll im Vorprojekt SPAK (superfine Pulveraktivkohle) als weitere Optimierungsmöglichkeit vertieft untersucht werden.
- Beim GAK wurde der erprobte GAK-Filter ausgewählt. Falls die Variante «GAK-Filtration» gewählt wird, wird im Vorprojekt «Mikro-GAK im Schwebebett» näher untersucht. Die Mikro-GAK Anlage auf der ARA Bern ist 2025 in Betrieb gegangen. Im Jahr 2026 werden mehr Projekt- und Betriebserfahrungen vorhanden sein.
- Als Kombi-Verfahren wurde Ozonung und GAK vorgeschlagen. Beim ursprünglichen Screening wurde erwartet, dass hohe Filtergeschwindigkeiten für den GAK (wie bei einem Sandfilter) im Kombi-Verfahren angenommen werden können und dabei ein grosser

Teil der Investitionskosten subventionsberechtigt wäre. Dies wurde im Laufe des Projekts aufgrund weiterer Erfahrungen geändert. Der GAK-Filter wurde dabei entsprechend grösser dimensioniert als ursprünglich angenommen. Falls das Kombi-Verfahren ausgewählt wird, soll Ozonung und PAK im Vorprojekt ebenfalls untersucht werden.

Für die MV-Stufe werden drei Varianten näher untersucht: GAK-Filtration, Kombi-Verfahren mit Ozonung und GAK-Filter sowie PAK vor MBR.

Tabelle 14: Screening MV-Stufe.

Bewertungskriterien	Gewichtung [%]	Aktivkohle					Ozon + Sandfilter (~13-15 m/h)	Kombi Ozon + GAK (~7 m/h)	Begründung/Bemerkung
		PAK-Ulmerverfahren	PAK vor Sandfilter	PAK in Biologie	SPAK / PAK vor MBR	GAK-Filtration (~7m/h)			
Reinigungsleistung	10	+	+	+	+	+	+	++	Kombi-Verfahren: breitere Reinigungsleistung; Oz: zusätzliche Desinfektion
Betriebsstabilität	7.5	-	-	-	++	-	-	++	Oz: Unter-/Überdosierung und GAK-Filt.: Filterdurchbrüche bei Regenwelterspizzen, PAK: AK-Schlupf, Kombi-Verf: Redundanz der Verfahren
Betriebsflexibilität	10	+	+	+	+	-	+	++	GAK-Verfahren nur begrenzte Flexibilität über Wahl AK oder Dosiermenge
Auswirkungen auf Betrieb	5	--	--	--	--	+	+	+	PAK: bis 15% mehr "eigenen" Schlamm,
Komplexität Betrieb / Unterhalt	7.5	-	-	-	--	+	-	--	Oz: mehr Technik/Kontrolle nötig als bei GAK-Filt., PAK: mehr Betriebsmittelumschlag + Kontrolle PAK-Schlupf Kombi: 2 Verfahren
Umweltrelevanz Betriebsmittel	10	--	--	--	--	+	+	++	je geringer der AK-Verbrauch eines Verfahrens, desto weniger CO2
Energieverbrauch	5	+	+	+	-	+	+	-	Je höher der Ozonverbrauch eines Verfahrens, desto grösser der Energieverbrauch
Platzbedarf	5	-	+	+	++	+	+	-	
Jahreskosten	40	--	+	-	++	-/+	-/+	++	

## 5 DIMENSIONIERUNG BIOLOGIE

### 5.1 FAULWASSERBEHANDLUNG

Die ARA Biel nimmt sehr viel Fremdschlamm an. In der Faulung wird N-freigesetzt und dann bei der Entwässerung zur ARA zurückgeführt. Um 80% N-Elimination im Jahresmittel erreichen zu können, soll in jedem Fall auf eine Faulwasserbehandlung gesetzt werden. Dabei wird von einer 80% N-Elimination vom Faulwasser ausgegangen. Der Flächenbedarf dafür wird auf ca. 210 m<sup>2</sup> geschätzt.

#### 5.1.1 MBR

Die MBR-Variante wird, wie in Tabelle 15 dargestellt, dimensioniert. In der Bivalenten Zone herrscht bei T<sub>min</sub> Vollbelüftung, während ca. ab 14°C keine Belüftung in dieser Zone mehr nötig ist, um das erforderliche aerobe Schlammalter zu erreichen.

**Tabelle 15: Dimensionierung MBR-Variante.**

		Auslegung
Volumen Biologie ohne Membranbecken	m <sup>3</sup>	11'357
Anoxzone	m <sup>3</sup>	3'493
Bivalente Zone	m <sup>3</sup>	3'493
Aerobzone	m <sup>3</sup>	4'370
Anzahl Strassen	-	4
Rezirkulation / Q <sub>zu</sub>	-	6
TS Biologie	g/l	8

Zum gegebenen Zeitpunkt kann noch nicht beurteilt werden, ob die bisherigen Biologiebecken (Volumen Total: 6'978 m<sup>3</sup>, Tiefe: 3.6 m) für die MBR-Variante bei gleicher Tiefe lediglich in die Länge erweitert werden sollen oder komplett neu gebaut werden mit 5 m Wassertiefe.

In Abbildung 7 ist die Variante mit verlängerten Biologiebecken dargestellt. Würden die Becken stattdessen 5 m tief gebaut, wären die beanspruchten Flächen entsprechend kleiner.

Die Membranen werden in separaten nachgeschalteten Becken untergebracht für welche insgesamt rund 4'000 m<sup>3</sup> benötigt werden.

Um die 80% N-Elimination zu erreichen ist ein sehr grosses Rezirkulationsverhältnis notwendig. Um nicht zu viel Sauerstoff mit der Rezirkulation aus den Membranbecken in die Biologiebecken zurückzuführen sind zwingend DeOx-Becken vorzusehen. Die optimale Grösse dieser Becken lässt sich erst mit einer dynamischen Simulation bestimmen. Als erste Annahme wird von 2x1'610 m<sup>3</sup> ausgegangen, was einer Aufenthaltszeit von 15 min bei 6xQ<sub>TW</sub> entspricht.

Dank der Membranen kann die TS-Konzentration im Biologiebecken wesentlich erhöht werden und die Becken deutlich kompakter gebaut werden. Das neu erworbene Land wird bei der Variante MBR inkl. PAK nicht beansprucht.

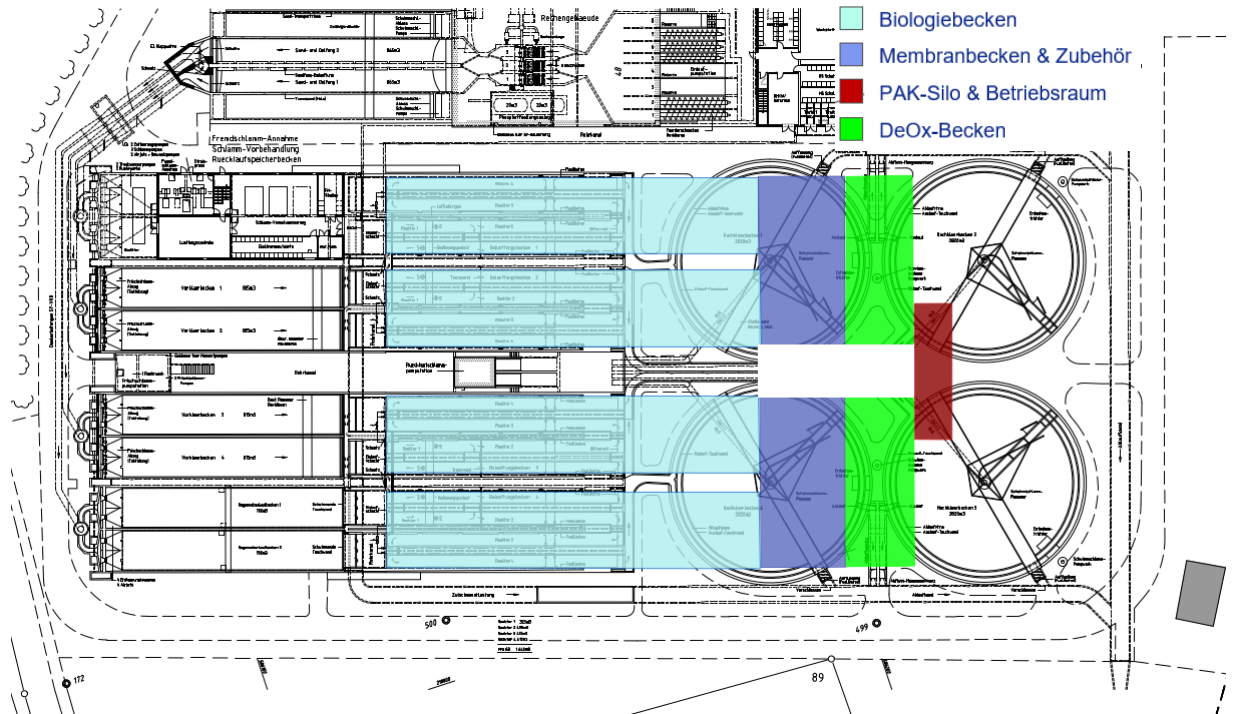


Abbildung 7: Variante MBR mit PAK. Beckentiefe der Biologie ist 3.6 m, bei Membran- und DeOx-Becken ist Beckentiefe 5 m.

5.1.2 SBR

Die SBR-Variante wird, wie in Tabelle 16 dargestellt, dimensioniert. Zur Sicherstellung ganzjähriger Nitrifikation muss bei tiefen Temperaturen die Denizeit zugunsten der Nitrifikationszeit gekürzt werden.

**Tabelle 16: Dimensionierung SBR-Variante. Die Befüllzeit zählt nicht zur Zykluszeit und wird entweder der Deni oder der Nitrifikation zugerechnet. Es ist eine zweifache Beschickung während eines Zyklus vorgesehen, um die Deni-Leistung zu maximieren. Aus diesem Grund wird eine Totzeit berücksichtigt.**

		Auslegung	
		TW	RW
Volumen Biologie ohne Vorlage	m <sup>3</sup>	65'712	
Volumen Vorlage (6%)	m <sup>3</sup>	3'943	
Zykluszeit		6.00 (bei T <sub>mittel</sub> / T <sub>min</sub> )	4.50 (bei T <sub>mittel</sub> / T <sub>min</sub> )
Befüllen		0.75	0.75
Deni Total		2.55 (1.55)	1.41 (0.66)
Nitri Total		1.45 (2.45)	1.09 (1.84)
Totzeit		0.25	0.25
Sedimentieren		0.75	0.75
Dekantieren		1.00	1.00
Austauschvolumenanteil	-	31.5%	50%
Anzahl Reaktoren	-	6	
Max. Befüllhöhe	m	8.0	
TS bei Mindestvolumen	g/l	4.6	
SVI	ml/g	100	

In Abbildung 8 ist die vorgesehene Platzierung der SBR-Reaktoren dargestellt.

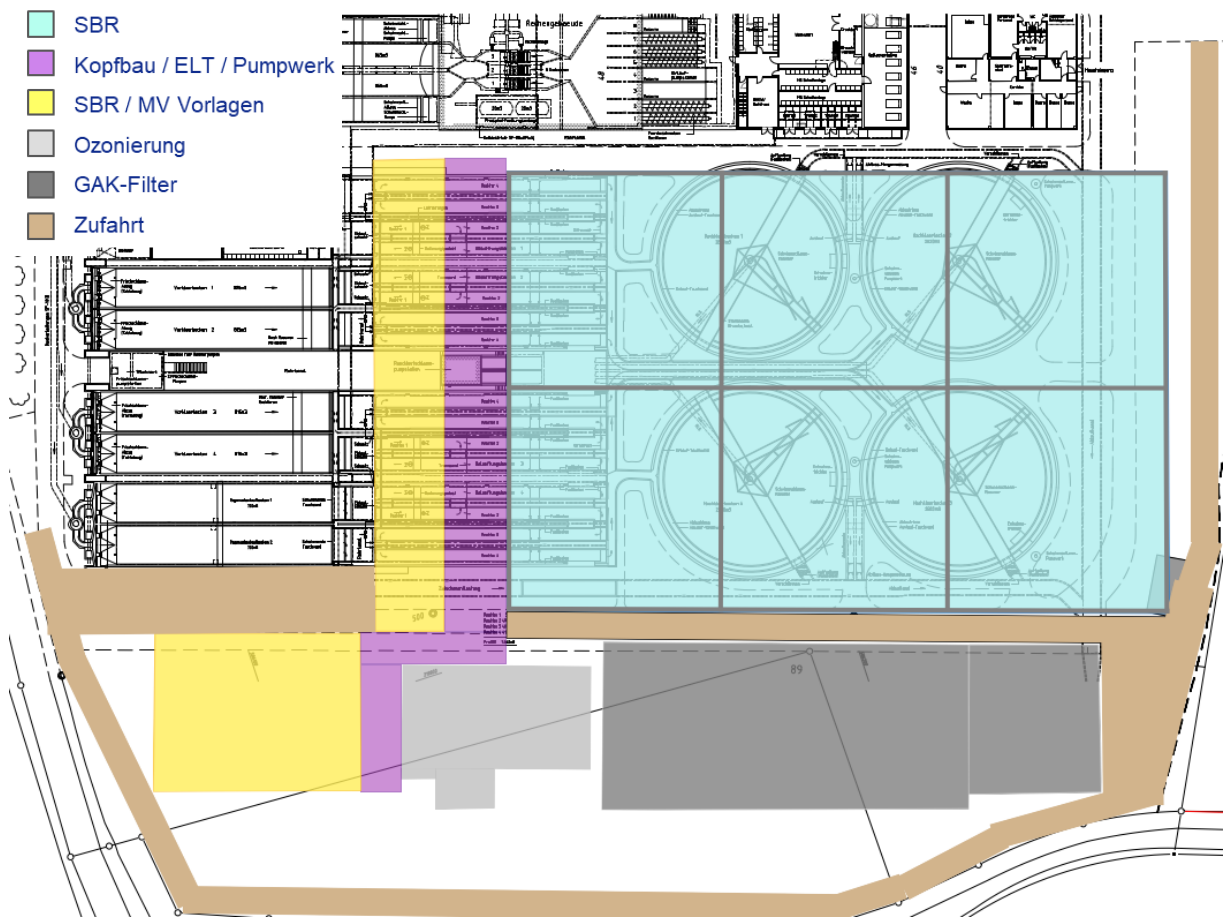


Abbildung 8: Variante SBR mit Ozonierung und GAK-Filter.

## 6 GROBKOSTENSCHÄTZUNG BIOLOGIE

Basierend auf Referenzprojekten und unter den folgenden Annahmen wurden Betriebs- und Investitionskosten der MBR- und SBR-Varianten geschätzt.

### 6.1 BETRIEBSKOSTEN

#### Annahmen Betriebskosten

- Strompreis: 9.5 Rp./kWh (MÜVE)
- MBR: Membranersatz nach 15 Jahren
- MBR: Rezirkulation /  $Q_{zu} = 6$  für mittleren Zufluss,  $H_{mano}=2.2$  m
- SBR:  $H_{mano} = 4.1$  m
- Wartungs- und Stromkosten übriger Ausrüstung nicht einberechnet, da angenommen wird, dass diese bei SBR und MBR ähnlich sind. Bei Pumpkosten wird lediglich das Rezirkulieren beim MBR und das Befüllen der SBR verglichen.
- Zins: 2%

In Abbildung 9 sind die geschätzten Betriebskosten (ohne Wartung) für das MBR- und das SBR-Verfahren dargestellt. Die Betriebskosten sind bei der MBR-Variante deutlich höher.

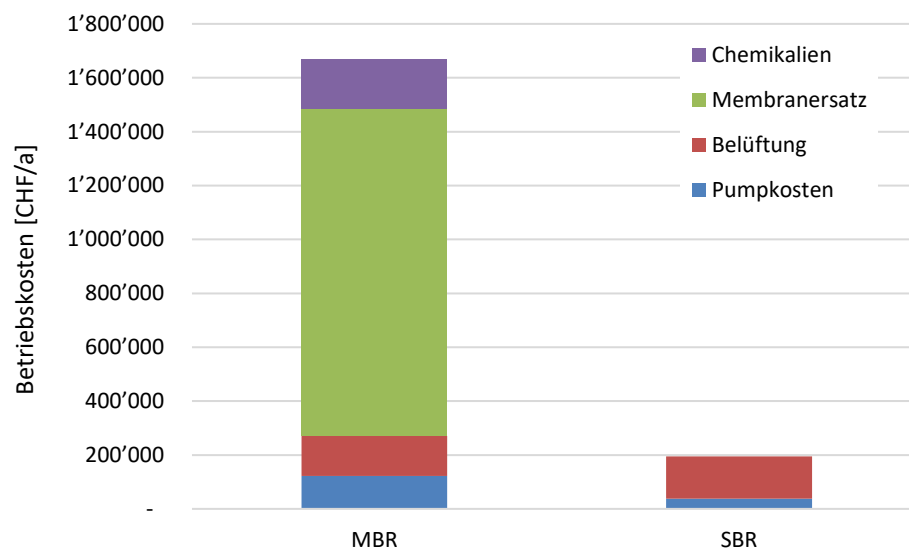


Abbildung 9: Betriebskostenschätzung MBR vs. SBR. Wartungs- und Stromkosten übriger Ausrüstung ist nicht miteinberechnet.

## 6.2 INVESTITIONSKOSTEN

In den Abbildungen 10 und 11 sind die Investitionskostenanteile nach Kategorien eingeteilt. Die geschätzten Gesamt-Investitionskosten sind für beide Verfahren ähnlich.

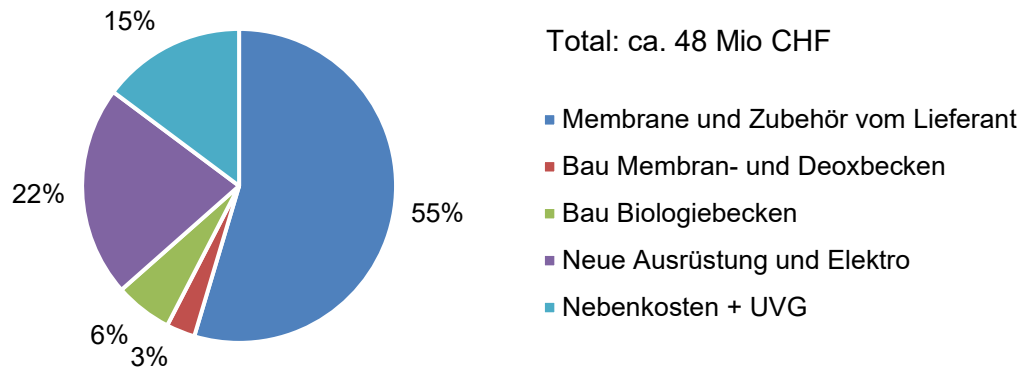


Abbildung 10: Investitionskostenschätzung Variante MBR

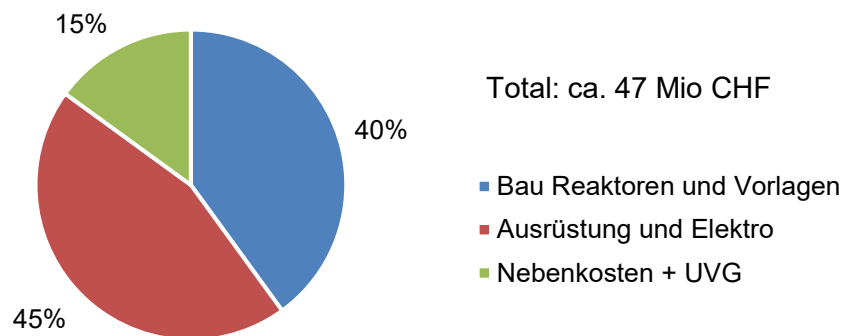


Abbildung 11: Investitionskostenschätzung Variante SBR

### 6.3 JAHRESKOSTEN

In Abbildung 12 ist der Jahreskostenvergleich von MBR und SBR dargestellt. Das SBR-Verfahren ist für die ARA Biel rund 1 Mio. CHF pro Jahr günstiger als MBR. Die Differenz kommt hauptsächlich von den hohen Membranersatzkosten beim MBR.

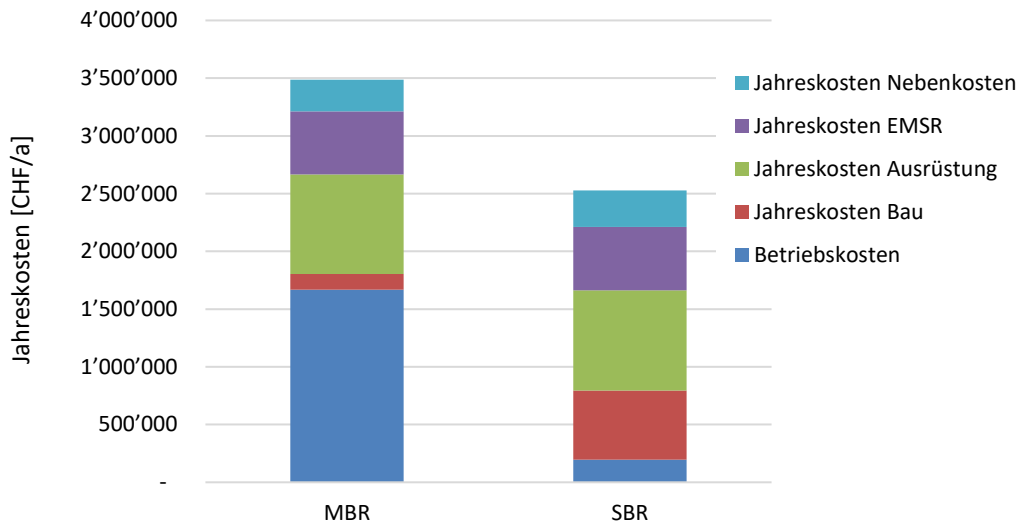


Abbildung 12: Jahreskosten MBR vs. SBR.

## 7 DIMENSIONIERUNG MV-STUFE

### 7.1 PAK DIREKTDOSIERUNG MBR

Aufgrund der gegebenen Filtration durch die Membrane lässt sich die Variante MBR elegant mit PAK als vierte Reinigungsstufe kombinieren. Der Platzbedarf dafür ist ebenfalls sehr gering (rund 150 m<sup>2</sup>, siehe Abbildung 8).

Als Dosierung wird 2.8 mgPAK/mgDOC gewählt<sup>1</sup>, was bei dem durchschnittlichen DOC-Gehalt von 5.3 mg/l knapp 15 mgPAK/l entspricht.

### 7.2 GAK-FILTER

Der GAK-Filter wird so dimensioniert, dass bei maximaler Beschickung die Leerbettkontaktzeit (Empty Bed Contact Time, EBCT) 20 min für n-1 Filterzellen nicht unterschreitet<sup>2</sup>. Da eine Vollstrombehandlung vorgesehen ist, entspricht die maximale Beschickung dem  $Q_{Dim}$ , d.h., 2050 l/s.

Tabelle 17: Auslegung GAK-Filter

		Auslegung
Anzahl Filterzellen	-	14
Zellen-Breite	m	7
Zellen-Länge	m	12.6
Filtermaterialhöhe	m	2.2
GAK-Volumen Total	m <sup>3</sup>	2'710
Max. Filtergeschwindigkeit (n-1)	m/h	6.6
Min. EBCT (n-1)	min	20.1
Benötigte Fläche Total (inkl. Schlamm- und Spülwasserbecken, Pumpen, Gebläse usw.)	m <sup>2</sup>	2'330

<sup>1</sup> (VSA, 2022)

<sup>2</sup> (Eawag/VSA, Faktenblatt – aktueller Stand diskontinuierlich gespülte GAK-Filter, 2023)

### 7.3 GAK-OZONIERUNG-KOMBIVERFAHREN

Die GAK-Filter werden identisch gebaut wie die alleinstehende Variante. Im Vergleich zu einer reinen Ozonierung wird im Kombiverfahren die Dosierung von 0.5 auf 0.2 gO<sub>3</sub>/gDOC heruntersetzt<sup>3</sup>.

**Tabelle 18: Auslegung Ozonreaktor**

		<b>Auslegung</b>
Anzahl Reaktoren	-	2
Anzahl Kompartimente	-	8
Länge Kompartiment	m	3.15
Breite Kompartiment	m	6.3
Wasserhöhe	m	6
Benötigte Fläche Total	m <sup>2</sup>	580
+ Fläche Sauerstofftank	m <sup>2</sup>	70

---

<sup>3</sup> (Eawag/VSA, Plattform «Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen», 2021)

## 8 GROBKOSTENSCHÄTZUNG MV-STUFE

Basierend auf Referenzprojekten und unter den folgenden Annahmen wurden Betriebs-, Investitions- und Jahreskosten der ausgewählten Varianten der MV-Stufe geschätzt.

### Annahmen Betriebs- und Jahreskosten

- Mittlerer Durchfluss: 69'000 m<sup>3</sup>/d
- Strompreis: 9.5 Rp./kWh (MÜVE)
- AK-Preis: 2'130 CHF/t GAK (reaktiviert) und 2'170 CHF/t PAK
- GAK-Standzeit: 25'000 BV reiner GAK, 71'000 BV GAK-Kombiverfahren
- O<sub>2</sub>-Preis: 200 CHF/t
- Schlammbehandlung: 130 CHF/t
- Wartung: 0.25% Bau, 0.5% EMSR, 1% Maschinen
- Lebenszyklus: Bau 50 a, Ausrüstung 20 a, EMSR 15 a, Nebenkosten 30 a
- Zins: 2%

### 8.1 BETRIEBSKOSTEN

Abbildung 13 zeigt die geschätzten Betriebskosten für die im Screening (Kapitel 4.2) ausgewählten Varianten der MV-Stufe. Aufgrund der kürzeren GAK-Standzeit beim reinen GAK-Filter sowie den nur geringen Mehrkosten bzgl. Stromverbrauch beim GAK-Kombiverfahren weist das Kombiverfahren deutlich tiefere (ca. 500 kCHF) Betriebskosten auf als der reine GAK-Filter.

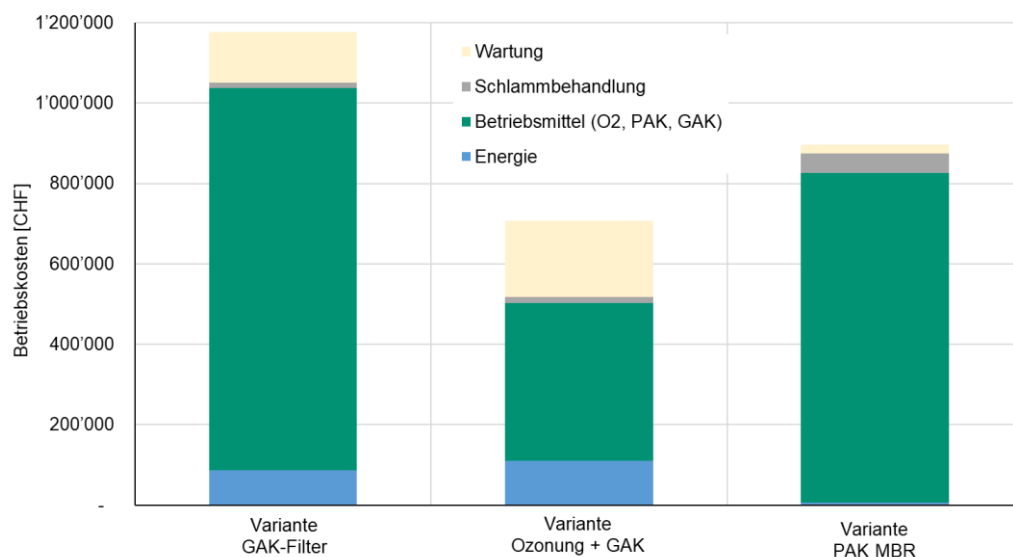


Abbildung 13: Geschätzte Betriebskosten für die ausgewählten MV-Varianten.

### 8.2 INVESTITIONSKOSTEN

Abbildung 14 zeigt die geschätzten Investitionskosten der MV-Varianten. Da der Bund beim Kombiverfahren nicht die gesamten Investitionskosten als beitragsberechtigt deklariert, sondern nur jene von einem Verfahren, sind die für die ARA Biel anfallenden Investitionskosten beim Kombiverfahren deutlich höher als beim reinen GAK-Filter. Die Schätzung basiert auf Referenzprojekten; die absoluten Werte sind mit grosser Vorsicht zu betrachten. Der Fokus bei der Schätzung lag auf den Differenzkosten zwischen den Varianten.

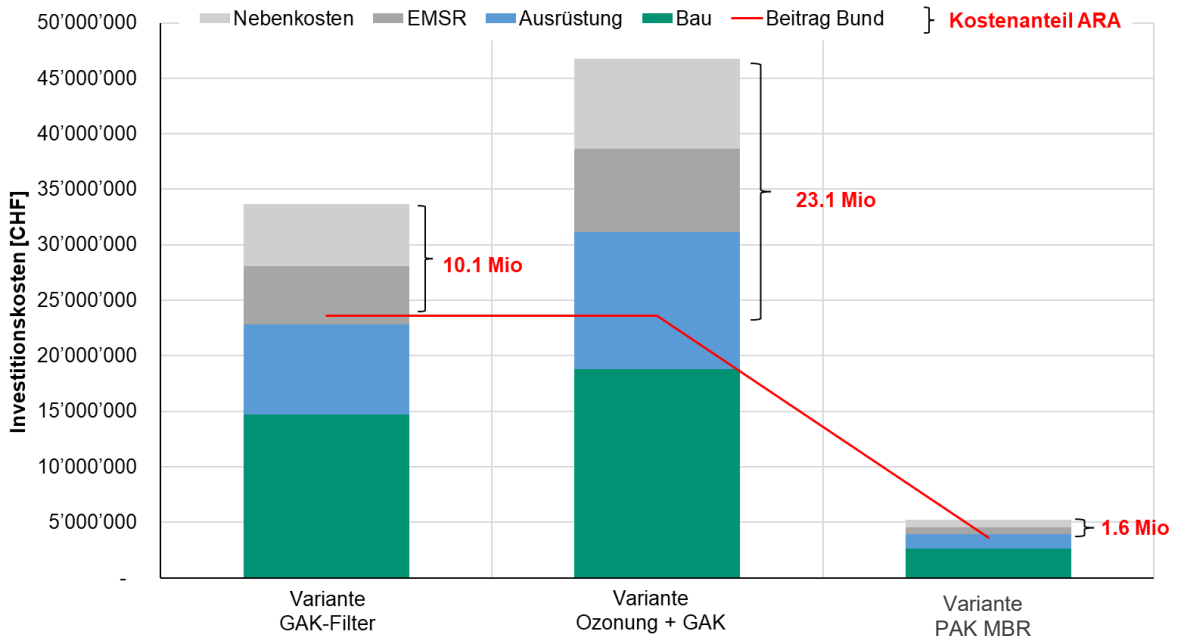


Abbildung 14: Geschätzte Investitionskosten für die ausgewählten MV-Varianten.

### 8.3 JAHRESKOSTEN

Abbildung 15 zeigt die geschätzten Jahreskosten der MV-Varianten. Der reine GAK-Filter ist für die ARA Biel rund 200 kCHF/a günstiger als das Kombi-Verfahren.

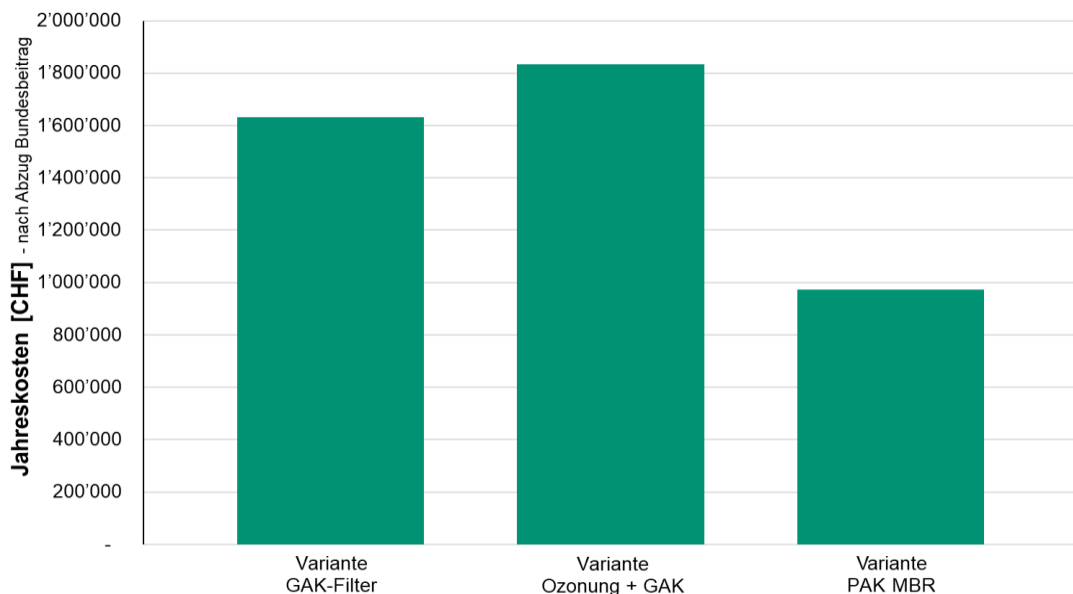


Abbildung 15: Geschätzte Jahreskosten für die ausgewählten MV-Varianten.

## 9 VARIANTEN-VERGLEICH UND ENTSCHEID

### 9.1 BIOLOGIE

Die SBR-Variante zeigt sich in der Gesamtbewertung (Tabelle 19) als Gewinner und wird deswegen der MBR-Variante vorgezogen. Mit dieser Entscheidung liegen die Kosten im Rahmen des Memos "Ausbau – grobe Kostenschätzung und Zeithorizont" vom 6.03.2024.

**Tabelle 19: Bewertungsmatrix SBR vs. MBR.**

1= akzeptabel, 2=befriedigend, 3=befriedigend-gut, 4=gut, 5=sehr gut

Bewertungskriterien	Gewichtung [%]	Variante				Begründung/Bemerkung
		SBR		MBR		
		Pkt.	Gew.	Pkt.	Gew.	
Erweiterungsmöglichkeiten	5	2	10	5	25	SBR: Granuli/Nereda, MBR: TS erhöhen
Erhöhte N-Elimination	5	5	25	4	20	mehr Flexibilität beim SBR
Abhängigkeit MV	5	2	10	4	20	SBR: benötigt Vorlagen für MV, MBR: kontinuierlich
Nachhaltigkeit CO2	5	5	25	1	5	MBR: sehr hoher Chemikalienverbrauch
Prozessstabilität / redundantes System	10	4	40	5	50	hohe Redundanz beider Verfahren, MBR: keine Abhängigkeit von SVI
Komplexität Betrieb/Unterhalt	10	3	30	3	30	SBR: komplexes Verfahren (Flexibilität), MBR: Zusatzaufwand Membranreinigung
Jahreskosten	60	5	300	3	180	SBR: 6 neue Reaktoren inkl. Vorlagen, MBR: Erweiterung bestehender Biologiebecken, teure Membranen und hoher Chemikalienverbrauch
<b>Total</b>	100		440		330	
<b>Rang</b>			<b>1</b>		<b>2</b>	

9.2 MV-STUFE

Die Variante PAK MBR erreicht in der Gesamtbewertung die höchste Punktzahl (Tabelle 20). Diese Variante kann aber nur gewählt werden, wenn in der Biologie die Wahl auf MBR fällt. Würden die Jahreskosten von Biologie und MV-Stufe aufsummiert, wäre PAK + MBR verglichen mit rein-GAK + SBR rund 350 kCHF/a teurer. Die aufsummierten Betriebskosten wären beim PAK + MBR rund 1.2 Mio. CHF/a teurer, währenddessen die Investitionskosten günstiger wären.

Mit der Entscheidung, das SBR-Verfahren zu bauen, fällt die Wahl bei der MV-Stufe auf den GAK-Filter. Die Option auf eine Erweiterung zum Kombi-Verfahren soll jedoch offenbehalten werden, indem die für die Ozonierung benötigte Fläche sowie Massnahmen für einen erleichterten Einbau deren eingeplant werden. Mit diesem Entscheid liegen die Kosten im Rahmen des Memos "Ausbau – grobe Kostenschätzung und Zeithorizont" vom 6.03.2024.

Tabelle 20: Bewertungsmatrix Varianten MV-Stufe.

Bewertungskriterien	Gewichtung [%]	Varianten						Begründung/Bemerkung
		GAK-Filtration		Ozonung + GAK-Filtration		PAK MBR		
		Pkt.	Gew.	Pkt.	Gew.	Pkt.	Gew.	
Reinigungsleistung	10	4	40	5	50	4	40	Kombi-Verfahren: breitere Reinigungsleistung GAK-Filt.: Filterdurchbrüche bei Regenwetterspitzen, Kombi-Verf: Redundanz der Verfahren, PAK MBR: kein PAK-Schlupf dank Membranen GAK: nur begrenzte Flexibilität (Filterrückspülungen, Austausch), Kombi-Verf: 2 Verfahren, PAK: Wahl AK oder Dosiermenge; PAK: 15% mehr Schlamm von ARA Biel (Total ca. 6% mehr) und Einfluss auf Schlammalter in der Biologie, GAK: Filterrückspülung Kombi-Verfahren: 2 Anlagen und Oz komplexere Technik/Kontrolle nötig als bei GAK-Filt., PAK: Abrasion? je geringer der AK-Verbrauch eines Verfahrens, desto kleiner ökol. Fussabdruck / CO2 Ausstoss PAK MBR benötigt kein Hebewerk PAK MBR benötigt keinen weiteren Filter Kombi-Verfahren: nicht gesamte Investitionskosten beitragsberechtigt
Betriebsstabilität	7.5	3	23	5	38	5	38	
Betriebsflexibilität	10	3	30	5	50	5	50	
Auswirkungen auf Betrieb	5	4	20	4	20	2	10	
Komplexität Betrieb / Unterhalt	7.5	4	30	3	23	4	30	
Umweltrelevanz Betriebsmittel	10	4	40	5	50	1	10	
Energieverbrauch	5	4	20	3	15	5	25	
Platzbedarf	5	4	20	2	10	5	25	
Jahreskosten	40	2	80	1	40	5	200	
<b>Total</b>	100		303		295		428	
<b>Rang</b>			<b>2</b>		<b>3</b>		<b>1</b>	

1= akzeptabel, 2=befriedigend, 3=befriedigend-gut, 4=gut, 5=sehr gut

## 10 TERMINPLAN ERNEUERUNG ARA BIEL 2025

Ein Terminplan mit Meilensteinen ist in Abbildung 16 dargestellt. In einem nächsten Schritt soll 2026 das Vorprojekt durchgeführt werden.

### Erneuerung ARA Biel 2035

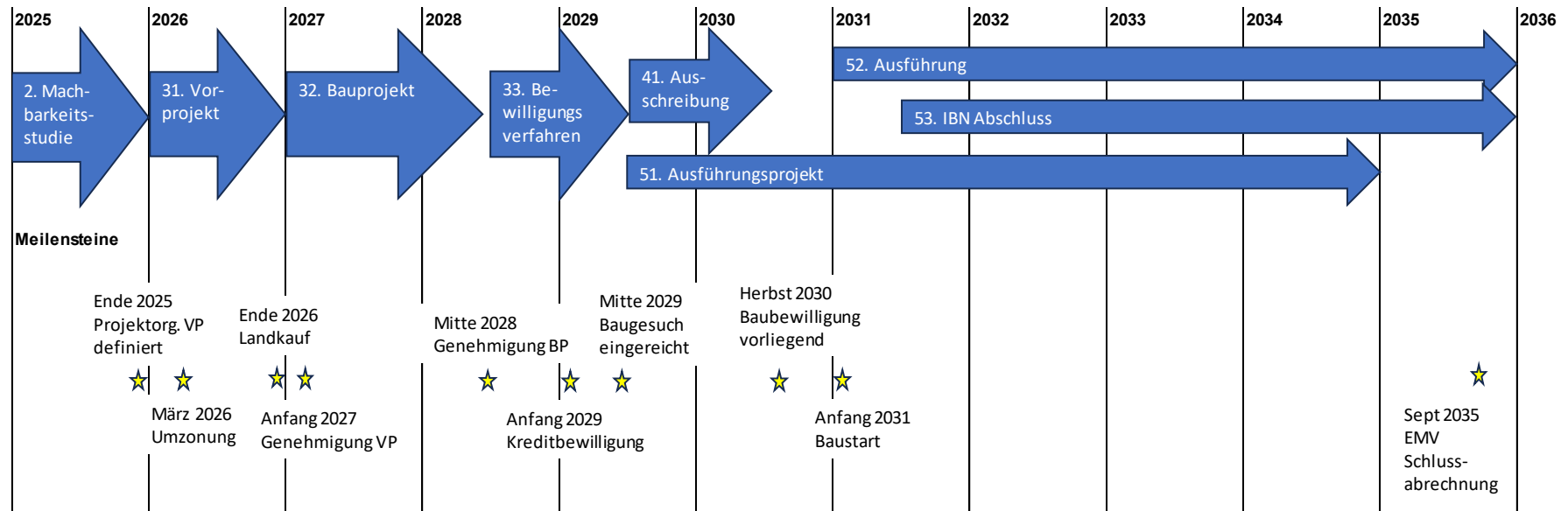


Abbildung 16. Terminplan Erneuerung ARA Biel 2025

## 11 SCHLUSSFOLGERUNG

In der vorliegenden Studie wurde das SBR-Verfahren gegenüber dem MBR als das für die ARA Biel vorteilhaftere identifiziert. Als Hauptvorteil sind die deutlich tieferen Betriebskosten zu nennen, bei gleichzeitig ähnlichen Investitionskosten. Im Variantenvergleich zur MV-Stufe wird der reine GAK-Filter dem Kombi-Verfahren vorgezogen. Trotzdem soll die Option einer Erweiterung auf das Kombi-Verfahren für einen späteren Zeitpunkt offenbehalten werden und die dafür nötigen Massnahmen im Vorprojekt miteingeplant werden. Mit diesen Entscheidungen liegen die Kosten im Rahmen des Memos "Ausbau – grobe Kostenschätzung und Zeithorizont" vom 6.03.2024.

Die Festlegung der Dimensionierungswassermenge ist für das Projekt entscheidend. Ab 2026 wird ein Projekt zur gesamtheitlichen Kanalnetzbeachtung lanciert. Die neue Mengemessungen werden im Vorprojekt analysiert.

Die Festlegung der Rohzulauffrachten ist für das Projekt entscheidend. Dazu gibt es jedoch diverse offene Punkte (fehlende Messungen oder Qualitätssicherungsaspekte), die in der Machbarkeitsstudie angesprochen wurden. Ein Teil wurde bereits umgesetzt, damit eine bessere Grundlage im Vorprojekt vorhanden sein wird. Ein anderer Teil wurde aus Kapazitätsgründen noch nicht implementiert. Es ist z.B. entscheidend, dass die Vergleichsanalysen mit der ARA Bern (oder einem anderen Labor) weitergeführt werden und Messungen im Schlamm und in den Rückläufen häufiger stattfinden.

Anhand der Dimensionierung wird klar, dass eine Faulwasserbehandlung erforderlich sein wird, um die 80%-Stickstoffelimination zu erreichen. Dabei ist die Dynamik der biologischen Stufe wichtig, was eine statische Dimensionierung, wie sie in dieser Machbarkeitsstudie erfolgte, nur bedingt abbilden kann. Im Vorprojekt soll eine Simulation zwingend durchgeführt werden, um die Dimensionierung zu bestätigen und ggf. zu optimieren.

Liestal, 30.01.2026

### HOLINGER AG

Elisabeth Grimon  
Projektleiterin  
Elisabeth.grimon@holinger.com  
+41 61 926 23 52

Valentin Schwaller  
Projektingenieur  
Valentin.schwaller@holinger.com  
+41 61 926 23 74

## LITERATURVERZEICHNIS

AWA. (Dezember 2016). Einleitbewilligung ARA Region Biel AG. Bern.

Eawag/VSA. (Juni 2021). *Plattform «Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen»*. Von GAK-Filter ARA Furt (Bülach) und ARA Glarnerland (AVG): [https://micropoll.ch/wp-content/uploads/2021/08/210622\\_VSA\\_EAWAG\\_PP\\_GAK\\_Buelach\\_Glarnerland\\_McArdell\\_d.pdf](https://micropoll.ch/wp-content/uploads/2021/08/210622_VSA_EAWAG_PP_GAK_Buelach_Glarnerland_McArdell_d.pdf) abgerufen

Eawag/VSA. (September 2023). *Faktenblatt – aktueller Stand diskontinuierlich gespülte GAK-Filter*. Von Plattform „Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen“: <https://micropoll.ch/Mediathek/hinweise-zur-planung-und-auslegung-von-diskontinuierlich-gespuelten-gak-filtern-zur-elimination-organischer-spurenstoffe-aus-kommunalem-abwasser-konsenspapier-zum-workshop-vom-9-12-2019-an-der-eawag> abgerufen

VSA. (Oktober 2022). *Faktenblatt - Aktueller Stand PAK-Dosierung in die Biologie*. Von Plattform «Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen»: <https://micropoll.ch/wp-content/uploads/2022/10/20220923-Faktenblatt-Aktueller-Stand-PAK-in-Bio.pdf> abgerufen