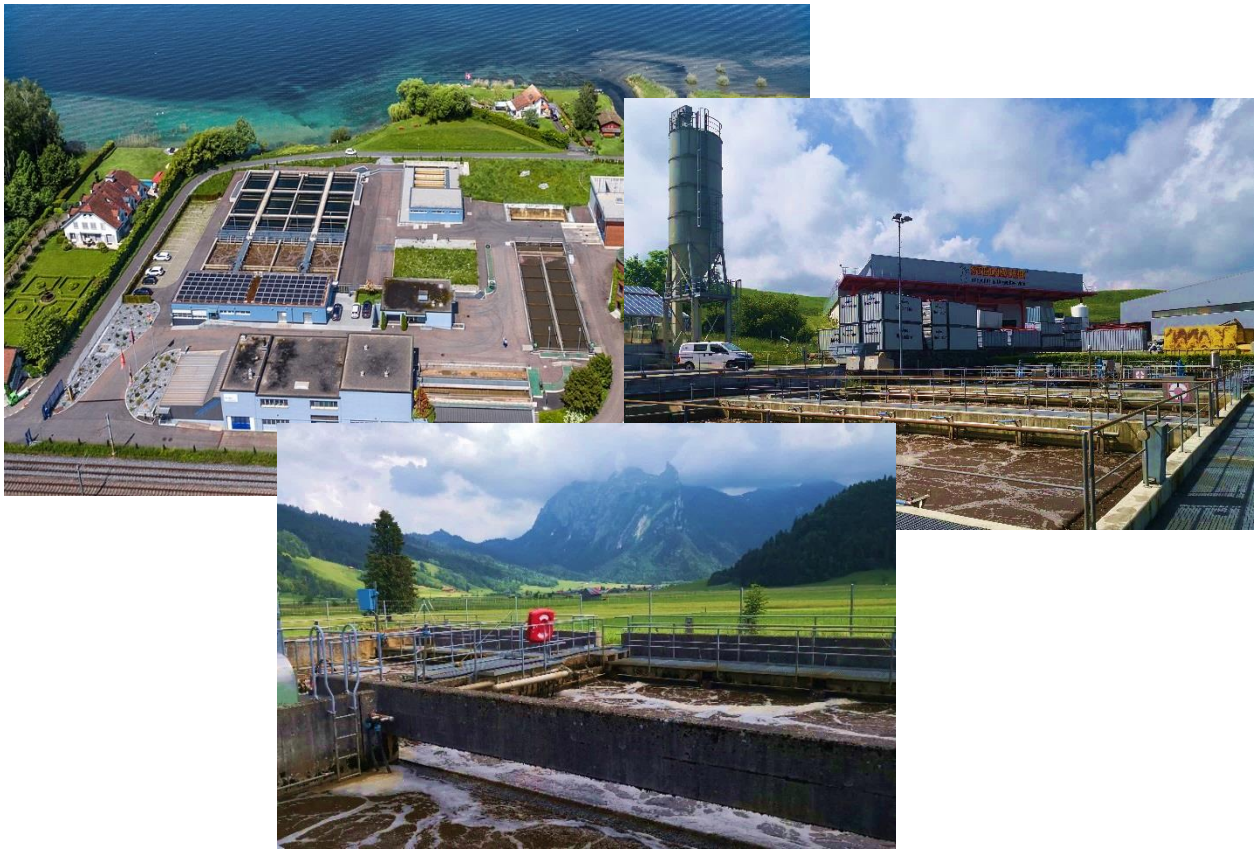
HOLINGER
the art of engineering

VERBANDS-GEP
TP 1.5: ÜBERGEORDNETE KONZEPTE

ZUSAMMENSCHLUSSSTUDIE
ARA HÖFE, ARA EINSIEDELN UND ARA OBERES SIHLTAL



Luzern, 15.11.2019

AV Höfe, Bezirk Einsiedeln, AV Oberes Sihltal

holinger.com

HOLINGER AG
Alpenquai 12, CH-6005 Luzern
Telefon +41 41 368 99 20
luzern@holinger.com

Version	Datum	Sachbearbeitung	Kontrolle	Verteiler
V0.9	06.05.19	CHI	RS	Projektgruppe
V1.0	23.05.19	CHI	RS	Projektgruppe
V1.1	30.09.19	CHI	RS	
V2.0	10.10.19	CHI	RS	Projektgruppe
V2.1	12.11.2019	CHI	RS	Büro
V2.2	15.11.2019	CHI	RS	Büro

I6560_BE_20191115_TP1.5_Zusammenschlussstudie.docx

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG **1**

1 EINLEITUNG **5**

1.1 AUSGANGSLAGE 5

1.2 AUFGABENSTELLUNG UND VORGEHEN 6

2 UNTERSUCHTE VARIANTEN **7**

2.1 VERGLEICHSVARIANTE: ALLEINGANG 7

2.2 VARIANTE: ZUSAMMENSCHLUSS 8

2.3 VERWORFENE VARIANTEN 9

3 GRUNDLAGEN **10**

3.1 DATENGRUNDLAGE / QUELLEN 10

3.1.1 Allgemein 10

3.1.2 Bisherige Machbarkeitsstudien 10

3.1.3 ARA Höfe 10

3.1.4 ARA Einsiedeln 11

3.1.5 ARA Oberes Sihltal 11

3.2 KOSTENSCHÄTZUNG 12

3.2.1 Jahreskosten 12

3.2.2 Betriebskosten 12

3.2.3 Kapitalkosten 12

3.3 PLANUNGSHORIZONT 13

3.4 MASSNAHMEN BEZÜGLICH MIKROVERUNREINIGUNGEN 13

4 ENTWICKLUNG FRACHT UND HYDRAULIK **14**

4.1 GRUNDLAGEN / ANNAHMEN 14

4.2 ARA HÖFE 15

4.3 ARA EINSIEDELN 17

4.4 ARA OBERES SIHLTAL 18

5 DIMENSIONIERUNGSGRUNDLAGEN **20**

5.1 AUSBAUGRÖSSE 20

5.2 HYDRAULISCHE BEMESSUNG 20

5.3 GRUNDLAGEN VARIANTENVERGLEICH 21

6 VERGLEICHSVARIANTE: ALLEINGANG **22**

6.1 ARA HÖFE 22

6.1.1 Massnahmen 22

6.1.2 Entwicklung Betriebs- und Jahreskosten 23

6.1.3 Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen 24

6.2 ARA EINSIEDELN 25
6.2.1 Massnahmen 25
6.2.2 Entwicklung Betriebs- und Jahreskosten 26
6.2.3 Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen 26
6.3 ARA OBERES SIHLTAL 28
6.3.1 Massnahmen 28
6.3.2 Entwicklung Betriebs- und Jahreskosten 29
6.4 GESAMTÜBERBLICK 30
7 VARIANTE: ZUSAMMENSCHLUSS 32
7.1 ZEITPUNKT FÜR ZUSAMMENSCHLUSS 32
7.2 MASSNAHMEN VOR ZUSAMMENSCHLUSS 33
7.2.1 ARA Höfe 33
7.2.2 ARA Einsiedeln 33
7.2.3 ARA Oberes Sihltal 35
7.3 MASSNAHMEN ZUSAMMENSCHLUSS 36
7.3.1 Membranbelebungsreaktor-Verfahren (MBR-Verfahren) 36
7.3.2 ARA Höfe 39
7.3.3 Gesamtüberblick 41
7.4 AUSBAU ARA HÖFE 2045: MACHBARKEIT UND VERFEINERTE KOSTENSCHÄTZUNG 43
7.4.1 Ausgangslage 44
7.4.2 Verfahrenswahl 44
7.4.3 Abwasserbiofiltration 45
7.4.4 MBR-Verfahren 46
7.4.5 MBR-Verfahren: Kostenschätzung 48
7.4.6 MBR-Verfahren: Betriebsmittelverbrauch 48
7.4.7 Überprüfung der Hydraulik 48
7.4.8 Fazit 49
8 ABWASSERLEITUNGEN 50
8.1 LINIENFÜHRUNG 50
8.1.1 Abwasserleitung L1 50
8.1.2 Abwasserleitung L2 51
8.2 LEITUNGEN UND PUMPWERKE 53
8.3 SPEICHERUNG VON ABWASSER AUF DEN BESTEHENDEN ARAS (RKB) 54
8.4 ABWASSERVORBEHANDLUNG 54
8.5 NATURSCHUTZGEBIETE 54
8.6 KOSTEN 55

9 VARIANTENVERGLEICH 57
9.1 WIRTSCHAFTLICHKEIT 57
9.2 NICHTMONETÄRE KRITERIEN 58
9.2.1 Betriebssicherheit 58
9.2.2 Komplexität der Abwasserreinigung, langfristige Entwicklung 59
9.3 ÖKOLOGIE 60
9.3.1 Abwasserfreie Gewässerstrecke 60
9.3.2 Trinkwassergewinnung 61
9.3.3 Mikroverunreinigungen 61
9.4 NUTZWERTANALYSE 61
9.5 EMPFEHLUNG 63
10 KOSTENAUFTEILUNG 64
10.1 BETRACHTETE AUFTEILUNGSVARIANTEN 64
10.2 KOSTENVERTEILUNG 65
10.3 AUSWIRKUNG 66
10.3.1 Abwasserverband Höfe 66
10.3.2 Bezirk Einsiedeln 68
10.3.3 Abwasserverband Oberes Sihltal 69
10.4 FAZIT UND VORSCHLAG FÜR KOSTENAUFTEILUNG 71
11 SENSITIVITÄTSANALYSE 72
11.1 VORGEHEN / PARAMETER 72
11.2 ERGEBNISSE 73
12 RISIKEN 76
13 WEITERES VORGEHEN 77

ANHANG
Anhang 1 Wachstumsprognose
Anhang 2 Kostenzusammenstellung
Anhang 3 Sensitivitätsanalyse
Anhang 4 Variante Neubau ARA Höfe 2045 an Alternativstandort
Anhang 5 Stellungnahme Kt. Schwyz: Machbarkeit versch. Leitungsführungen

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AfU	Amt für Umweltschutz Kt. Schwyz
AOS	Abwasserverband Oberes Sihltal
ARA	Abwasserreinigungsanlage, Mehrzahl ARAs
ATV	Abwassertechnische Vereinigung e.V. (seit 2000 DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser, und Abfall e.V.)
AVH	Abwasserverband Höfe
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BezE	Bezirk Einsiedeln
CHF	Franken
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf, Mass für die organische Verschmutzung von Abwasser
EK AW	Entwicklungskonzept Abwasserreinigung Kt. Schwyz
E	Natürliche Einwohner
EMT	Elektromechanische Ausrüstung
EW	Einwohnerwert (Anzahl EW = Anzahl natürliche Einwohner E + Anzahl EGW); 1 EW = 120 g CSB/d (85 %-Wert), resp. 96.9 g CSB/d (Mittelwert)
EGW	Einwohnergleichwert aus Industrie und Gewerbe
EMSRL	Elektro-, Mess-, Steuer-, Regel- und Leittechnik
HLKS	Heizung, Lüftung, Klima, Sanitär (Gebäudetechnik)
MBR	Membranbelebungsreaktor
MV	Mikroverunreinigungen
PW	Pumpwerk
Q	Durchfluss [l/s]
Q_{TW}	Abwassermenge bei Trockenwetter [l/s]
Q_{RW}	Abwassermenge bei Regenwetter [l/s]
Q_{dim}	Dimensionierungswassermenge [l/s]
RKB	Regenklärbecken
TS	Trockensubstanz Belebtschlamm
VGEP	Verbands-GEP AVH, Genereller Entwässerungsplan Abwasserverband Höfe
VSA	Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute

ZUSAMMENFASSUNG

Mit dem Entwicklungskonzept Abwasserreinigung (EK AW) 2030 hat das Amt für Umweltschutz AfU 2012 ein Konzept für die künftige Abwasserreinigung im Kanton Schwyz publiziert. Darauf basierend soll die Abwasserreinigung durch den Zusammenschluss der ARAs Höfe, Einsiedeln und Oberes Sihltal im vorliegenden Einzugsgebiet bezüglich Umwelt und Wirtschaftlichkeit optimiert werden.

Im Rahmen des Teilprojekts TP '1.5 Übergeordnete Konzepte' des Verbands-GEP Abwasserverband Höfe (VGEP AVH) werden in der vorliegenden Arbeit Alleingang und Zusammenschluss der genannten drei ARAs untersucht und umfassend beurteilt. Die verschiedenen Lösungen werden beschrieben und bewertet. Ausserdem wird ein Vorschlag für das weitere Vorgehen präsentiert.

Die durchgeführten Investitionsvergleichsrechnungen sowie die Sensitivitäts-, Nutzwert- und Risikoanalysen haben ergeben, dass ein Zusammenschluss aus Sicht der Umwelt, Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit zu empfehlen ist. Dies aus folgenden Gründen:

Umwelt

- Obwohl die Wasserqualität der Flüsse Alp und Sihl heute als gut eingestuft wird, werden sie durch das gereinigte Abwasser der ARA Einsiedeln negativ beeinflusst. Die Alp weist ein Verdünnungsverhältnis von gereinigtem Abwasser zu Flusswasser von 1 zu 2 bis 1 zu 10 auf. Ausserdem speisen diese Flüsse einen für die Trinkwasseraufbereitung genutzten Grundwasserstrom (Rabennest: geplant bis 2025). Deshalb verlangt die kantonale Gewässerschutzfachstelle in Übereinstimmung mit den heutigen gesetzlichen Anforderungen, dass die ARA Einsiedeln bei Weiterbetrieb mit einer Behandlungsstufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen aufgerüstet werden muss. Durch die Aufhebung der ARA Einsiedeln würde die Belastung von Alp und Sihl signifikant abnehmen und das flussabwärts liegende Trinkwassergewinnungs- und Erholungsgebiet aufgewertet.

Betriebssicherheit

- Generell sind grössere ARAs betriebssicherer als kleinere Anlagen. Sie weisen mehr Redundanzen und eine grössere Belegschaft auf. Damit erhöht sich die Verfügbarkeit von Anlagen und Personal und die Arbeitssicherheit kann jederzeit gewährleistet werden.
- Die Komplexität der Abwasserreinigung und der Siedlungsentwässerung nimmt stetig zu. Eine grössere Anlage hat eine Personalstruktur, mit der sie die zukünftigen Herausforderungen besser bewältigen kann. Dazu gehören:
    1. Administrative Aufgaben, Projektbearbeitung, Umsetzung neuer gesetzlicher und betrieblicher Anforderungen
    2. Laufende Optimierung von Steuerung, Prozessen, Energie- und Betriebsmittelverbrauch
    3. Steigende technische Anforderungen: Elimination von Mikroverunreinigungen MV, Phosphor-Rückgewinnung, Antibiotikaresistenzen, Mikroplastik etc.
- Mit der Aufhebung der ARAs Oberes Sihltal und Einsiedeln würden die Gewässer Sihlsee, Alp und Sihl vor Betriebsausfällen dieser Anlagen geschützt.
- Bei längeren Fliesszeiten im Kanalnetz sind die Interventionszeiten im Falle von Störfäl-

len im Einzugsgebiet länger (z.B. Brand, Öl). Entsprechend grösser sind die Möglichkeiten bei Störfällen auf der ARA vorkehrende Massnahmen zu treffen.

Wirtschaftlichkeit

- Finanzieller Nutzen: Ein Zusammenschluss der drei Anlagen ist gesamtwirtschaftlich sinnvoll. Begründet wird dies durch die geringeren spezifischen Kosten bei grösseren Anlagen. Mit dem Zusammenschluss aller drei Anlagen entsteht eine ARA, welche finanziell pro Einwohner deutlich günstiger betrieben und unterhalten werden kann, als jede der kleineren Anlagen für sich allein.
- Verglichen mit dem Alleingang können durch den Zusammenschluss die aufsummierten Jahreskosten (Betriebs- und Kapitalkosten) signifikant reduziert werden. Gemäss Kostenschätzung werden durch den Zusammenschluss bis ins Jahr 2080 im Projektperimeter Einsparungen von knapp über 79 Mio. CHF ermöglicht.
- Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass die Investitions- und Betriebskosten der ARA Höfe beim Zusammenschluss die sensitivsten Grössen beim Variantenvergleich Zusammenschluss vs. Alleingang sind. Aber selbst bei deutlich höheren Kosten auf der ARA Höfe, als sie dieser Studie zugrunde gelegt sind, wird die bessere Gesamtwirtschaftlichkeit beim Zusammenschluss nicht infrage gestellt.
- Bezüglich Kosten der Abwasserleitung zeigt die Sensitivitätsanalyse eine nur kleine Empfindlichkeit, da die notwendigen Investitionen über 50 Jahre abgeschrieben werden können. Ausserdem sind die Betriebskosten der Kanalisation deutlich kleiner als diejenige der ARA.
- Die Erstinvestition in die zusätzliche Reinigungsstufe zur MV-Elimination wird vom Bund bis zu 75 % mitfinanziert. Zudem kann mit einem Staatsbeitrag von 20 % an die anrechenbaren Kosten gerechnet werden. Bundes- und Staatsbeitrag an die MV-Elimination auf der ARA Einsiedeln kann auch zur Finanzierung der Anschlussleitung an die ARA Höfe verwendet werden. Der Bau der Ableitung von der ARA Einsiedeln zur ARA Höfe lässt sich damit leichter finanzieren.

Zeitpunkt eines Zusammenschlusses:

Da alle drei ARAs um das Jahr 2030 einen erhöhten Handlungsbedarf aufweisen, wäre 2030 der richtige Zeitpunkt für den Zusammenschluss.

Sicht Abwasserverband Höfe AVH

- Für den AVH ist ein Anschluss finanziell sehr attraktiv. Dies, weil die bestehenden Belebungsbecken auf relativ einfache Weise in Membranbelebungsreaktoren (MBR-Verfahren) umgebaut werden können. Diese sind in der Lage, das Abwasser aller ARAs im Einzugsgebiet zusammen zu vertretbaren Kosten bestens zu reinigen. Auch die anstehenden Ausgaben für die Erneuerung der Schlammfaulung würden von einer grösseren Anzahl Einwohner getragen. Da der finanzielle Nutzen für den AVH speziell günstig ist, sollte dieser durch Anwendung eines solidarischen Kostenteilers einen Teil der Anschlusskosten mittragen. Nur so ist der Anschluss für den AOS finanziell tragbar.
- Bezüglich Umwelt ist der Zürichsee ein geeigneter Vorfluter, der die zusätzliche Menge an gereinigtem Abwasser ohne massgebliche Auswirkungen aufnehmen kann.

Sicht Bezirk Einsiedeln BezE

- Für den BezE ist ein Anschluss finanziell attraktiv. Dies obschon aktuell relativ grosse Investitionen in den Werterhalt der ARA getätigt werden, welche beim Anschluss in relativ kurzer Zeit abgeschrieben werden müssen. Auch bezüglich Umweltaspekten ist ein Anschluss an die ARA Höfe sinnvoll (siehe oben). Ausserdem würde an attraktiver Lage Bauland frei, welches für Industrie und Gewerbe genutzt werden könnte.
- Als Anschlussleitung von Einsiedeln zur ARA Höfe bieten sich verschiedene Lösungen an. Als beste Variante wurde die Freispiegelleitung von der ARA bis zum Pumpwerk PW Biberbrugg, anschliessend per Druckleitung bis Chaltenboden und dann wieder per Freispiegelleitung via Schindellegi – Pfäffikonerstrasse – Eulen (Freienbach) zur ARA Höfe gewählt (Variante 4). Sollte diese Variante realisiert werden, ist dies bei der Erarbeitung des Verbands-GEP des AVH zu berücksichtigen.

Sicht Abwasserverband Oberes Sihltal AOS

Die ARA Oberes Sihltal liegt an einem starken Vorfluter, der durch die Abwassereinleitung nicht gross beeinflusst wird. Die vorliegende Studie zeigt, dass der Bau einer Anschlussleitung verschiedene Schutzzonen tangiert und entsprechend aufwendig ist. In der Folge ist der Zusammenschluss für den AOS nur mit finanzieller Hilfe der unterliegenden ARA-Inhaber wirtschaftlich tragbar.

Trotz diesen Nachteilen wird der Anschluss empfohlen:

- Die Anlage zeigt bereits heute, dass die geforderte Reinigungsleistung (ganzjährige Nitrifikation) nicht mehr gewährleistet ist. Ein Ausbau ist deshalb zwingend notwendig. Der Ausbau vor Ort würde zusätzliches Land in der Schutzzone beanspruchen.
- Das Einzugsgebiet der ARA Oberes Sihltal ist von Tourismus geprägt. Die ARA ist deshalb grösser dimensioniert, als man anhand der Anzahl der ständigen Einwohner erwarten würde. In der Folge ist die ARA grossen Belastungsschwankungen ausgesetzt, welche zu Störungen im Betrieb führen können. Die Erfahrungen in anderen Tourismusgebieten zeigen, dass es schwierig ist, Betrieb und Unterhalt einer solchen Anlage langfristig aufrechtzuerhalten (Arbeitssicherheit, Pikettdienst). Dazu ist künftig mehr Personal notwendig als bis anhin.

Weiteres Vorgehen

Zeitplan Abschluss ATP1.5 "Übergeordnete Konzepte": Zusammenschlussstudie

- 09.10.2019: Machbarkeit und Kostenschätzung Ausbau 2045 ARA Höfe
- Okt. 2019: Vorinformation Gemeinderäte / Verbandsgremien, fachtechnische Fragen
- 15.11.2019: Schlussredaktion Zusammenschlussstudie
- 18.11.2019: Verabschiedung Zusammenschlussstudie: Freigabe für Ämterkonsultation Kanton Schwyz
- 31.01.2019: Rückmeldung Kanton: Prüfung, welche Varianten bewilligungsfähig sind
- 17.02.2020: Schlussbericht ATP 1.5 inkl. Management Summary und Ergebnis Ämter-konsultation
- 06.04.2020: Behördenanlass mit Präsentation Schlussbericht und weiteres Vorgehen
- 29.05.2020: Konsultation Anlageninhaber: Stellungnahme / Absichtserklärung
- 29.06.2020: Abschluss TP '1.5 Übergeordnete Konzepte' VGEP AVH

----------Meilenstein----------

Weiteres Vorgehen:

- 2020: Überarbeiten der Massnahmen- und Investitionspläne bis 2030 der drei ARAs
- 2020–2023: Organisationsstrukturen bzw. -modelle für den Zusammenschluss
  → Volksentscheid falls Verbandsfusionen, Neugründung (Statutenanpassungen)
- 2020–2023: Raumplanerische Aspekte abklären (Naturschutzgebiete etc.)
- 2023–2025: Verbesserung Erschliessung ARA Höfe (gehört nicht zum Projektumfang und ist damit nicht Teil der Investitionsvergleichsrechnung)
- 2023–2025: Ersatz Schlammbehandlung ARA Höfe
- 2023–2026: Technische Planung für Zusammenschluss
  - Erweiterung Verbands-GEP auf neues Einzugsgebiet (nach Abschluss VGEP AVH)
  - Planung Ausbau ARA Höfe, Abwasserleitungen und Rückbau der ARAs Einsiedeln und Oberes Sihltal

    → Volksentscheid Baukredit
- 2026–2030: Realisierung Zusammenschluss
- 2027–2028: Vorprojekt MV-Stufe
- 2029–2030: Realisierung MV-Stufe
- 2030: Inbetriebnahme

1 EINLEITUNG

1.1 AUSGANGSLAGE

Durch Zusammenschlüsse von Abwasserreinigungsanlagen (ARAs) soll die Abwasserreinigung im Kanton Schwyz bezüglich Umweltauswirkungen und Wirtschaftlichkeit optimiert werden. Denn die Erfahrungen haben gezeigt, dass grössere ARAs kostengünstiger ausgebaut und betrieben werden können als mehrere kleinere Anlagen. Grosse Anlagen haben zudem eine höhere Betriebssicherheit, einen besseren Reinigungseffekt und liegen grundsätzlich an leistungsfähigen Vorflutern. Grosse Anlagen sind deshalb auch ökologisch im Vorteil. Durch die Zusammenschlüsse soll die regionale Zusammenarbeit in der Siedlungsentwässerung gestärkt werden. Dies wird als eine zentrale Voraussetzung dafür erachtet, dass aktuelle und kommende Aufgaben wie z. B. die MV-Elimination bewältigt werden können.

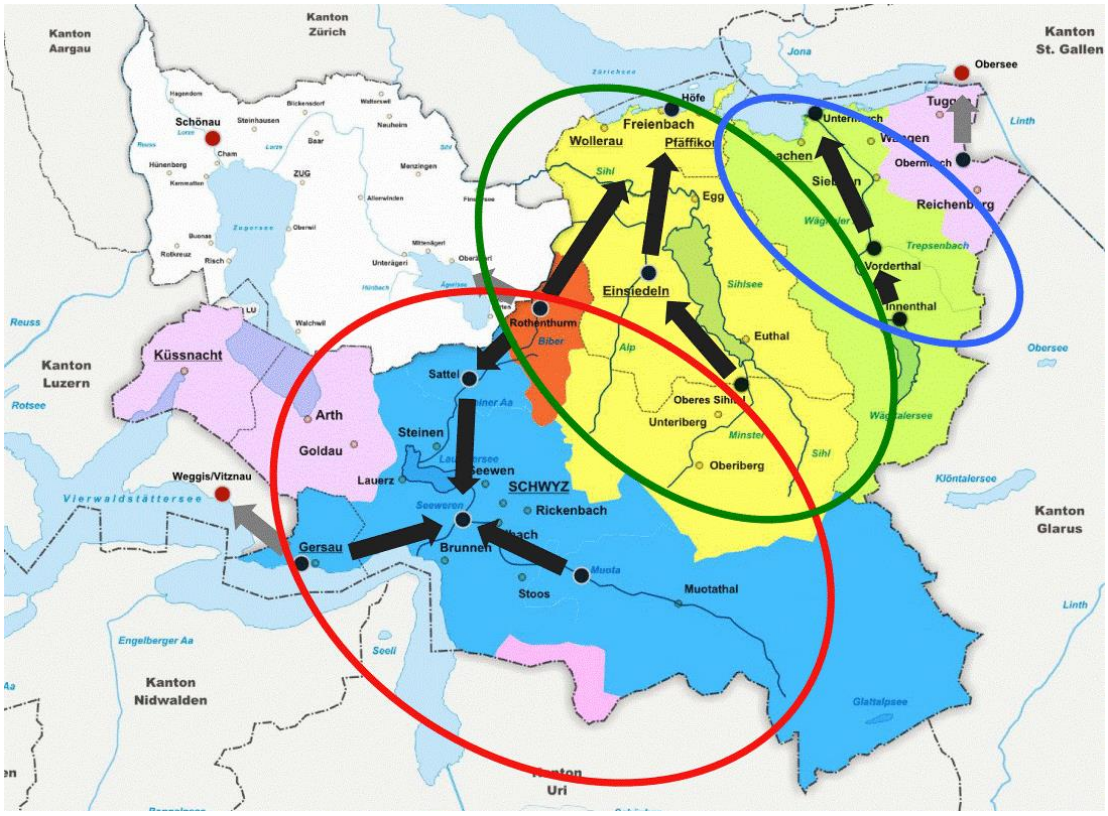


Abbildung 1: EK AW 2030: Zusammenschluss hydraulischer Einzugsgebiete im Kanton Schwyz.

Das AfU hat 2012 im Entwicklungskonzept Abwasserreinigung (EK AW) 2030 festgehalten, dass es wirtschaftlich, ökologisch und aus Sicht der Betriebssicherheit mittel- bis langfristig sinnvoll ist, pro hydraulisch zusammenhängendes Einzugsgebiet, je nur noch eine zentrale ARA zu betreiben. Das EK AW 2030 zeigt die bestehenden Defizite auf und gibt die Hauptstossrichtungen sowie die auszulösenden Massnahmen vor. Zu diesen gehören auch die Regionalisierung und Professionalisierung der Abwasserreinigung. Weitere mögliche Massnahmen sind, dass sich die Anlageninhaber innerhalb eines Einzugsgebietes neu organisieren oder sich auf Vertragsbasis betrieblich zusammen schliessen und die daraus erwachsenden Vorteile konsequent nutzen.

Dieses Konzept ist im Richtplan des Kantons Schwyz festgelegt und somit behördenverbindlich.

1.2 AUFGABENSTELLUNG UND VORGEHEN

Die HOLINGER AG wurde beauftragt, die notwendigen Abklärungen zu treffen und basierend darauf die Zusammenschlussstudie zu erstellen. Die Studie wurde durch eine Projektgruppe mit Vertretern der ARA-Inhaber und des AfU begleitet.

Innerhalb der Studie wurden folgende Varianten miteinander verglichen:

- Vergleichsvariante: Alleingang, d. h. Weiterbetrieb der bestehenden, resp. sanierten und ausgebauten ARAs Höfe, Einsiedeln und Oberes Sihltal.
- Variante Zusammenschluss: Anschluss der ARAs Einsiedeln und Oberes Sihltal per Abwasserleitung an die ARA Höfe.

Beim Erarbeiten der Zusammenschlussstudie wurde im Wesentlichen wie folgt vorgegangen:

1. Grundlagedaten und Prognosedaten der einzelnen ARAs wurden erhoben, resp. erarbeitet und mit der Projektgruppe und weiteren Vertretern der Abwasserverbände und BezE besprochen.
2. Für die beiden Varianten wurden die im Betrachtungszeitraum notwendig werdenden Massnahmen und Kosten ermittelt und im gesamten Betrachtungszeitraum dargestellt. Daraus wurde der optimale Zeitpunkt für den Zusammenschluss ermittelt. Es wurden Massnahmen bis 2080 betrachtet. Dadurch kann sichergestellt werden, dass für jede ARA mindestens ein vollständiger Lebenszyklus betrachtet wird.
3. Für jede Variante wurde die künftige Entwicklung der Jahreskosten (Kapital- und Betriebskosten) berechnet. Damit kann aufgezeigt werden, ob ein Zusammenschluss gesamtwirtschaftlich sinnvoll ist oder nicht.
4. Der Einfluss der beiden Varianten auf die Umwelt (Vorfluter, zusätzliche abwasserfreie Gewässerstrecke, MV-Elimination) wurde untersucht.
5. Es wurden zwei unterschiedliche Kostenteiler basierend auf dem Verursacher- und Solidaritätsprinzip errechnet und eine Empfehlung abgegeben.
6. Die Varianten wurden mittels Nutzwertanalyse miteinander verglichen und eine entsprechende Empfehlung abgegeben.
7. Wie robust die Ergebnisse der Abklärungen zur Wirtschaftlichkeit der betrachteten Varianten sind, wurde mittels einer Sensitivitätsanalyse geprüft.
8. Die Ergebnisse der Zusammenschlussstudie werden im vorliegenden Bericht zusammengefasst und der Begleitgruppe präsentiert.

Für ein aussagekräftiges Ergebnis, welches von den betroffenen Abwasserverbänden, dem BezE und dem Kanton mitgetragen wird, war eine enge Zusammenarbeit mit der Projektgruppe zwingend notwendig. Um dies sicherzustellen wurden insgesamt fünf Besprechungen mit der Begleitgruppe durchgeführt.

- Startbesprechung 07.05.2018
- Zwischenbesprechung 1 21.08.2018
- Zwischenbesprechung 2 19.11.2018
- Zwischenbesprechung 3 18.02.2019
- Zwischenbesprechung 4 13.05.2019
- Schlussbesprechung 09.09.2019

2 UNTERSUCHTE VARIANTEN

2.1 VERGLEICHSVARIANTE: ALLEINGANG

Bei der Vergleichsvariante werden die ARAs Höfe, Einsiedeln und Oberes Sihltal weiter betrieben. Dies würde jedoch den Zielen des EK AW 2030 entgegen laufen, wonach pro hydraulisch zusammenhängendem Einzugsgebiet nur noch eine zentrale ARA weiter betrieben werden soll.

Gemäss Bundesvorgaben soll der Eintrag von Mikroverunreinigungen MV aus dem gereinigten Abwasser in die Gewässer bis 2040 halbiert werden. Mit einer weiteren Reinigungsstufe (Verfahren zur MV-Elimination) auf den ARAs lassen sich MV, vom Gesetzgeber auch als Spurenstoffe bezeichnet, zu einem grossen Teil eliminieren. Um die Vorgabe der Halbierung der Eintragsmenge an Spurenstoffen in die Gewässer zu erreichen, müssen die grössten rund 100 ARAs in der Schweiz mit einer zusätzlichen Stufe zur MV-Elimination ausgerüstet werden. Dazu gehören im betrachteten Einzugsgebiet auch die ARAs Höfe und Einsiedeln. Sie müssen auch im Alleingang eine MV-Stufe realisieren. In der folgenden Abbildung sind die ARAs, welche im Kanton Schwyz mit einer MV-Stufe auszurüsten sind.

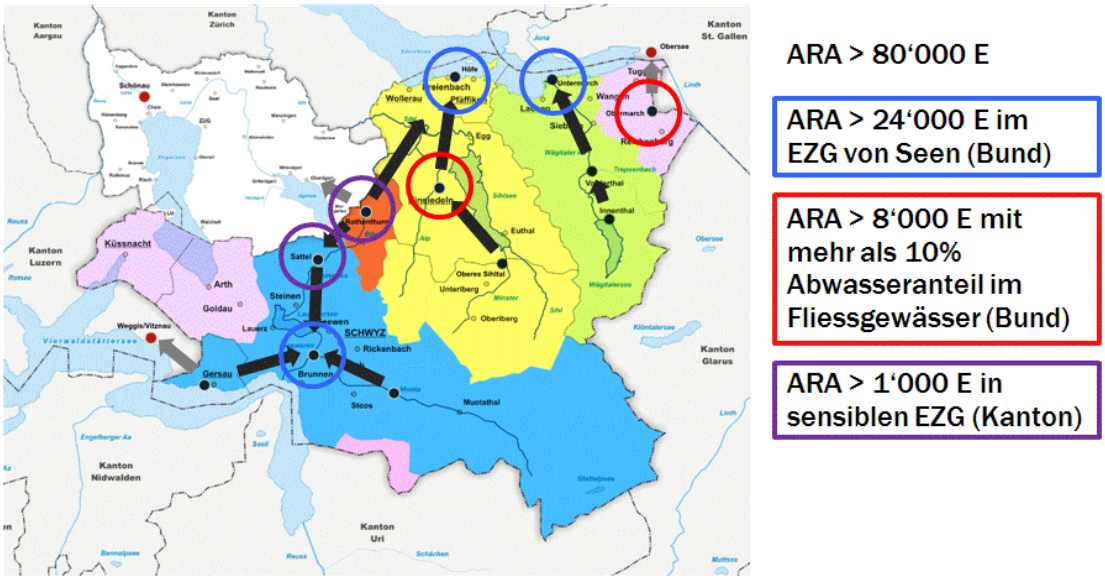


Abbildung 2: ARAs, die zum Bau einer Stufe zur MV-Elimination verpflichtet sind. Die Kriterien, welche zur Verpflichtung zum Ausbau führen, sind in der Legende aufgeführt (E = Anzahl angeschlossene Einwohner).

2.2 VARIANTE: ZUSAMMENSCHLUSS

Bei der Variante: Zusammenschluss werden die Abwässer der ARAs Einsiedeln und Oberes Sihltal zur ARA Höfe abgeleitet. Um das gesamte Abwasser des Einzugsgebietes behandeln zu können, muss die Kapazität der ARA Höfe durch einen Ausbau erhöht werden.

Die ARA Höfe kann nicht auf zusätzlichem Land ausgebaut werden, da sie mitten im Naturschutzgebiet Frauenwinkel am Ufer des Zürichsee liegt. Das heisst, dass, solange die Möglichkeit zum Ausbau auf dem bestehenden Areal besteht, die Kapazitätssteigerung und die Stufe zur MV-Elimination auf der bestehenden Parzelle realisiert werden müssen.

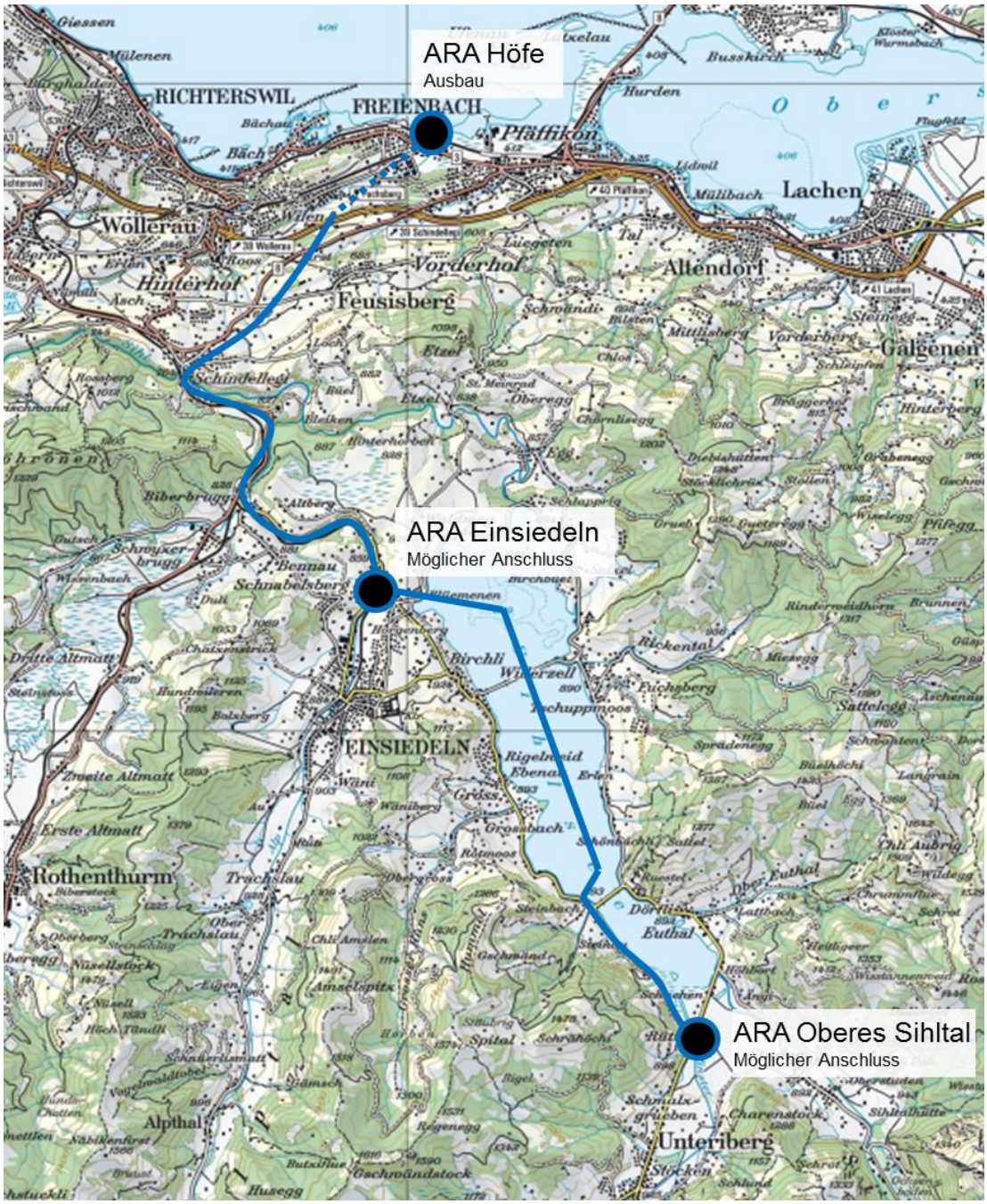


Abbildung 3: Anschluss der ARAs Einsiedeln und Oberes Sihltal an die ARA Höfe mittels Abwasserleitung (blau).

2.3 VERWORFENE VARIANTEN

Folgende Varianten wurden betrachtet aber im Laufe des Projekts verworfen und nicht mehr weiterverfolgt:

- Anschluss der ARA Oberes Sihltal an die ARA Einsiedeln

  Die Stilllegung und der Rückbau der ARA Oberes Sihltal ist ökologisch von Vorteil (Naturschutzgebiet), aber aufgrund des starken Vorfluters nicht zwingend. Die Kosten für den Bau der Abwasserleitung und den durch die Mehrbelastung notwendig werdenden Ausbau der ARA Einsiedeln führen dazu, dass der Zusammenschluss gegenüber dem Alleingang nicht wirtschaftlich wäre.

- Zusammenschluss inkl. der ARA Rothenthurm

  Die Gemeinde Rothenthurm hat am 14.09.2018 den definitiven Verzicht zur Teilnahme am Projekt mitgeteilt. Als Begründung hat die Gemeinde Rothenthurm angegeben, dass die bestehende ARA den Anforderungen noch längere Zeit genügen wird. Sollte die ARA Rothenthurm dereinst stillgelegt werden, bevorzugt die Gemeinde Rothenthurm den Anschluss über Sattel an die ARA Schwyz, weil die zur Ableitung der Abwässer notwendigen Kapazitäten der Leitung von Sattel nach Schwyz bereits vorhanden sind und nicht erst gebaut werden müssen. Durch diesen Entscheid wurde der Anschluss der ARA Rothenthurm nicht weiterverfolgt.

- Variante Neubau ARA Höfe 2045 an Alternativstandort

  In einer weiteren Variante wurde die Wirtschaftlichkeit eines Neubaus der ARA Höfe an einem Alternativstandort abgeklärt. Diese Variante wurde wiederum mit der Variante Alleingang verglichen. Die hohen Investitionen von 110 Mio. CHF für den Neubau der ARA Höfe im Jahre 2045 führt zu deutlich höheren Jahreskosten, höher als beim Alleingang der drei ARAs. Dadurch resultiert bei der Betrachtung der Gesamtwirtschaftlichkeit einen Verlust für die Variante Neubau ARA Höfe 2045 am Alternativstandort. Aus diesem Grund wurde die Variante verworfen. Ausführungen und Auswertungen sind im Anhang 4 einzusehen.

- ARA Einsiedeln: Ablauf ARA mittels Pumpwerk in Sihlsee, um Bau MV-Stufe zu umgehen

  Durch dieses Konzept würde das Abwasser nicht mehr in die Alp eingeleitet. Dadurch wäre das Kriterium eines "schwachen Vorfluters" zum Bau einer MV-Stufe nicht mehr erfüllt. Das Wasser des Sihlsees wird aber durch das Etzelwerk direkt in den Zürichsee geleitet. D. h., das Kriterium "ARA im Einzugsgebiet eines Sees, welcher zur Trinkwassergewinnung genutzt wird" würde stattdessen greifen, wodurch ebenfalls eine MV-Stufe verlangt würde. Weiter wäre dieses Konzept beim Kanton kaum bewilligungsfähig.

3 GRUNDLAGEN

3.1 DATENGRUNDLAGE / QUELLEN

Neben den Betriebsdaten, Kostenrechnungen der vergangenen Jahre, Betriebsschemata, Jahresberichten der ARAs etc. wurden im Rahmen der Studie untenstehende Dokumente / Quellen verwendet.

3.1.1 Allgemein

- VSA, Investitionsvergleichsrechnung in der Abwasserentsorgung, 2017
- VSA, Kosten und Leistungen der Abwasserentsorgung, 2011
- VSA, Definition und Standardisierung von Kennzahlen für die Abwasserentsorgung, 2016
- VSA, Abklärung Verfahrenseignung Ozonung, 2017
- AQUA & GAS, PAK-Dosierung ins Belebungsverfahren, 2015
- Bund, Gewässerschutzgesetz GSchG vom 24. Januar 1991
- Bund, Gewässerschutzverordnung GSchV vom 28. Oktober 1998
- DWA (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall), ATV DWA-A 131, Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen, 2016
- BG Ingenieure und Berater AG / Bundesamt für Umwelt BAFU, Planung und Finanzierung der Elimination von Mikroverunreinigungen im Abwasser, 2012
- Kanton Schwyz, Richtplan, 2016
- Kanton Schwyz, Bevölkerungsentwicklung 1990–2017
- AfU Schwyz, GEP-Wegleitung, Gemeindeübergreifende Generelle Entwässerungsplanung, 2016
- Kanton Schwyz, WebGIS
- DÜFUR, Daten Gewässerüberwachung, 2018
- AfU Schwyz, Bestimmung Q_{347}, 2016

3.1.2 Bisherige Machbarkeitsstudien

- TBF + Partner AG, Vergleich der Wirtschaftlichkeit Alleingang – Zusammenschluss ARA Oberes Sihltal und ARA Einsiedeln, 2014
- TBF + Partner AG, Machbarkeitsstudie: Technischer Bericht, Anschluss ARA Einsiedeln, ARA Rothenthurm und ARA Oberes Sihltal an ARA Höfe, 2014
- TBF + Partner AG, Machbarkeitsstudie: Technischer Bericht, Anschluss ARA Oberes Sihltal an ARA Einsiedeln
- TBF + Partner AG, Vergleich der Wirtschaftlichkeit Alleingang – Zusammenschluss ARA Einsiedeln, ARA Rothenthurm, ARA Oberes Sihltal und ARA Höfe, 2014

3.1.3 ARA Höfe

- HOLINGER AG, Begehung ARA Höfe, 19.06.2018

- Hunziker Betatech AG, Analyse der Belastungssituation der ARA Höfe, 2005
- Hunziker Betatech AG, Erweiterung ARA Höfe, Bauprojekt, Technischer Bericht, 2008
- Hunziker Betatech AG, Erweiterung ARA Höfe, Bauprojekt, Klärtechnische Berechnung, Mess- und Notstromkonzept, 2008
- Hunziker Betatech AG, Variantenvergleich Erneuerung Schlammbehandlung, 2017
- Hunziker Betatech AG, Entwicklungskonzept Abwasserreinigung 2030, Auswirkungen auf den Abwasserverband Höfe, Technischer Bericht, 2011
- K. Thum, Verursachergerechte Gebühren im Abwasserverband Höfe in Freienbach Kanton SZ, 2014
- Hunziker Betatech AG, Abwasserverband Höfe Finanzplan, 2018
- Hunziker Betatech AG, ARA Höfe Erweiterung und Sanierung, Bauabrechnung, 2016
- AV Höfe, Investitionsplanung Geschäftsjahr 2018/2019–2023/2024, 2018
- Kuster + Hager AG, GEP Unterlagen und Pläne
- Sassnick Spohn GmbH, Abwasserverband Höfe, Verbands-GEP, Vorstudie, 2016

3.1.4 ARA Einsiedeln

- HOLINGER AG, Begehung ARA Einsiedeln, 05.06.2018
- Kuster + Hager AG, ARA Einsiedeln Finanzplanung 2015–2024, 2017
- Kuster + Hager AG, GEP Grundlagen, Pläne und Schemata
- Kuster + Hager AG, R+I Schema Abwasser und Schlamm, 2017

3.1.5 ARA Oberes Sihltal

- HOLINGER AG, Begehung ARA Oberes Sihltal, 05.06.2018
- AfU Schwyz, Stellungnahme, Vorabklärung: Machbarkeit verschiedener Linienführungen von ARA Oberes Sihltal zu ARA Einsiedeln, 2018
- Kuster + Hager AG, GEP Übersichtsplan der Verbandsanlagen, 2007
- Kuster + Hager AG, Neue Schlammentwässerungsanlage, 2007

3.2 KOSTENSCHÄTZUNG

Die Genauigkeit der Kostenschätzungen in der vorliegenden Studie beträgt ± 30 %. Die Kosten für allfällige Anpassungen an den bestehenden Kanalnetzen sind nicht enthalten. Diese fallen bei allen Varianten an und sind somit für einen Entscheid unerheblich.

3.2.1 Jahreskosten

Für die Varianten Alleingang und Zusammenschluss werden die mutmasslichen Investitionskosten während mehrerer Investitionszyklen ermittelt und für den gesamten Betrachtungszeitraum auf der Zeitachse dargestellt. Zu den daraus abgeleiteten jährlich anfallenden Kapitalkosten werden die abgeschätzten jährlichen Betriebskosten addiert. Daraus resultieren die jährlichen Gesamtkosten der Varianten, welche ebenfalls auf der Zeitachse dargestellt werden. Die aufsummierten Differenzen der Jahreskosten der Varianten über einen relevanten Zeitraum ermöglichen Aussagen zur Wirtschaftlichkeit der zu vergleichenden Varianten. Die Jahreskosten setzen sich wie folgt zusammen:

$$Jahreskosten = Betriebskosten + Kapitalkosten$$

3.2.2 Betriebskosten

Die jährlichen Betriebskosten bestehen einerseits aus den Personal- (Löhne, Sozialleistungen, Zulagen, etc.) und andererseits aus den Sachkosten (Betriebsmittel, Unterhalt, Energie, etc.). Die jährlichen Betriebskosten werden anhand der VSA Kostenschätzung ermittelt und mit den vorhandenen laufenden Rechnungen der ARAs verifiziert.

3.2.3 Kapitalkosten

Die jährlichen Kapitalkosten werden gemäss HRM2 ermittelt. Dabei werden sowohl die Abschreibungen als auch die Zinskosten berücksichtigt. Es gilt:

$$Kapitalkosten = Investitionskosten \times \left(\frac{1}{n} + \frac{i}{2 \cdot 100}\right)$$

Dabei stellt i der Zinssatz und n die Nutzungsdauer / Abschreibungsdauer dar. Innerhalb der Studie wird von folgenden Grundlagen ausgegangen:

- Zinssatz: 4.0 %
- Abschreibungsdauer ARAs
  - Bau 30 Jahre
  - EMT/HLKS 15 Jahre
  - EMSRL 10 Jahre
- Abschreibungsdauer Abwasserleitung (inkl. Pumpwerken) 50 Jahre

3.3 PLANUNGSHORIZONT

In der Studie wird der Zeitraum bis 2080 betrachtet. Damit kann sichergestellt werden, dass für jede betrachtete ARA mehr als ein vollständiger Lebenszyklus betrachtet wird.

Eine Erweiterung des Planungshorizontes hätte auf das Resultat der Studie keinen nennenswerten Einfluss.

3.4 MASSNAHMEN BEZÜGLICH MIKROVERUNREINIGUNGEN

Gemäss der Planung des Kt. Schwyz müssen auf den ARAs Höfe und Einsiedeln Massnahmen bezüglich MV getroffen werden

Der Bund finanziert 75 % der anrechenbaren Kosten für die Erstinvestition einer MV-Stufe oder einer Verbindungsleitung zu einer in der Nähe liegenden ARA, welche nach dem Anschluss die Anforderungen bezüglich der MV-Elimination erfüllt. Vom Kanton ist mit einem Staatsbeitrag in Höhe von 20 % der anrechenbaren Kosten zu rechnen. Der Bundesbeitrag an die Finanzierung von Verbindungsleitungen ist maximal gleich gross, wie er zur Finanzierung der Massnahmen zu MV-Elimination auf der betroffenen ARA ausgerichtet würde. Bei einem Anschluss der ARA Einsiedeln an die ARA Höfe kann damit gerechnet werden, dass von Bund und Kanton 95 % der anrechenbaren Kosten für die MV-Elimination auf der ARA Einsiedeln an die Kosten der Abwasserleitung entrichtet werden.

Die Inhaber von ARAs, welche keine MV-Stufe besitzen, müssen dem Bund seit 01.01.2016 pro angeschlossenen Einwohner eine Abgabe von 9.00 CHF/E·a entrichten. Die Abgabe endet 2040. Sobald eine MV-Stufe in Betrieb genommen wird, fällt die Abgabe weg.

4 ENTWICKLUNG FRACHT UND HYDRAULIK

Im folgenden Kapitel werden die Entwicklungen der Schmutzstofffrachten und der hydraulischen Belastungen der ARAs abgeschätzt und die bestehenden Kapazitäten der ARAs beurteilt.

4.1 GRUNDLAGEN / ANNAHMEN

Die Dimensionierung einer ARA erfolgt über die organische Schmutzstoffbelastung aus dem Einzugsgebiet. Schmutzstofflieferanten sind die angeschlossenen Einwohner sowie Gewerbe und Industrie (Starkverschmutzer). Der Erneuerungszyklus einer ARA beträgt rund 30 Jahre, d. h. die Anlage muss ca. alle 30 Jahre komplett saniert werden. Wird eine ARA ausgebaut, erfolgt die Dimensionierung der Anlagen aufgrund der Prognose, wie gross die Belastung am Ende des Investitionszyklus mutmasslich sein wird. Der massgebliche Parameter für die Dimensionierung der ARA ist der 85 %-Wert der täglichen CSB-Fracht in 30 Jahren. CSB bedeutet chemischer Sauerstoffbedarf und ist ein Mass für die organische Belastung des Abwassers. Bei der Dimensionierung wird also in Kauf genommen, dass die reale Belastung im Ausbauziel an 15 % der Tage überschritten wird.

Für die Entwicklung der Frachten und der Abwassermengen wurden die untenstehenden Grundlagen und Annahmen verwendet.

Entwicklung Schmutzstofffrachten:

- Industrie (Starkverschmutzer): keine

Bemerkung: Eine Ansiedlung eines abwasserrelevanten Betriebs ist jedoch nicht auszuschliessen. Falls die Kapazität der entsprechenden ARA nicht ausreichen sollte, müssen für die entsprechenden Betriebe Frachtlimiten festgelegt werden (Abwasservorbehandlung seitens des Betriebs). Bei grösseren abwasserrelevanten Betrieben ist dies bereits Standard.

- Industrie und Gewerbe (Normalverschmutzer): analog Bevölkerungsentwicklung (siehe Anhang 1)
- Bevölkerung: gemäss Abbildung 4

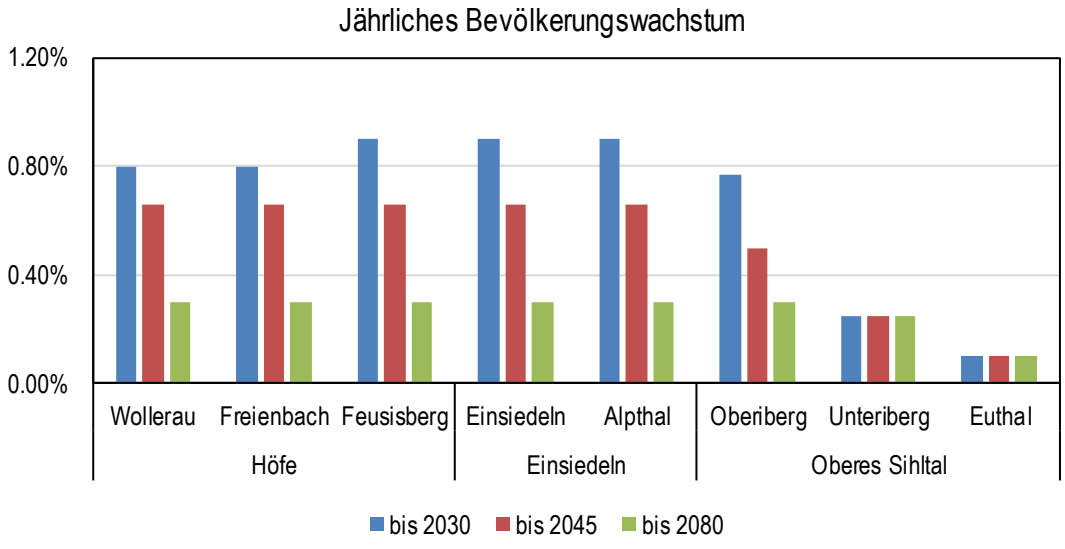


Abbildung 4: Bevölkerungswachstum pro Gemeinde in % pro Jahr.

Die Abschätzung des Bevölkerungswachstums basiert auf der Bevölkerungsentwicklung von 1990–2017 und den Prognosen des kantonalen Richtplans sowie der Einschätzung der Projektgruppe.

Entwicklung Abwassermengen:

- Schmutzwassermenge: analog Bevölkerungsentwicklung
- Fremdwassermenge: gleichbleibend

Es wird angenommen, dass trotz Bevölkerungszunahme und laufender Erweiterung des Kanalnetzes der Fremdwasseranfall nicht zunimmt. Die Zunahme der Schmutzwassermengen und die im Kanalnetz getroffenen Massnahmen zur Reduktion der Fremdwassermengen sollen dazu führen, dass der prozentuale Fremdwasseranteil über die Jahre reduziert wird.

4.2 ARA HÖFE

Die Entwicklungen von Bevölkerung, Schmutzstoff- und hydraulischer Belastung der ARA Höfe sind in den folgenden Abbildungen dargestellt. Es lässt sich folgendes erkennen:

- Die heutige Dimensionierung der biologischen Reinigungsstufe liegt bei 45'000 EW. Gemäss der Wachstumsprognose wird diese bereits im Jahre 2030 erreicht sein, d. h. dass dann ein erneuter Ausbau ansteht.
- Die hydraulischen Reserven der ARA Höfe sind bis zum Planungsziel ausreichend.

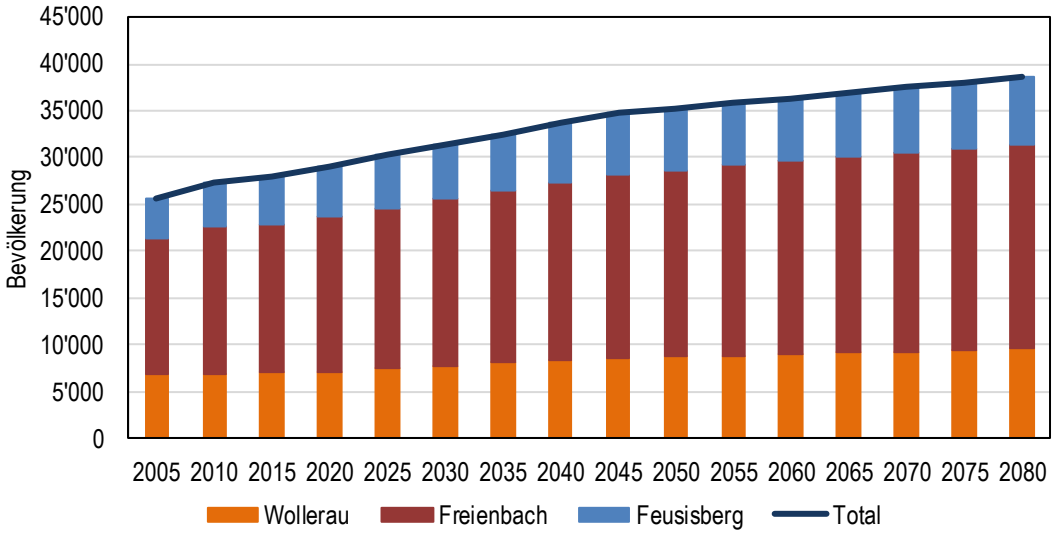


Abbildung 5: Bevölkerungsentwicklung im EZG der ARA Höfe.

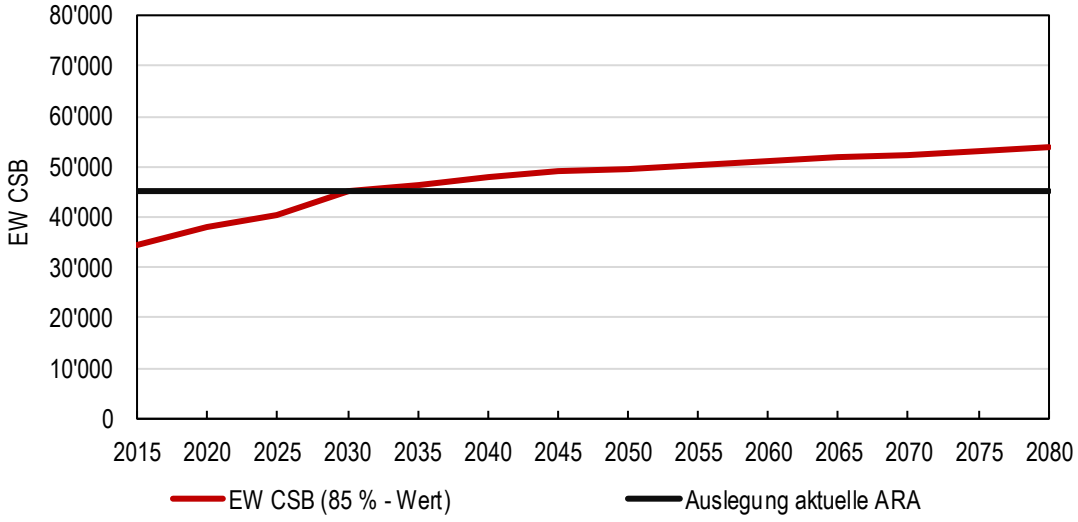


Abbildung 6: Entwicklung der Einwohnerwerte der ARA Höfe.

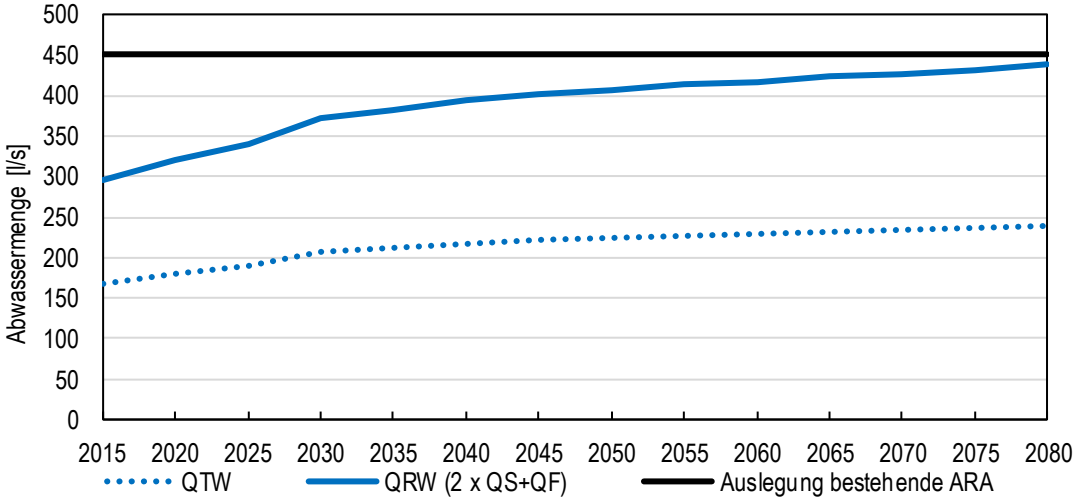


Abbildung 7: Entwicklung der Hydraulik der ARA Höfe. Stundenteiler 16 h/d, Fremdwasser 40 l/s.

4.3 ARA EINSIEDELN

Die Entwicklungen von Bevölkerung, Schmutzstoff- und hydraulischer Belastung der ARA Einsiedeln sind in den folgenden Abbildungen dargestellt. Es lässt sich folgendes erkennen:

- Auffallend ist, dass von 2005–2010 kein Bevölkerungswachstum stattgefunden hat. Von 2010–2015 betrug das Wachstum 0.98 %/a.
- Die heutige Dimensionierung der biologischen Reinigungsstufe liegt bei 27'500 EW. Gemäss der Wachstumsprognose wird diese ca. im Jahre 2030 erreicht sein, d. h. dann muss die ARA ausgebaut werden.
- Die hydraulischen Reserven der ARA Einsiedeln sind für die kommenden Jahren ausreichend.

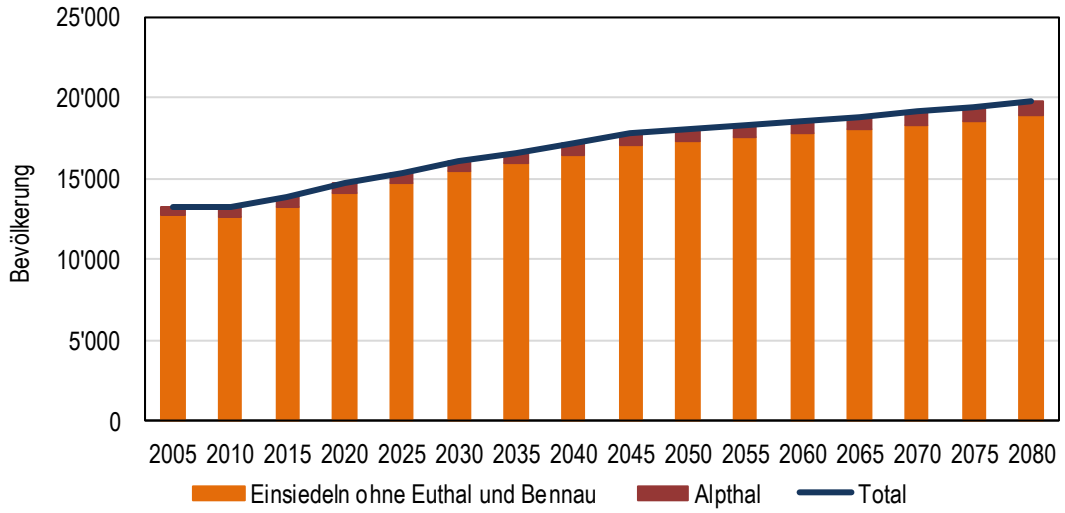


Abbildung 8: Bevölkerungsentwicklung im EZG der ARA Einsiedeln.

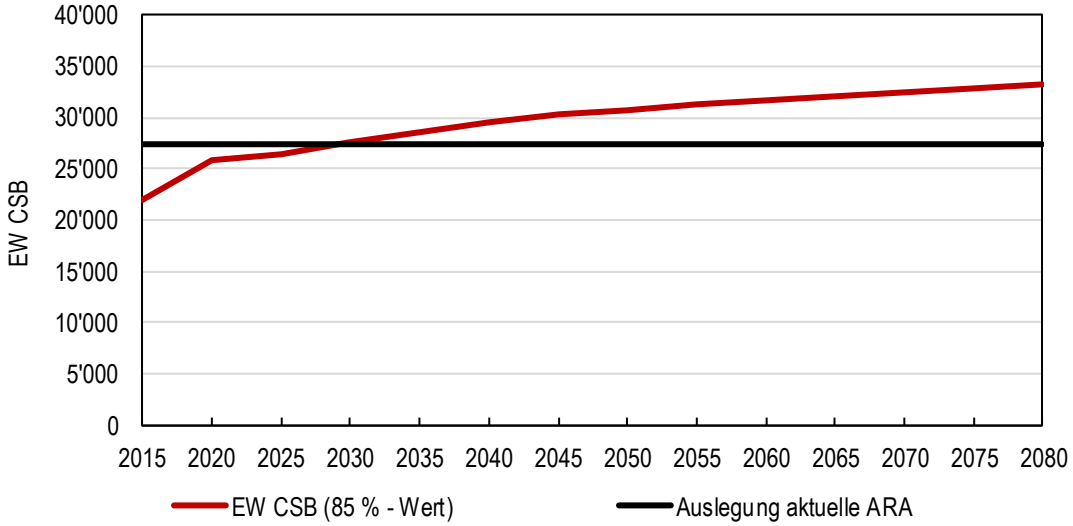


Abbildung 9: Entwicklung der Einwohnerwerte der ARA Einsiedeln.

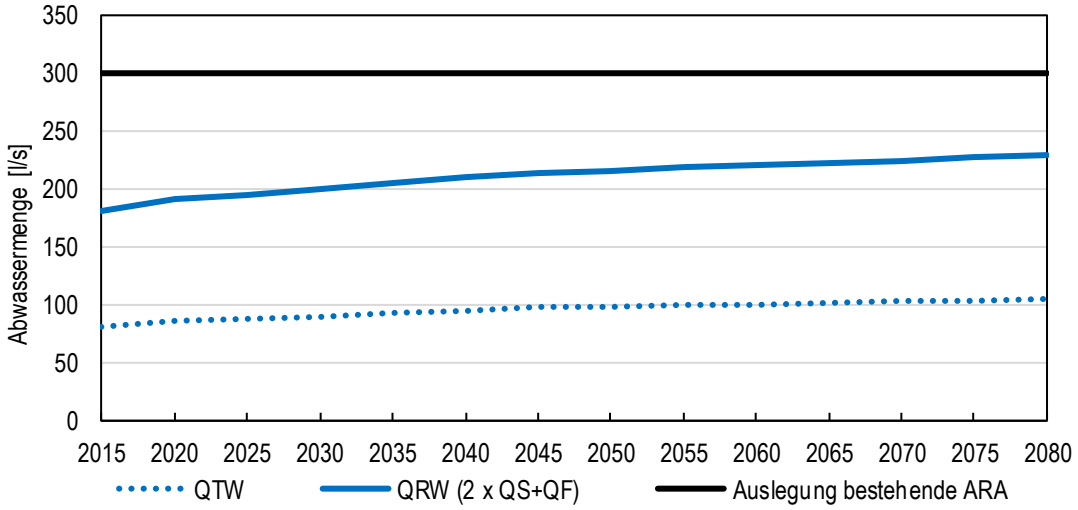


Abbildung 10: Entwicklung der Hydraulik der ARA Einsiedeln.

4.4 ARA OBERES SIHLTAL

Die Entwicklungen von Bevölkerung, Schmutzstoff- und hydraulischer Belastung der ARA Oberes Sihltal sind in den folgenden Abbildungen dargestellt. Es lässt sich folgendes erkennen:

- Die bestehende Dimensionierung der biologischen Reinigungsstufe liegt bei 9'000 EW. Gemäss Auswertung der Betriebsdaten der Jahre 2015–2017 wird diese Kapazität bereits überschritten. Deshalb ist ein Ausbau innerhalb der nächsten Jahre unumgänglich.
- Die hydraulischen Reserven der ARA Oberes Sihltal sind für die kommenden Jahre ausreichend.

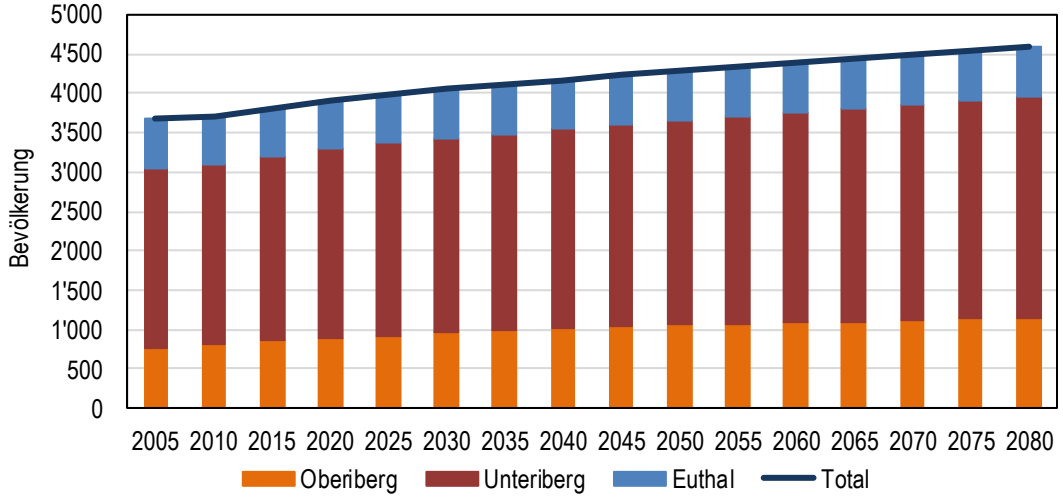


Abbildung 11: Bevölkerungsentwicklung im EZG der ARA Oberes Sihltal.

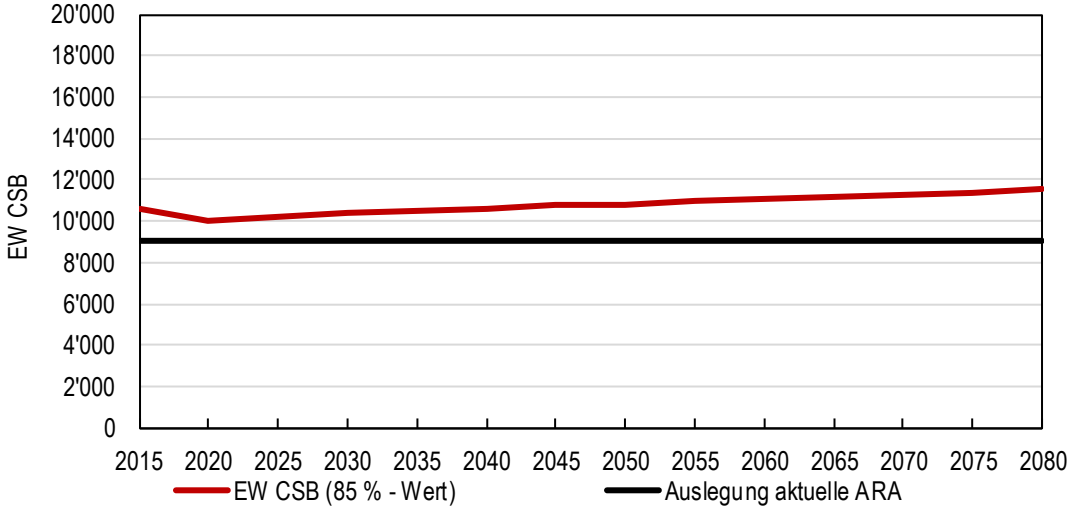


Abbildung 12: Entwicklung der Einwohnerwerte der ARA Oberes Sihltal.

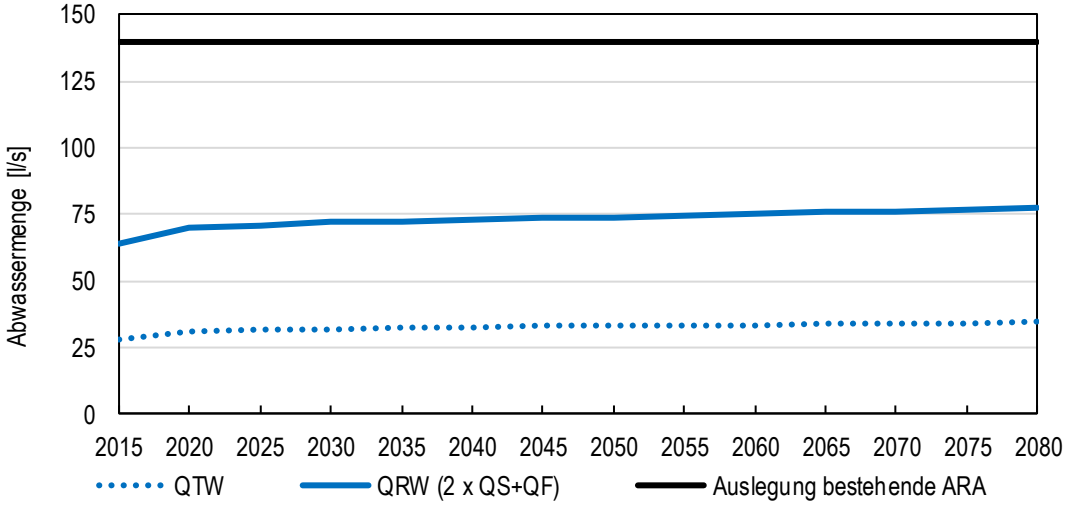


Abbildung 13: Entwicklung der Hydraulik der ARA Oberes Sihltal.

5 DIMENSIONIERUNGSGRUNDLAGEN

5.1 AUSBAUGRÖSSE

Basierend auf den in Kapitel 4 beschriebenen Wachstumsprognosen wird bei den massgeblichen Planungshorizonten 2030, 2045, 2060, 2075 und 2090 mit den in Tabelle 1aufgeführten Ausbaugrössen gerechnet. Die detaillierte Berechnung der EW aus den mutmasslich angeschlossenen Einwohnern E und den Einwohnergleichwerten EGW aus Industrie und Gewerbe findet sich in Anhang 1.

Tabelle 1: Ausbaugrössen der ARAs in EW bei unterschiedlichen Planungshorizonten. Bei der Dimensionierung entspricht 1 EW einer Fracht im Rohabwasser von 120 g CSB/d (85 %-Wert für die Dimensionierung).

	2030	2045	2060	2075	2090
ARA Höfe	45'000	49'100	51'100	53'000	55'100
ARA Einsiedeln	27'600	30'400	31'700	32'900	34'200
ARA Oberes Sihltal	10'400	10'800	11'100	11'400	11'800
Zusammenschluss	83'000	90'300	93'900	97'300	101'100

5.2 HYDRAULISCHE BEMESSUNG

Verbindungsleitungen werden wie ARAs auf den doppelten Trockenwetteranfall Q_{TW} ausgelegt, d. h. es gilt: $Q_{dim} = Q_{RW} = 2\ Q_{TW}$. Wird eine ARA aufgehoben und das Mischabwasser (Schmutz-, Fremd- und Regenabwasser) weitergeleitet, müssen Wassermengen, welche diese Auslegung übersteigen, zurückgehalten oder nach der Vorbehandlung in einem Regenklärbecken RKB in ein Gewässer eingeleitet werden.

Die künftig zu erwartenden Abwassermengen im Ausbauziel (Q_{dim}), welche für die Dimensionierung der Verbindungsleitungen verwendet werden, sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Hydraulische Bemessung der ARA. Werte bestimmt anhand der Betriebsdaten der letzten Jahre.

Parameter	ARA Höfe	ARA Einsiedeln	ARA Oberes Sihltal
Trockenwetteranfall Q_{TW} [l/s]	225	125	50
Dimensionierungsmenge $Q_{dim} = Q_{RW} = 2\ Q_{TW}$ [l/s]	450	250	100

Die Abwasserleitung ist in zwei Abschnitte geteilt. Abschnitt L1 von der ARA Oberes Sihltal zur ARA Einsiedeln und Abschnitt L2 von der ARA Einsiedeln zur ARA Höfe bzw. in einen Sammelkanal des AVH. In der Tabelle 3 ist die hydraulische Bemessung aufgeführt.

Tabelle 3: Dimensionierung der einzelnen Abschnitte der Abwasserleitung.

Von	ARA Oberes Sihltal	ARA Einsiedeln
Nach	ARA Einsiedeln	ARA Höfe
Bezeichnung	L1	L2
Massnahme	Bau Schmutzwasserleitung (Kombination erdverlegt und Seeleitung), Druckleitung	Bau Schmutzwasserleitung (erdverlegt), Freispiegel- und Druckleitung
Q_{dim} [l/s]	100	350

5.3 GRUNDLAGEN VARIANTENVERGLEICH

Beim Variantenvergleich werden die Massnahmen und Kosten zur Sanierung und zum Ausbau der drei ARAs bei Alleingang (Kapitel 6) und beim Zusammenschluss (Kapitel 7) dargestellt. In den Kosten nicht enthalten sind allfällige Massnahmen im Kanalnetz.

Die auf den ARAs notwendigen Sanierungen / Ausbauten werden zeitlich gebündelt betrachtet. In Realität kann eine Sanierung bzw. ein Ausbau über einen grösseren Zeitraum verteilt erfolgen.

Kleinere Massnahmen, welche zwischen den grundlegenden Erneuerungen und Ausbauten zu realisieren sind, werden über die laufende Rechnung beglichen und damit sofort abgeschrieben. Die Kosten für kleinere Massnahmen werden folglich direkt in die Jahreskosten eingerechnet.

Den Investitionszyklen sind die Nutzungsdauern gem. Kap. 3.2.3 zugrunde gelegt.

Die Zusammenstellung der Massnahmen und deren mutmasslichen Kosten bis 2035 sind im Anhang 2 aufgeführt.

6 VERGLEICHSVARIANTE: ALLEINGANG

6.1 ARA HÖFE

6.1.1 Massnahmen

Für den Alleingang der ARA Höfe sind folgende Massnahmen zu realisieren:

- Bis 2025: Diverse Investitionen gemäss " Investitionsplanung Geschäftsjahr 2018/2019–2023/2024"
- 2023–2025: Verbesserung Erschliessung ARA Höfe (gehört nicht zum Projektumfang und ist damit nicht Teil der Investitionsvergleichsrechnung)
- 2023–2025: Grundlegende Erneuerung und Ausbau der Schlammbehandlung
- 2030: Dimensionierungsgrösse der ARA wird erreicht. Damit ist eine Kapazitätssteigerung der biologischen Reinigungsstufe unausweichlich (z. B. durch Vorentfrachtung mittels neuer Hochlaststufe, resp. Abwassersieb); Bau neuer MV-Elimination
- 2045: Grundlegende Erneuerung und Ausbau der biologischen Reinigungsstufe sowie Sanierung EMT der MV-Stufe. Dabei ist die Wahl eines grundsätzlich neuen Verfahrens möglich
- 2050: Sanierung EMT der Schlammbehandlung
- 2060: Grundlegende Erneuerung und Ausbau der MV-Stufe inkl. Sanierung EMT der biologischen Reinigungsstufe
- 2070: Grundlegende Erneuerung der Schlammbehandlung
- 2075: Grundlegende Erneuerung und Ausbau der ARA inkl. EMT der MV-Stufe

In den folgenden zwei Abbildungen sind die zukünftigen Massnahmen und die Investitionskosten für die ARA Höfe dargestellt.

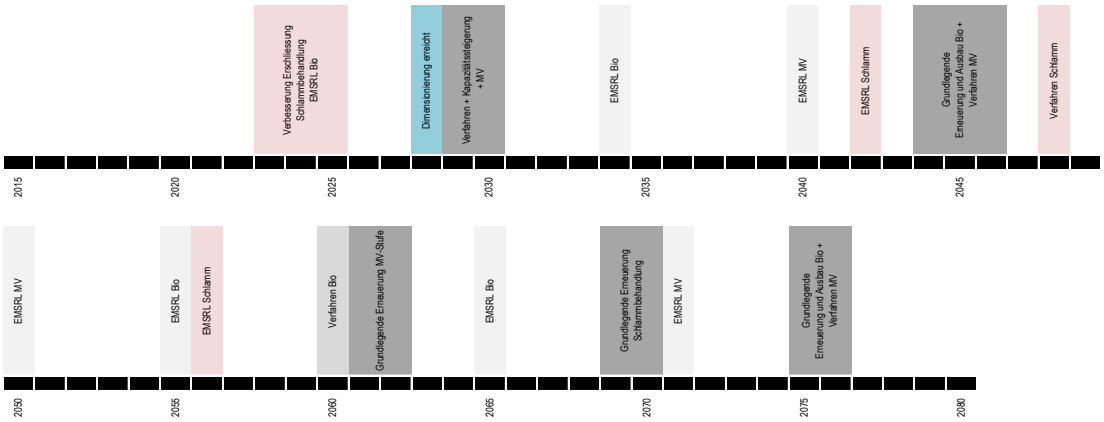


Abbildung 14: Zeitstrahl der zukünftigen Massnahmen und Investitionskosten im Betrachtungszeitraum auf der ARA Höfe beim Alleingang.

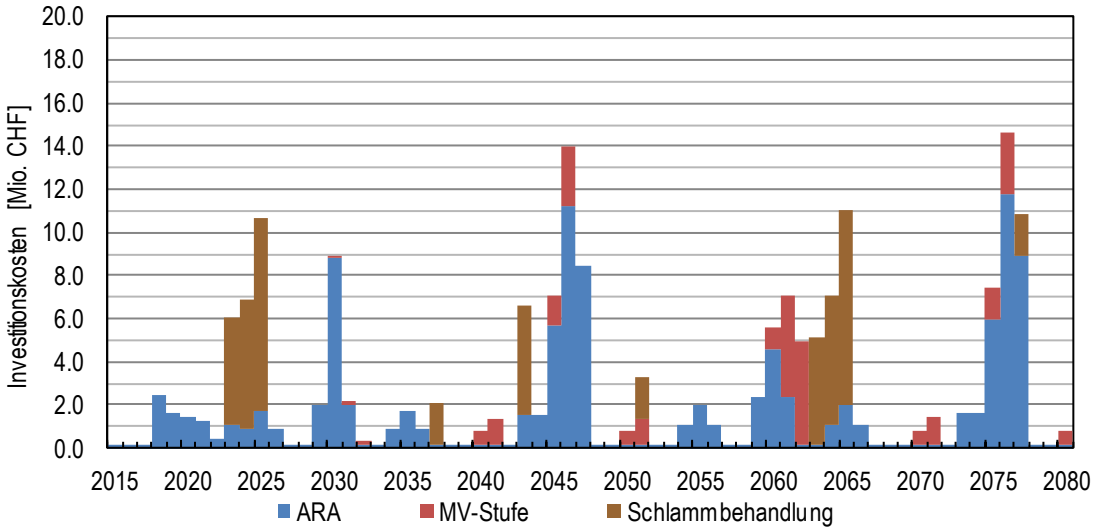


Abbildung 15: Investitionskosten der ARA Höfe beim Alleingang.

6.1.2 Entwicklung Betriebs- und Jahreskosten

In den folgenden Abbildungen sind die zukünftigen Betriebs-, Kapital- und Jahreskosten der ARA Höfe dargestellt.

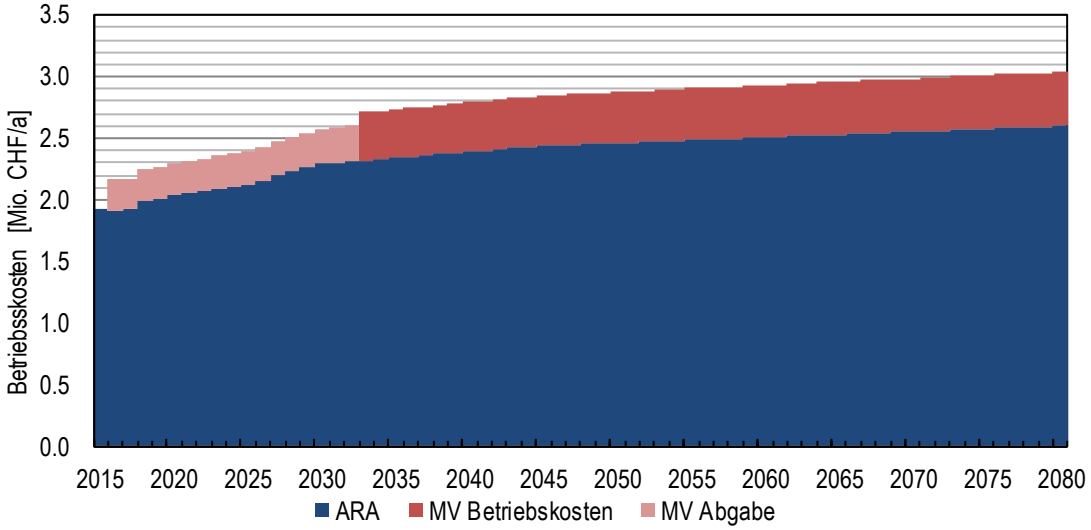


Abbildung 16: Betriebskosten der ARA Höfe beim Alleingang.

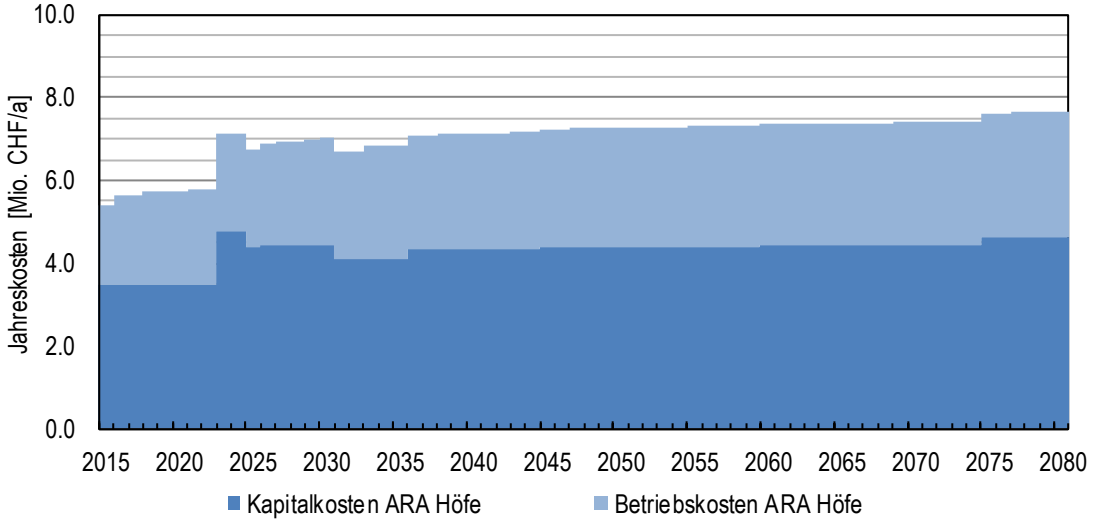


Abbildung 17: Jahreskosten der ARA Höfe beim Alleingang.

6.1.3 Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen

Die ARA Höfe bevorzugt das Verfahren der Ozonung zur MV-Elimination. Das Verfahren ist kostengünstiger und kompakter als das Verfahren mit Pulveraktivkohle PAK. Bevor das Verfahren jedoch festgelegt werden kann, muss gemäss VSA-Empfehlung zuerst die Eignung von Ozon zur Behandlung des spezifischen Abwassers abgeklärt werden.

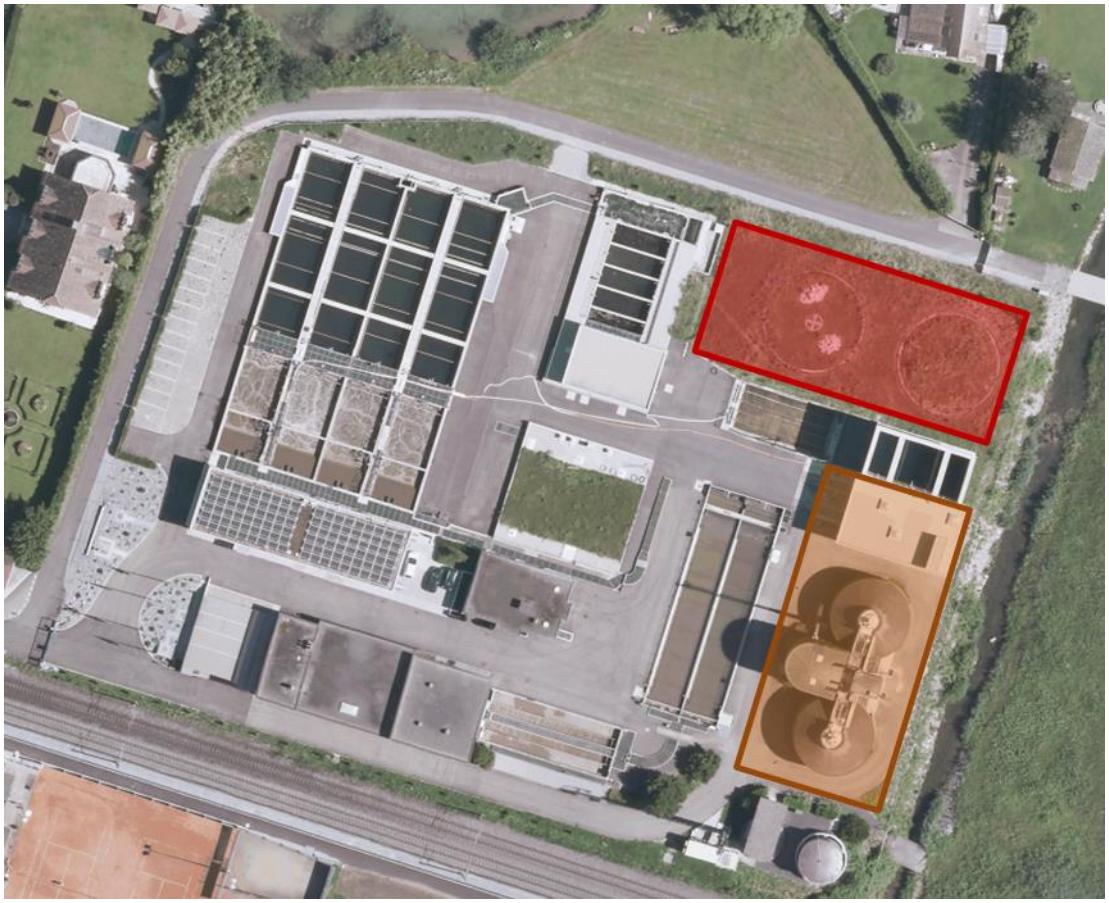


Abbildung 18: ARA Höfe: Rot = Platzreserve für die MV-Stufe. Braun = Neubau der Schlammbehandlung.

6.2 ARA EINSIEDELN

6.2.1 Massnahmen

Für den Alleingang der ARA Einsiedeln werden folgende Massnahmen vorgesehen:

- Bis 2025: Sanierungen entsprechend laufender Investitionsplanung
- 2030: Grundlegende Erneuerung und Ausbau der ARA inkl. neue MV-Stufe
- 2045: Sanierung EMT der ARA und der MV-Stufe
- 2060: Grundlegende Erneuerung und Ausbau der ARA und der MV-Stufe
- 2075: Sanierung EMT der ARA und der MV-Stufe

In den folgenden zwei Abbildungen sind die zukünftigen Massnahmen und die Investitionskosten für die ARA Einsiedeln dargestellt.

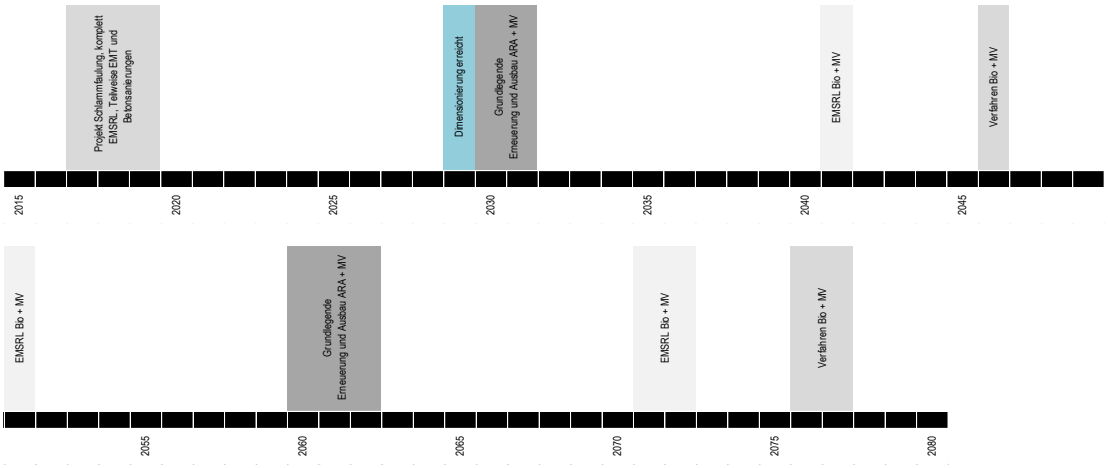


Abbildung 19: Zeitstrahl der zukünftigen Massnahmen und Investitionskosten im Betrachtungszeitraum auf der ARA Einsiedeln beim Alleingang.

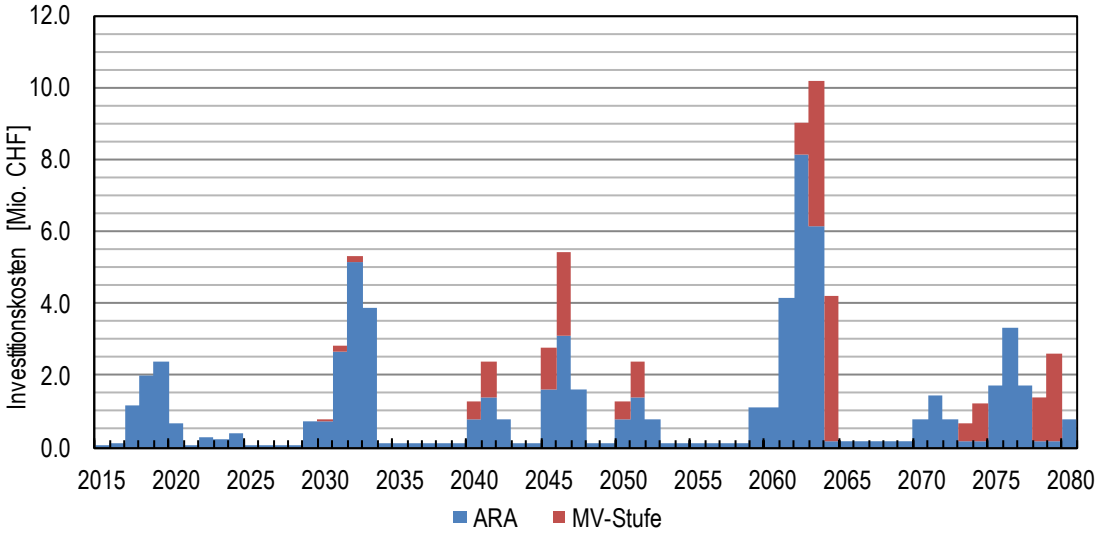


Abbildung 20: Investitionskosten der ARA Einsiedeln beim Alleingang.

6.2.2 Entwicklung Betriebs- und Jahreskosten

In den folgenden Abbildungen sind die zukünftigen Betriebs-, Kapital- und Jahreskosten der ARA Einsiedeln dargestellt.

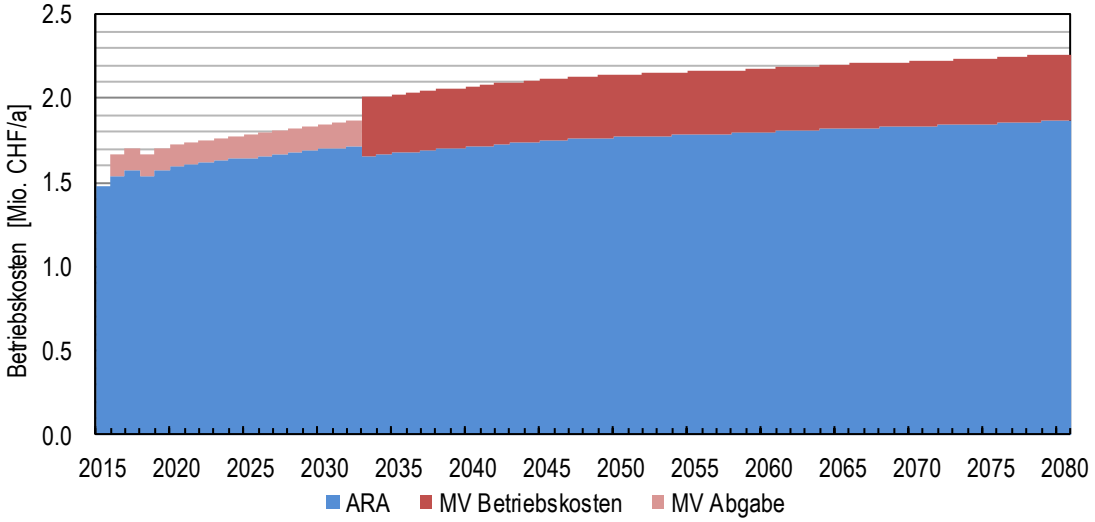


Abbildung 21: Betriebskosten der ARA Einsiedeln beim Alleingang.

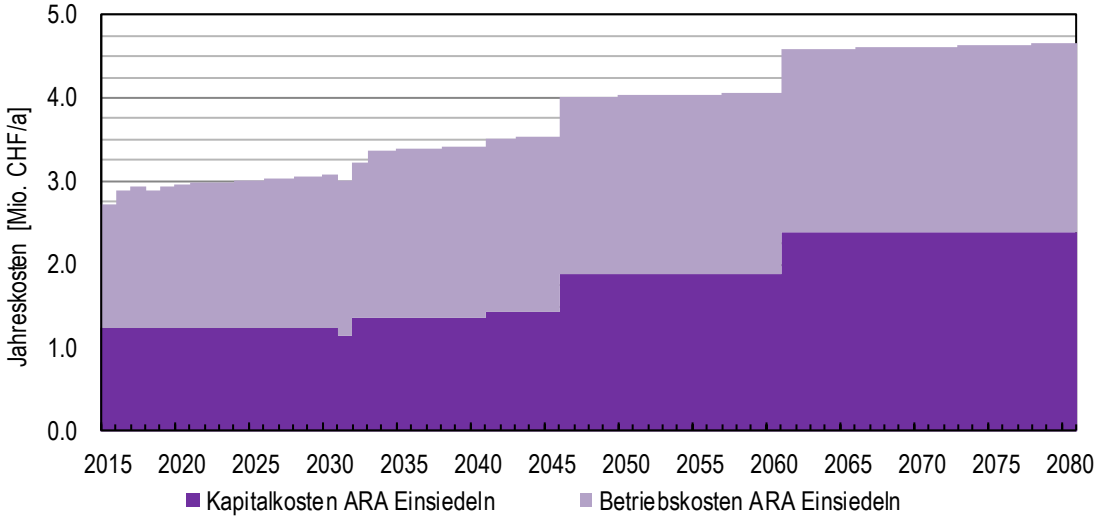


Abbildung 22: Jahreskosten der ARA Einsiedeln beim Alleingang.

6.2.3 Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen

Auf der ARA Einsiedeln wird der Bau einer Stufe zur MV-Elimination gefordert. Dies aufgrund des ungenügenden Verdünnungsverhältnis des Vorfluters (Alp) und der Trinkwasserfassung wenige hundert Meter unterhalb der ARA.

Es bestehen noch keine Präferenzen bezüglich Verfahren zur MV-Elimination. Die Vorabklärung der Verfahrenseignung Ozonung sollte vor der Ausarbeitung einer Variantenstudie zur MV-Elimination durchgeführt werden.

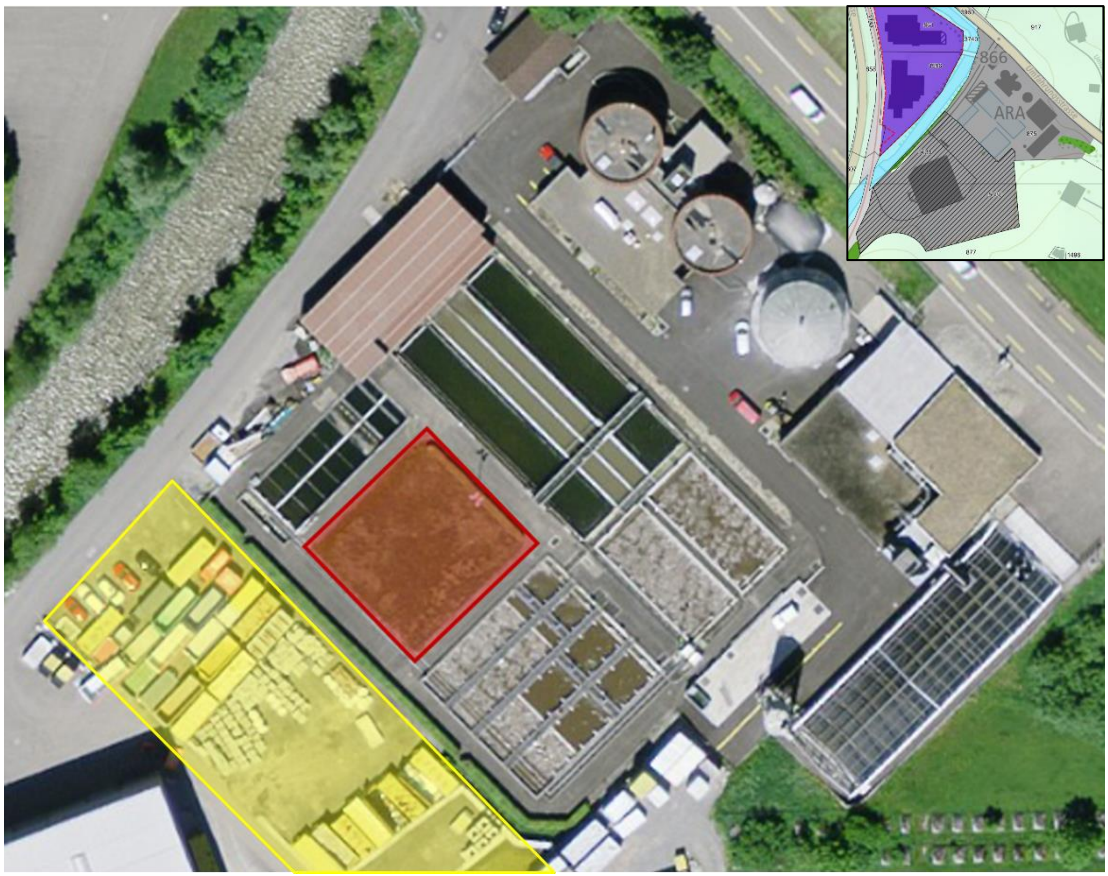


Abbildung 23: ARA Einsiedeln. Rot = Platzreserve für die MV-Stufe. Kapazitätssteigerung der biologischen Reinigungsstufe ist in den vorhandenen Becken per Hybrid-Wirbelbett-Verfahren, d. h. ohne zusätzliches Beckenvolumen evtl. möglich. Gelb: Reservefläche für weitere Ausbauschritte.

In einem weiteren Ausbauschritt muss das Land der ARA Einsiedeln zwangsläufig erweitert werden. Das sog. Hybridverfahren, d. h. das kombinierte Wirbelbett/Belebtschlamm-Verfahren zur biologischen Abwasserreinigung ist ein Verfahren zur Steigerung der Kapazität, kann aber einen Ausbau auf Dauer nicht ersetzen. Somit wird die ARA auf der vorhandenen Parzelle in der Zone für öffentliche Bauten zu erweitern sein und es geht mögliches Gewerbeland verloren (gelbe Fläche Abbildung 23).

6.3 ARA OBERES SIHLTAL

6.3.1 Massnahmen

Für den Alleingang der ARA Oberes Sihltal werden folgende Massnahmen vorgesehen:

- 2021: Bau zusätzlicher Abwasserstrasse, Sanierung EMT und EMSRL wo nötig
- 2030: Grundlegende Erneuerung der ARA exkl. neue Abwasserstrasse
- 2045: Sanierung EMT der ARA
- 2060: Grundlegende Erneuerung und Ausbau der ARA
- 2075: Sanierung EMT der ARA

In den folgenden zwei Abbildungen sind die zukünftigen Massnahmen und die Investitionskosten für die ARA Oberes Sihltal dargestellt.

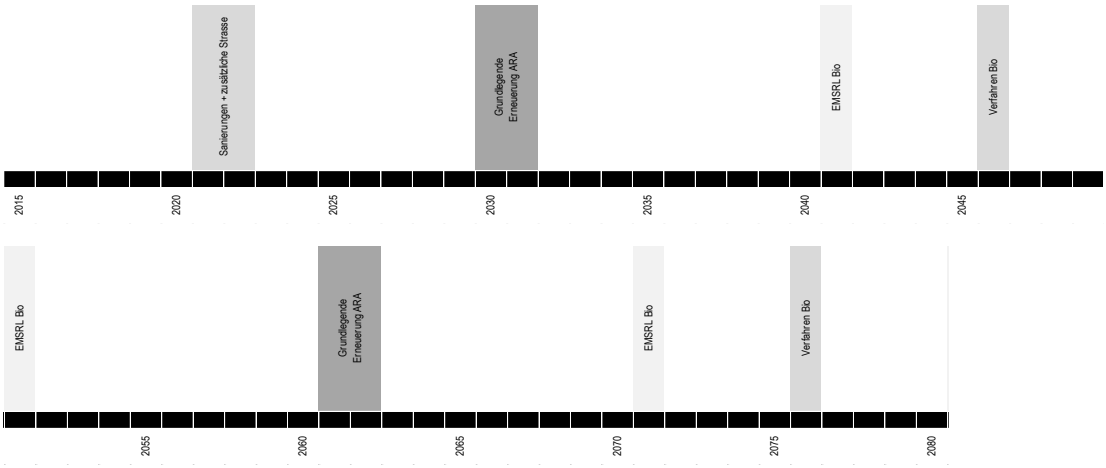


Abbildung 24: Zeitstrahl der zukünftigen Massnahmen und Investitionskosten im Betrachtungszeitraum auf der ARA Oberes Sihltal beim Alleingang.

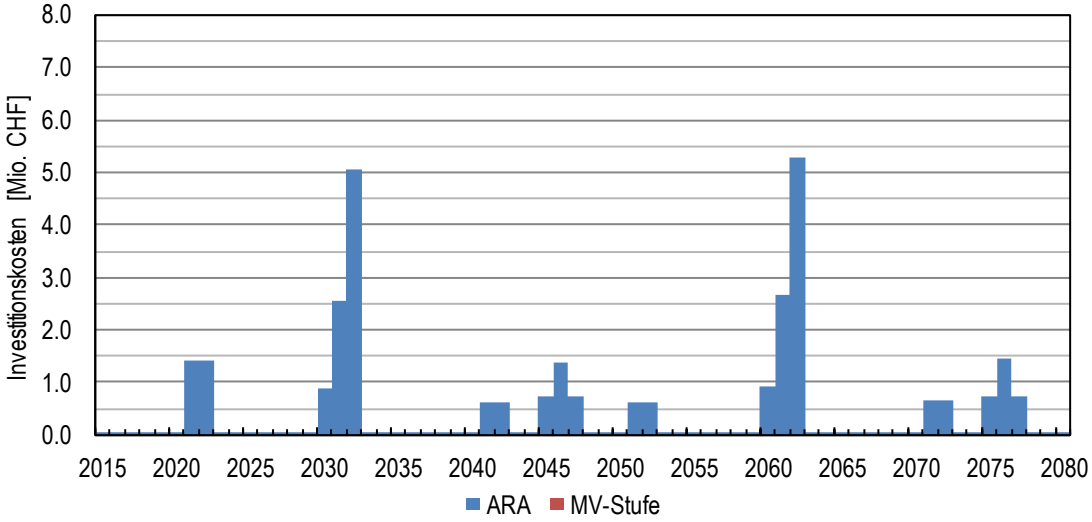


Abbildung 25: Investitionskosten der ARA Oberes Sihltal beim Alleingang.

Abbildung 26: ARA Oberes Sihltal. Mögliche Erweiterung durch zusätzliche Abwasserstrasse. Gelb = zusätzlicher Landbedarf beim Alleingang.

6.3.2 Entwicklung Betriebs- und Jahreskosten

In den folgenden Abbildungen sind die zukünftigen Betriebs-, Kapital- und Jahreskosten der ARA Oberes Sihltal dargestellt.

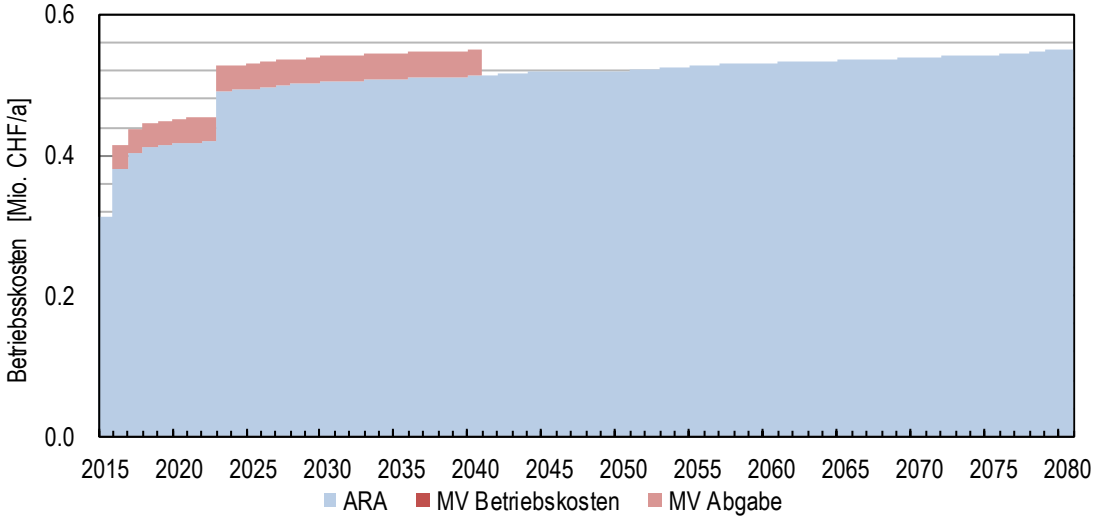


Abbildung 27: Betriebskosten der ARA Oberes Sihltal beim Alleingang.

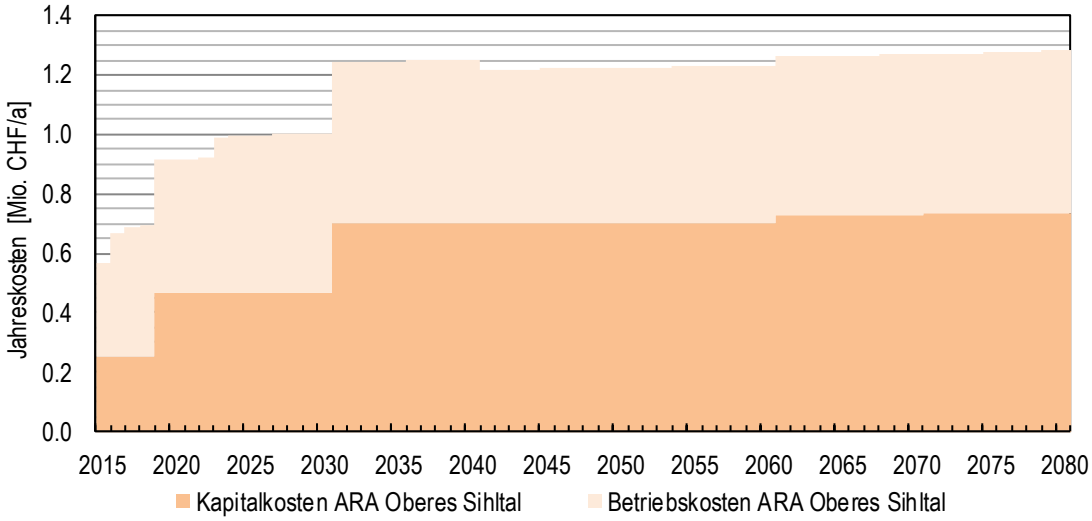


Abbildung 28: Jahreskosten der ARA Oberes Sihltal beim Alleingang.

6.4 GESAMTÜBERBLICK

In den folgenden Abbildungen sind die jährlichen Investitions- und Betriebskosten sowie der Verlauf der Jahreskosten beim Alleingang aller ARAs zusammen dargestellt. Die Jahreskosten bilden die Grundlage für den Vergleich der Gesamtwirtschaftlichkeit beim Variantenvergleich.

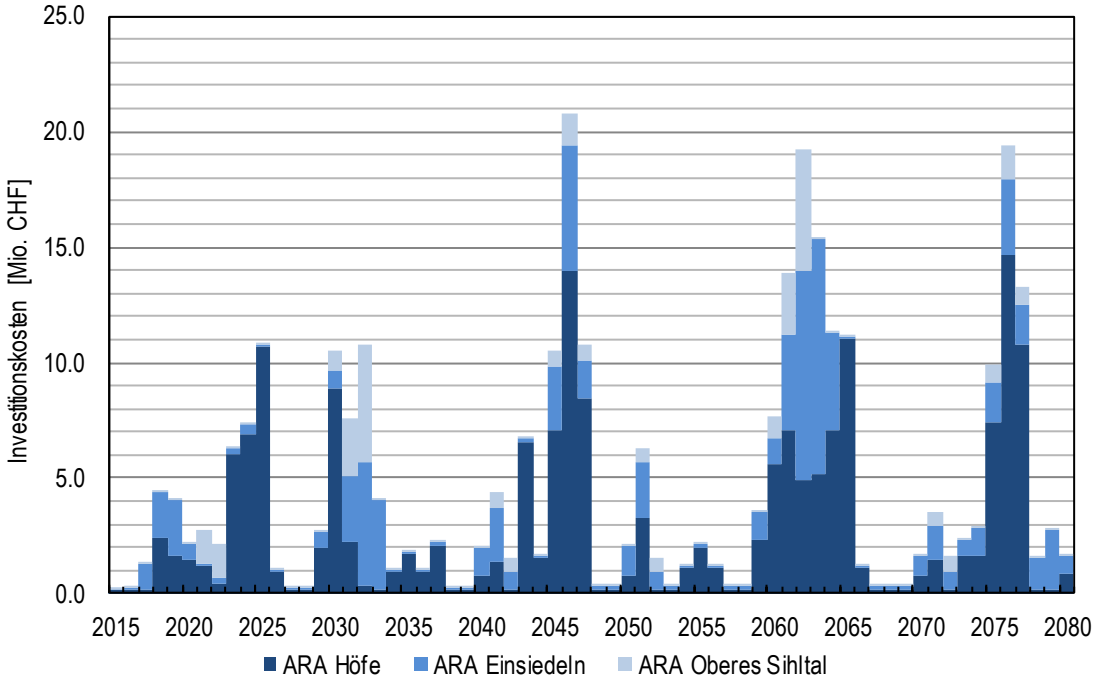


Abbildung 29: Investitionskosten der ARA Höfe, Einsiedeln und Oberes Sihltal beim Alleingang.

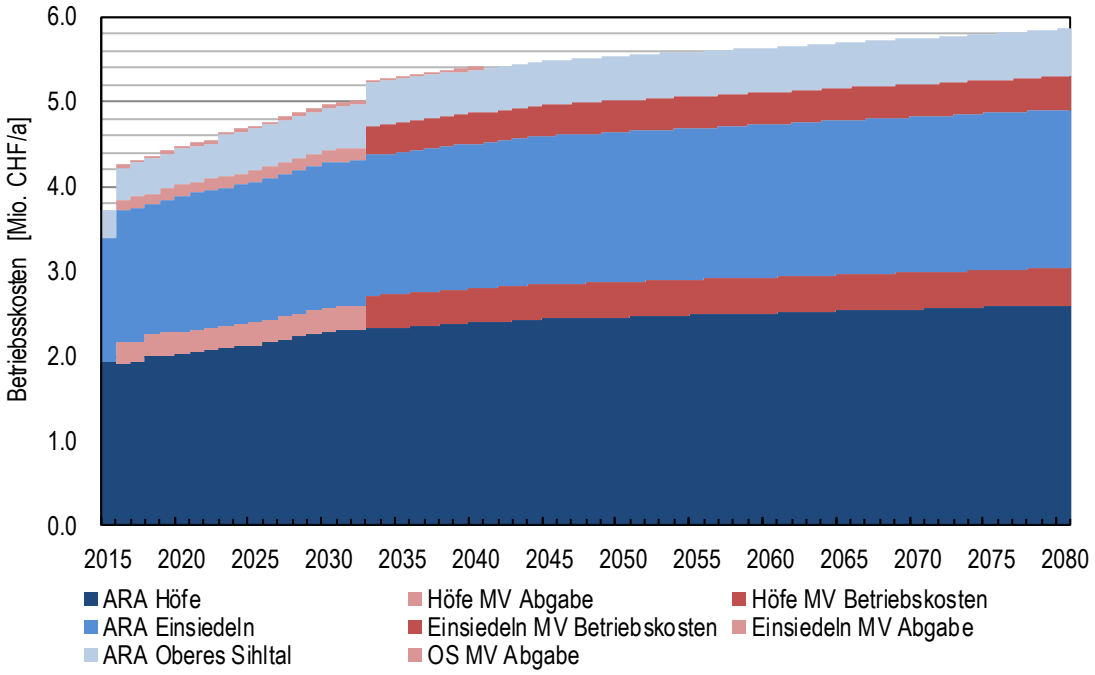


Abbildung 30: Betriebskosten der ARA Höfe, Einsiedeln und Oberes Sihltal beim Alleingang.

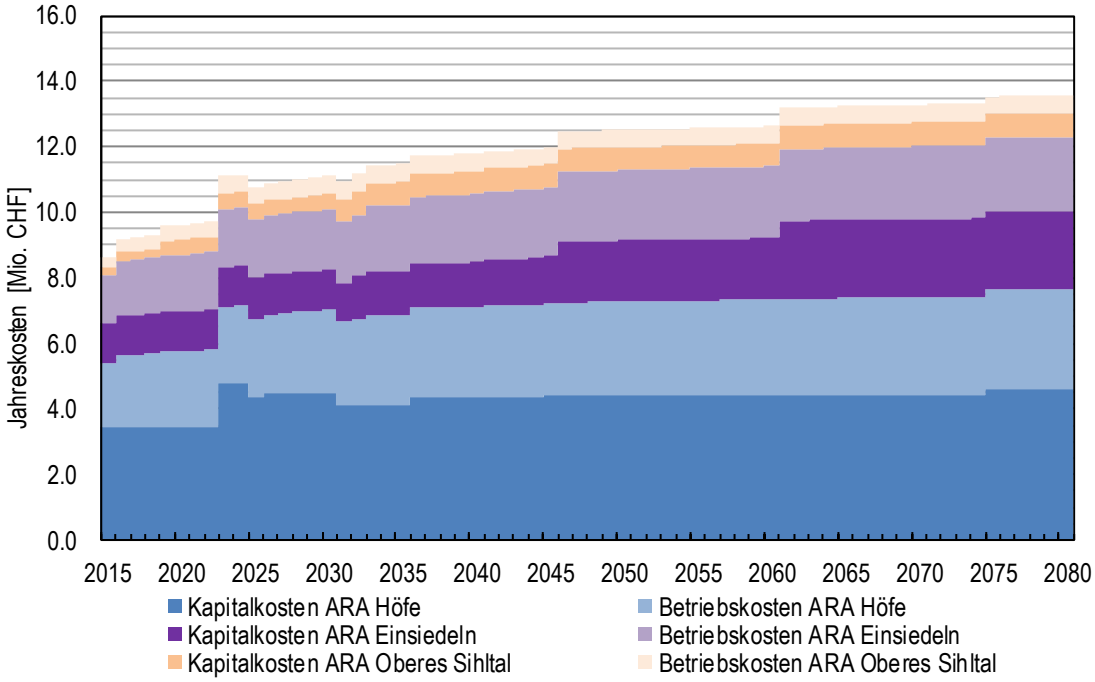


Abbildung 31: Jahreskosten der ARA Höfe, Einsiedeln und Oberes Sihltal beim Alleingang.

7 VARIANTE: ZUSAMMENSCHLUSS

Im folgenden Kapitel werden die Massnahmen und Kosten (ohne bestehendes Kanalnetz) für den Anschluss der ARAs Einsiedeln und Oberes Sihltal an die ARA Höfe dargestellt.

Kleinere Massnahmen, welche vor dem Zusammenschluss realisiert werden müssen, werden sofort abgeschrieben und deshalb direkt in die entsprechenden Jahreskosten eingerechnet.

Die auf den ARAs notwendigen Sanierungen / Ausbauten werden gebündelt betrachtet. In Realität kann eine Sanierung bzw. ein Ausbau der ARAs über einen grösseren Zeitraum verteilt erfolgen.

Die Zusammenstellung der Massnahmen, die ihnen zugrunde gelegten Ausbaugrössen in EW und die mutmasslichen Kosten sind im Anhang 2 aufgeführt.

7.1 ZEITPUNKT FÜR ZUSAMMENSCHLUSS

Optimal ist es, wenn eine ARA zum Zeitpunkt einer anstehenden umfassenden Erneuerung bzw. Sanierung angeschlossenen werden kann. Dadurch kann anstatt der ohnehin zu tätigenden Investition auf der ARA selbst, der Anschluss realisiert werden.

Der günstigste Zeitpunkt für den Anschluss der ARAs Einsiedeln und Oberes Sihltal an die ARA Höfe ist das **Jahr 2030**:

- Die Belastung der ARA Höfe erreicht 2030 die Ausbaugrösse. Es müssen auch im Alleingang Massnahmen zur Kapazitätssteigerung getroffen werden. Beim Anschluss der ARAs Einsiedeln und Oberes Sihltal muss die Kapazität annähernd verdoppelt werden. Dies ist kosteneffizient mit dem MBR-Verfahren in den bestehenden Becken der biol. Reinigungsstufe realisierbar.
- Die Belastung der ARA Einsiedeln würde 2030 ebenfalls die Ausbaugrösse erreichen. Auf diesen Zeitpunkt muss die biol. Reinigungsstufe grundlegend erneuert und ausgebaut werden. Zusätzlich muss, jedoch nicht zwingend im Jahr 2030, die MV-Stufe gebaut werden. 2030 ist daher ein geeigneter Zeitpunkt, anstatt in die Erneuerung und den Ausbau der ARA vor Ort, in eine Abwasserleitung zu investieren, welche durch Bund und Kanton mitfinanziert wird.
- Die Belastung der ARA Oberes Sihltal übersteigt zeitweise bereits jetzt die Ausbaugrösse; die verlangte ganzjährige Nitrifikation kann nicht mehr gewährleistet werden. Die grundlegende Erneuerung und der Ausbau sind in den kommenden Jahren unumgänglich. Dazu muss eine zusätzliche Abwasserstrasse gebaut werden. Bei einem positiven Entscheid zum Anschluss an die ARA Höfe dürften bis 2030 keine grossen Investitionen mehr getätigt werden, weil für die ordentliche Abschreibung der Kosten nicht genug Zeit vorhanden wäre. Deshalb würden nur noch die notwendigen Sanierungsmassnahmen vorgenommen, sodass die ARA bis zum Anschlusszeitpunkt weiter betrieben werden kann. In der Folge müsste bis 2030 der Zustand akzeptiert werden, dass in den kalten Wintermonaten die Einleitungsbedingungen nicht durchweg einhalten werden.

7.2 MASSNAHMEN VOR ZUSAMMENSCHLUSS

7.2.1 ARA Höfe

Die Massnahmen vor dem Zusammenschluss auf der ARA Höfe unterscheiden sich nicht von den Massnahmen beim Alleingang. Zuerst werden gleichzeitig die neue Erschliessung der ARA und die neue Schlammbehandlung gebaut. Dann wird die weiterführende Investitionsplanung umgesetzt.

7.2.2 ARA Einsiedeln

Für die ARA Einsiedeln ergeben sich bis zum Anschluss an die ARA Höfe folgende Massnahmen:

- Bis 2030: Reduzierte Sanierungsmassnahmen gemäss Investitionsplanung, mit der Aussicht, die Anlage nur bis 2030 betreiben zu müssen. Grössere Werterhaltungsmassnahmen werden vermieden. Für die Berechnungen in der Studie wurden die Investitionskosten gegenüber der Investitionsplanung deshalb um 30 % gesenkt.
- 2030: Abwasserleitung von ARA Einsiedeln zur ARA Höfe
- 2030: Rückbau und teilweise Umnutzung der ARA; Bau eines Regenbeckens, dimensioniert anhand GEP Einsiedeln und VGEP AVH; mech. Vorreinigung und PW sind nicht nötig, da die Zugänglichkeit für den Unterhalt (Kontrolle, Reinigen, Spülen etc.) über die Schächte gewährleistet ist.

In den folgenden beiden Abbildungen sind die Investitions- und die Jahreskosten der ARA Einsiedeln bis zum Anschluss dargestellt. Die Investitionen werden im jeweiligen Jahr direkt abgeschrieben, daher variieren die Jahreskosten stark.

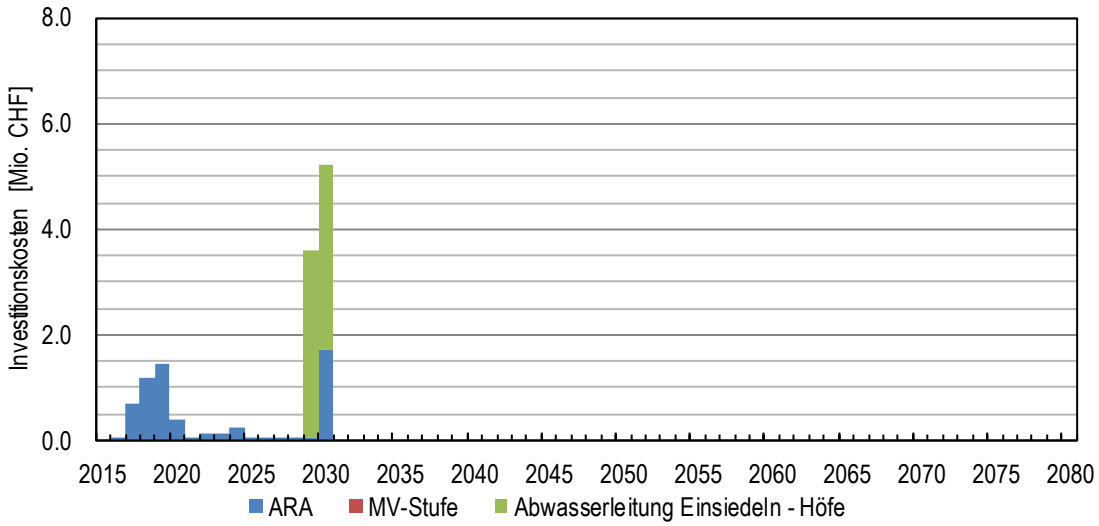


Abbildung 32: Investitionskosten der ARA Einsiedeln bis zum Zusammenschluss 2030.

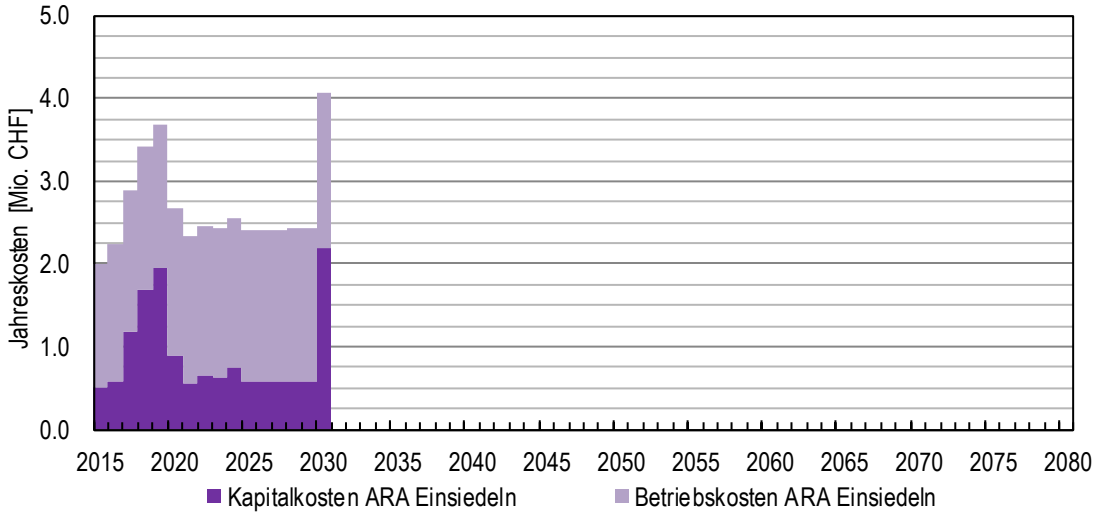


Abbildung 33: Jahreskosten der ARA Einsiedeln bis zum Zusammenschluss 2030.

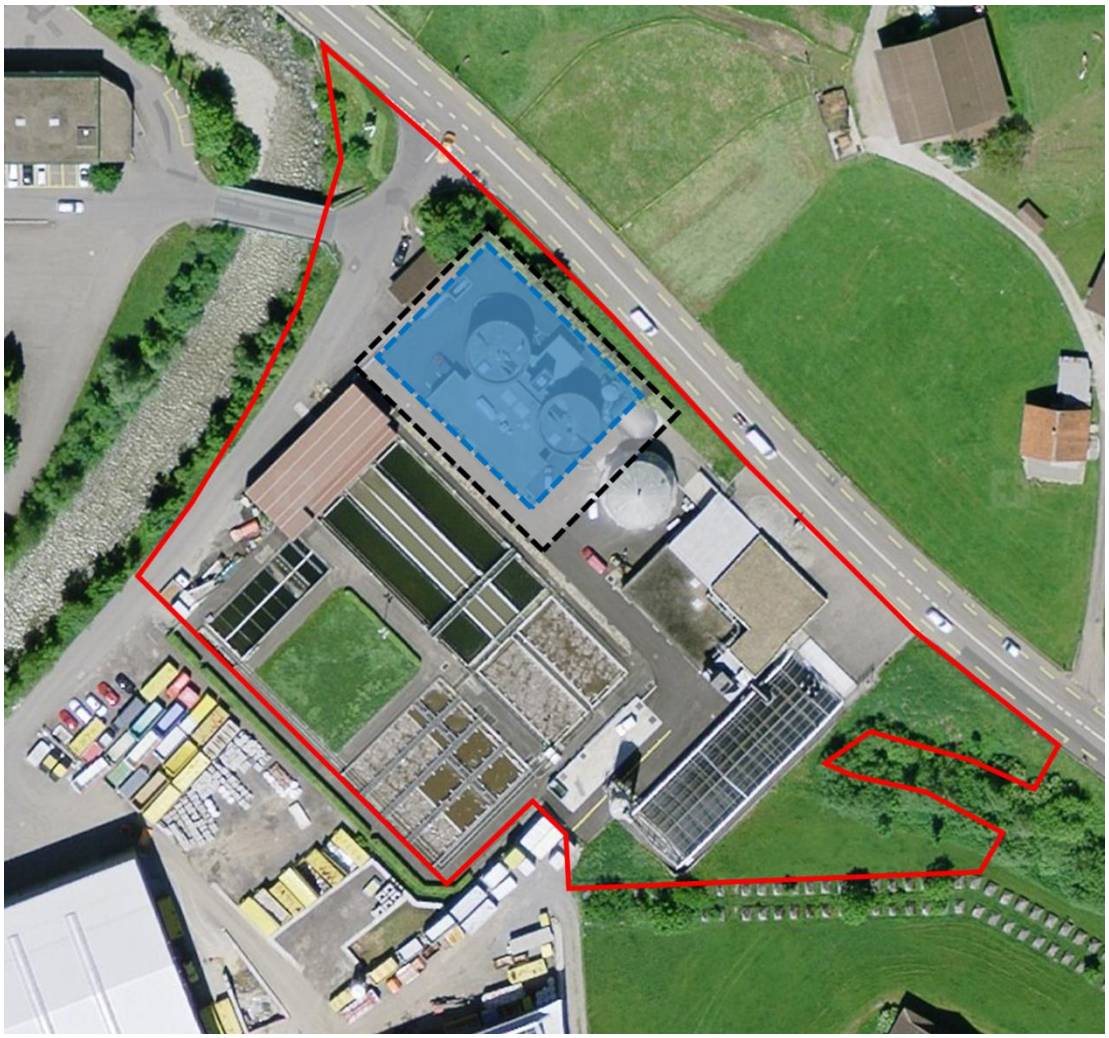


Abbildung 34: Rückbau ARA Einsiedeln. Rot = Parzelle ARA: Zone öffentliche Bauten, blau = Regenbecken (unterirdisch) inkl. Entlastungsbauwerk falls nötig (VGEP Abklärung), schwarz = Flächenbedarf nach Zusammenschluss.

7.2.3 ARA Oberes Sihltal

Für die ARA Oberes Sihltal ergeben sich bis zum Anschluss an die ARA Höfe folgende Massnahmen:

- Bis 2022: Realisierung dringend anstehender Sanierungsmassnahmen, um den Betrieb bis 2030 gewährleisten zu können; keine Kapazitätssteigerung und damit auch kein Neubau zusätzlicher Abwasserstrasse.
- 2030: Abwasserleitung von ARA Oberes Sihltal zur ARA Einsiedeln
- 2030: Rückbau und teilweise Umnutzung der ARA. Rechen und Sandfang bleiben bestehen, da eine Seedruckleitung geplant ist. Umbau bestehender Becken in Regenbecken und Neubau PW.

In den folgenden beiden Abbildungen sind die Investitions- und die Jahreskosten der ARA Oberes Sihltal bis zum Anschluss dargestellt. Die Investitionen werden im jeweiligen Jahr direkt abgeschrieben, daher variieren die Jahreskosten stark.

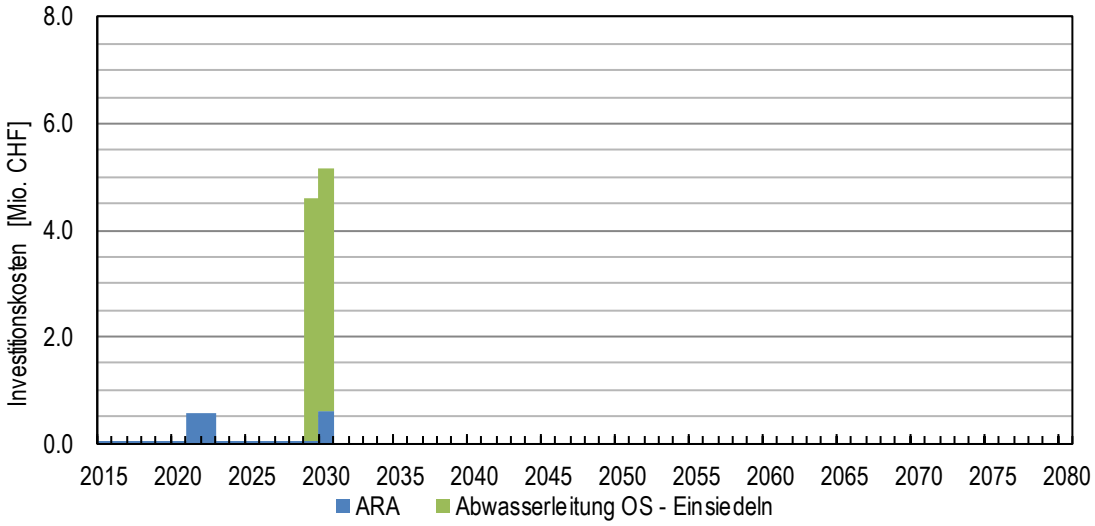


Abbildung 35: Investitionskosten der ARA Oberes Sihltal bis zum Zusammenschluss 2030.

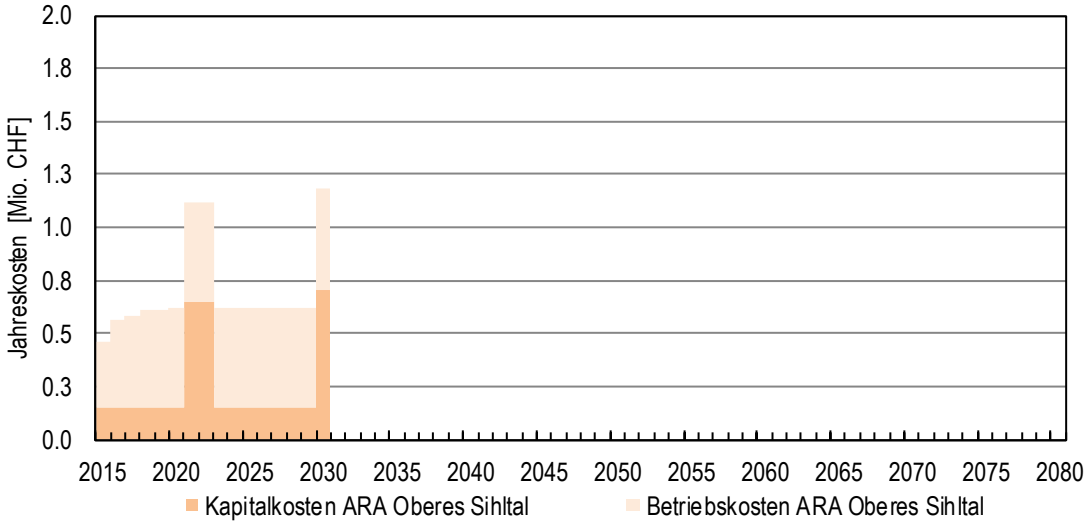


Abbildung 36: Jahreskosten der ARA Oberes Sihltal bis zum Zusammenschluss 2030.

Abbildung 37: Rückbau ARA Oberes Sihltal. Rot = Zone öffentliche Bauten; orange = Mechanische Vorreinigung: Rechen & Sandfang; blau = Regenbecken inkl. Entlastungsbauwerk und PW.

7.3 MASSNAHMEN ZUSAMMENSCHLUSS

7.3.1 Membranbelebungsreaktor-Verfahren (MBR-Verfahren)

Auf der ARA Höfe können die vorhandenen Becken der bestehenden biologischen Reinigungsstufe mit verhältnismässig geringen Kosten zu Membranbelebungsreaktoren MBR umgerüstet werden. Dadurch kann mit vergleichbar tiefen Investitionskosten die Kapazität soweit vergrössert werden, dass das gesamte Abwasser der ARAs Höfe, Einsiedeln und Oberes Sihltal behandelt werden kann.

Das MBR-Verfahren basiert auf dem konventionellen Belebtschlammverfahren, wobei die Trennung von Belebtschlamm und gereinigtem Abwasser anstatt mit Hilfe der herkömmlichen Nachklärbecken (Absetzung des Schlamms durch Gravitation) durch Abwasserfiltration mittels Membranen erfolgt.

Der Einsatz des MBR-Verfahrens hat in der kommunalen Abwasserbehandlung in den letzten 10–20 Jahren stark zugenommen. Die zur Anwendung gelangende Niederdruck-Membranfiltration kann nicht nur die Nachklärung, sondern auch die Sandfiltration ersetzen. Die

Membranfiltration stellt eine physikalische Barriere dar, um die Schwebstoffe von dem gereinigten Abwasser abzuscheiden. Dank der Membran-Porengrösse von etwa 0.02 µm werden gleichzeitig auch Bakterien und Keime zurückgehalten. Eine gleichbleibend hohe Wasserqualität ist gewährleistet.

Beim MBR-Verfahren können die Belebtschlammbecken mit einem Trockensubstanz-(TS)-Gehalt von bis zu 9 g/l betrieben werden. Dies ist 3–4 mal höher als beim konventionellen Verfahren. Dadurch kann dieselbe Reinigungsleistung mit wesentlich kleinerem Beckenvolumen erzielt werden. Darüber hinaus macht eine Membranfiltration die flächenintensiven Nachklärbecken überflüssig. Das MBR-Verfahren ist eines der kompaktesten Verfahren zur biologischen Reinigung kommunaler Abwässer.

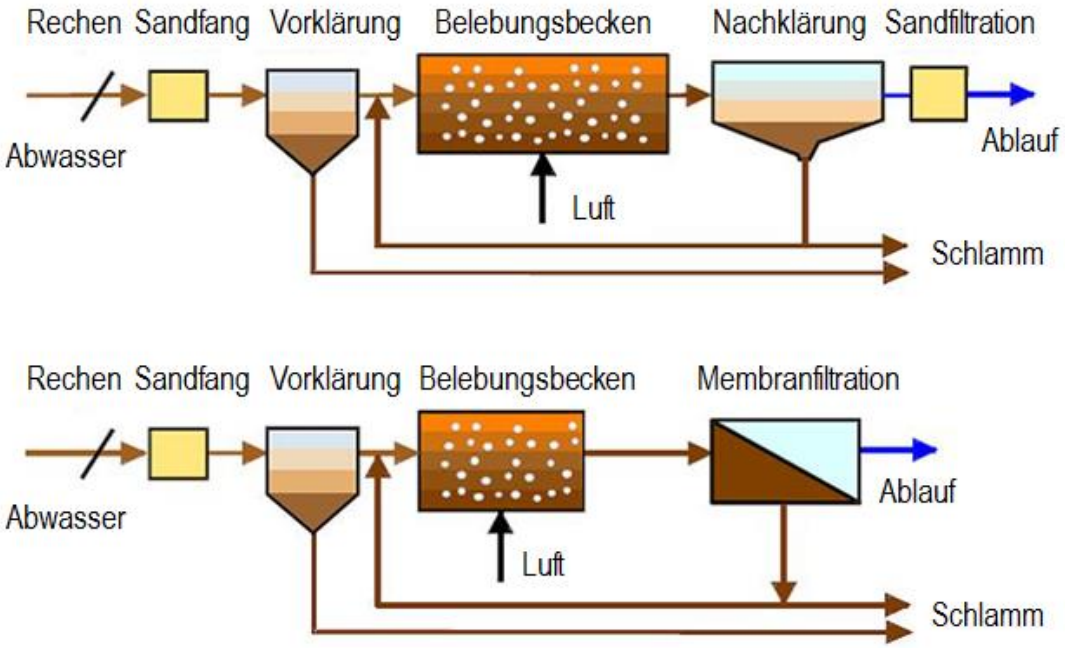


Abbildung 38: Vergleich der Fliessschemata des konventionellen Belebtschlammverfahrens (oben) und des MBR-Verfahrens (unten).

Weitere Vorteile des MBR-Verfahrens:

- Kann in bereits bestehenden Becken realisiert werden, wenn diese genügend tief sind
- Erfüllung strengster Einleitungsbedingungen
- Kompaktes Design: bis 50 % weniger Flächenbedarf als beim konventionellen Belebtschlammverfahren
- Wenig Reinigungsstufen
- Kein Nachklärbecken und trotzdem praktisch keine Schwebstoffe im gereinigten Abwasser
- Hoher TS-Gehalt erlaubt Betrieb mit hohem Schlammalter, was die Bildung spezialisierter Bakterienstämme ermöglicht. Dadurch ergeben sich vollständige Nitrifikation und erhöhter Abbau schwerer abbaubarer organischer Substanzen.
- Zukunftsorientiert für steigende Anforderungen an die Reinigungsleistung
    - Antibiotikaresistente Keime
    - Mikroplastik

Nachteile des MBR

- Erfordert periodische chemische Reinigung der Membranen (monatlich bis halbjährlich)
- Eingeschränkte Toleranz gegenüber abrasiven und faserigen Materialien, wie z. B. Sand und Haare. Deshalb ist eine effektive mechanische Vorreinigung erforderlich.
- Die Ansammlung von Feststoffen und Schlamm zwischen Membranfasern oder -platten kann die Öffnungen der Membranen verstopfen/beschädigen.
- Mit der Zeit zunehmende Verstopfung der Membranporen (Membranfouling)
- Hoher Energieverbrauch zur Überwindung des Membranwiderstands beim Permeatabzug mittel Pumpen und die Reinigung der Membranen mittels Pressluft
- Hohe Anforderungen an die Belüftung im Belebungsbecken (hoher TS-Gehalt)

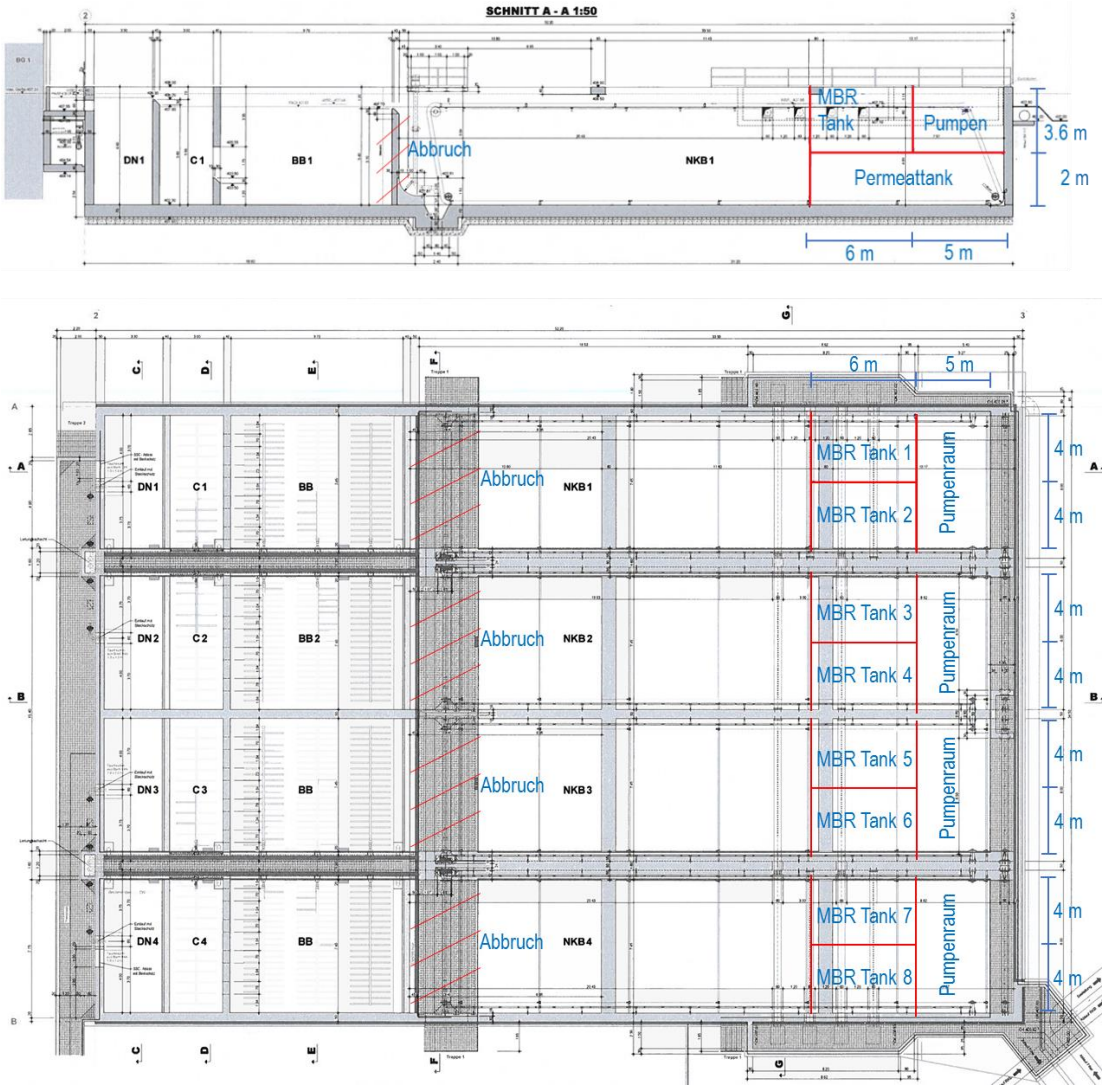


Abbildung 39: ARA Höfe: Umrüstung der vorhandenen Belebungs- und Nachklärbecken in das MBR-Verfahren ist verhältnismässig einfach möglich. Oben: Längsschnitt, unten: Grundriss.

7.3.2 ARA Höfe

Auf der ARA Höfe ergeben sich beim Zusammenschluss folgende Massnahmen (Ab 2030 inkl. Einzugsgebiet der ARAs Einsiedeln und Oberes Sihltal):

- Bis 2030: Analog zu Alleingang, d. h. Verbesserung der Erschliessung durch Bau Unterführung Bahnlinie, grundlegende Erneuerung der Schlammbehandlung und weitere Massnahmen gemäss Investitionsplan
- 2030: Kapazitätssteigerung durch Umrüsten der biologischen Reinigungsstufe auf MBR-Verfahren, Bau neue MV-Stufe (Abbildung 40)
- 2038: Sanierung EMT der ARA, welche nicht bereits im Zuge der Umrüstung auf MBR-Verfahren erfolgte
- 2045: Grundlegende Erneuerung und Ausbau der ARA (neues Verfahren möglich), Sanierung EMT von MV-Stufe und Schlammbehandlung
- 2060: Sanierung EMT der ARA und grundlegende Erneuerung MV-Stufe
- 2070: Grundlegende Erneuerung Schlammbehandlung
- 2075: Grundlegende Erneuerung und Ausbau der ARA und EMT der MV-Stufe

Abbildung 40: ARA Höfe. Grün: MBR-Verfahren; Rot: Platzreserve für die MV-Stufe. Braun: Neubau Schlammbehandlung.

In den folgenden Abbildungen sind die Investitions- und die Betriebskosten sowie die Jahreskosten der ARA Höfe beim Zusammenschluss dargestellt.

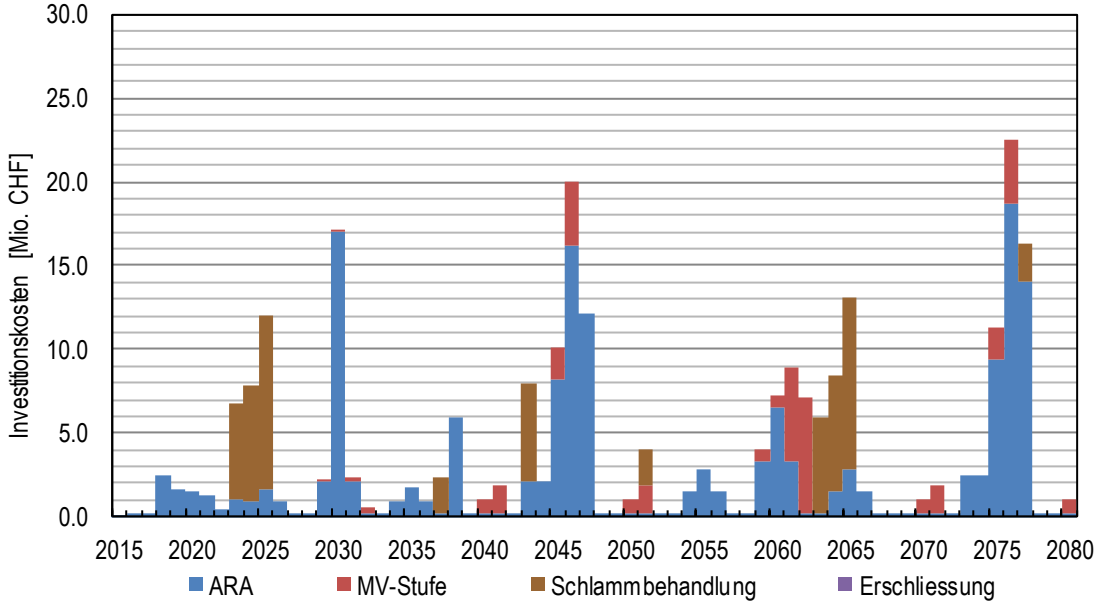


Abbildung 41: Investitionskosten der ARA Höfe bei der Variante Zusammenschluss 2030.

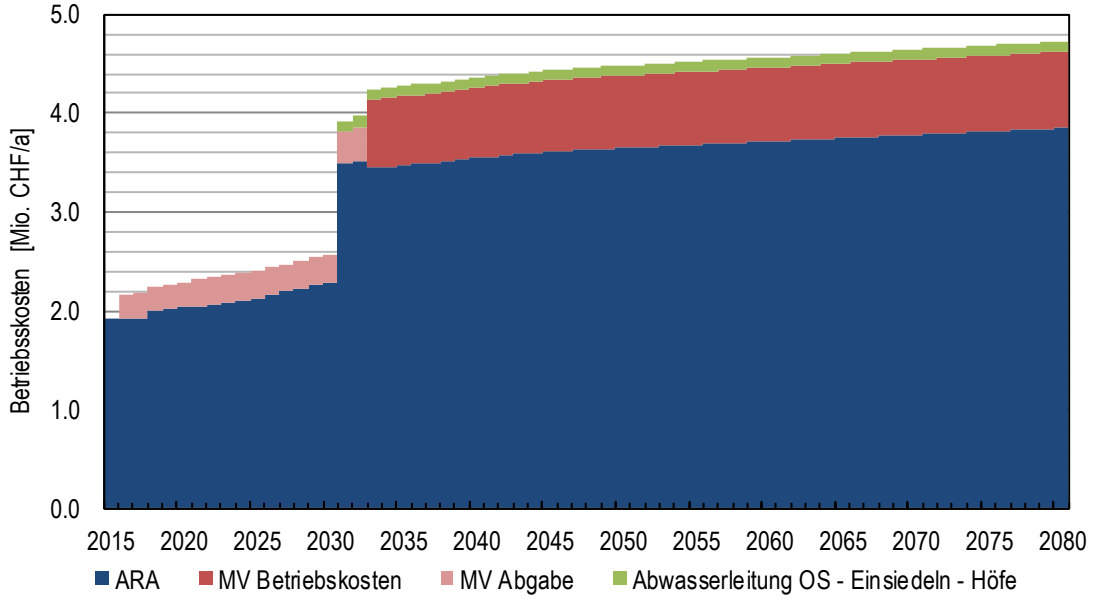


Abbildung 42: Betriebskosten der ARA Höfe bei der Variante Zusammenschluss 2030.

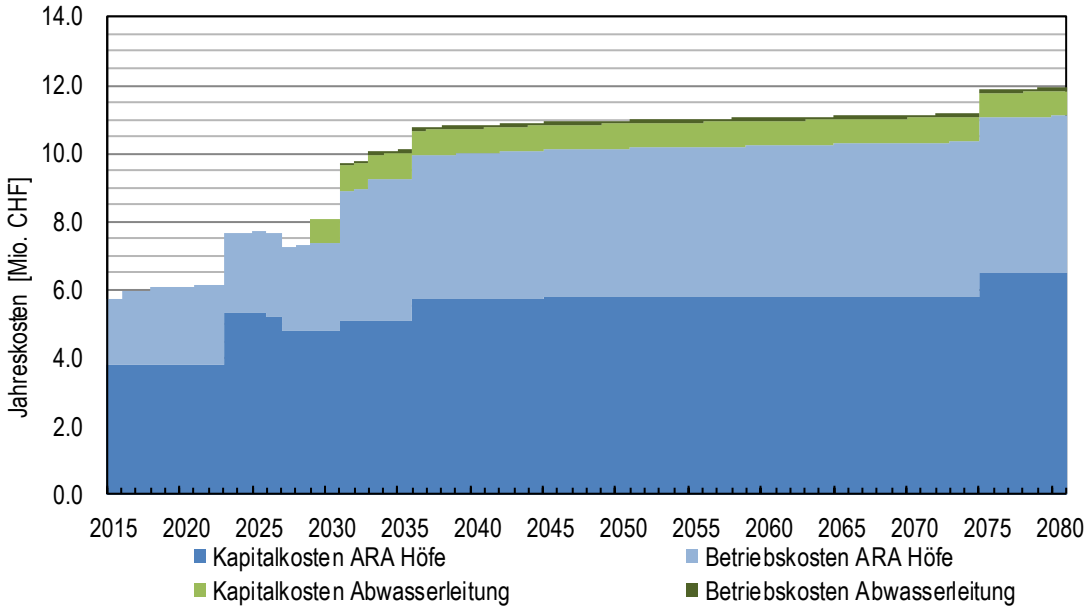


Abbildung 43: Jahreskosten der ARA Höfe bei der Variante Zusammenschluss 2030.

7.3.3 Gesamtüberblick

In diesem Abschnitt wird eine gesamthafte Betrachtung der Massnahmen beim Zusammenschluss der drei ARAs dargestellt. Die Jahreskosten bilden die Grundlage für den Vergleich der Gesamtwirtschaftlichkeit der Varianten Zusammenschluss und Alleingang.

Beim Zusammenschluss ergeben sich folgende Massnahmen:

- Bis 2030: ARAs Einsieden und Oberes Sihltal: reduzierte Sanierungsmassnahmen; ARA Höfe: Bau neue Erschliessung, grundlegende Erneuerung Schlammbehandlung und weitere Investitionen gemäss Investitionsplan
- 2030: Abwasserleitung ARA Oberes Sihltal – ARA Einsiedeln – ARA Höfe
- 2030: Rückbau und teilweise Umnutzung der ARAs Einsiedeln und Oberes Sihltal (Notwendigkeit Regenbecken, PW, Rechen und Sandfang müssen im Rahmen des VGEP abgeklärt werden)
- 2030: ARA Höfe: Kapazitätssteigerung durch Umrüsten auf MBR-Verfahren; Bau neue MV-Stufe
- 2038: Sanierung EMT der ARA, welche nicht bereits bei der Umrüstung auf MBR-Verfahren erfolgte
- 2045: Grundlegende Erneuerung und Ausbau der ARA Höfe inkl. Sanierung EMT der MV-Stufe und Schlammbehandlung
- 2060: Sanierung EMT der ARA und grundlegende Erneuerung MV-Stufe
- 2070: Grundlegende Erneuerung Schlammbehandlung
- 2075: Grundlegende Erneuerung und Ausbau der ARA inkl. Sanierung EMT der MV-Stufe

In den folgenden Abbildungen sind die Investitions- und die Betriebskosten sowie die Jahreskosten aller ARAs beim Zusammenschluss dargestellt.

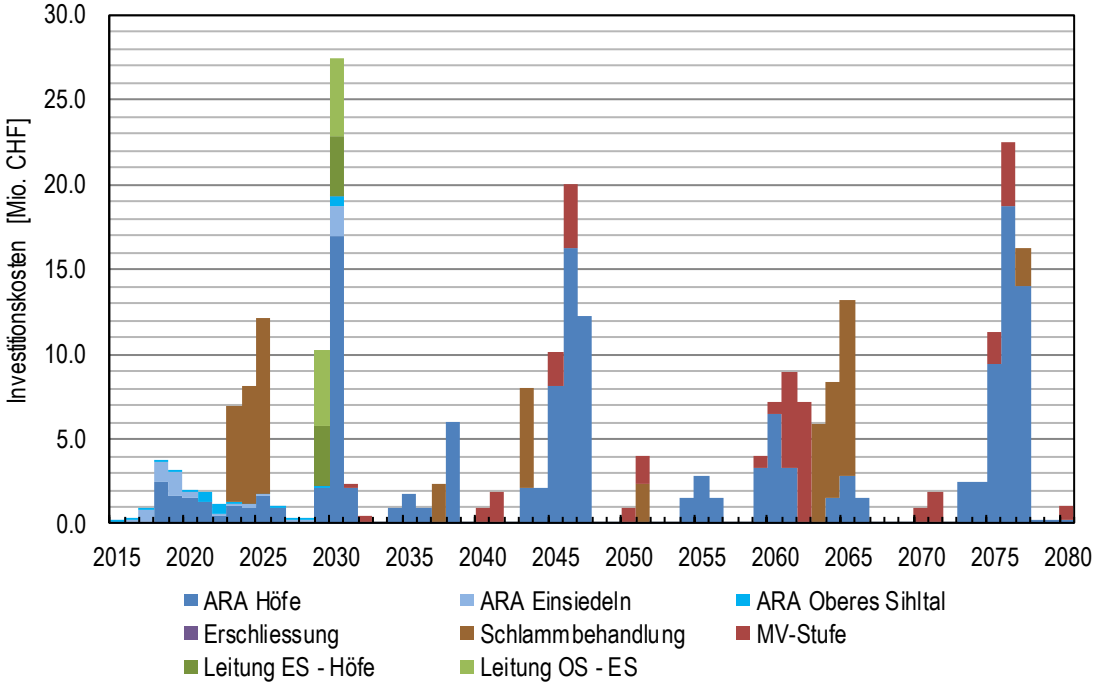


Abbildung 44: Gesamtüberblick der Investitionskosten der drei ARAs Höfe, Einsiedeln und Oberes Sihltal bei der Variante Zusammenschluss 2030.

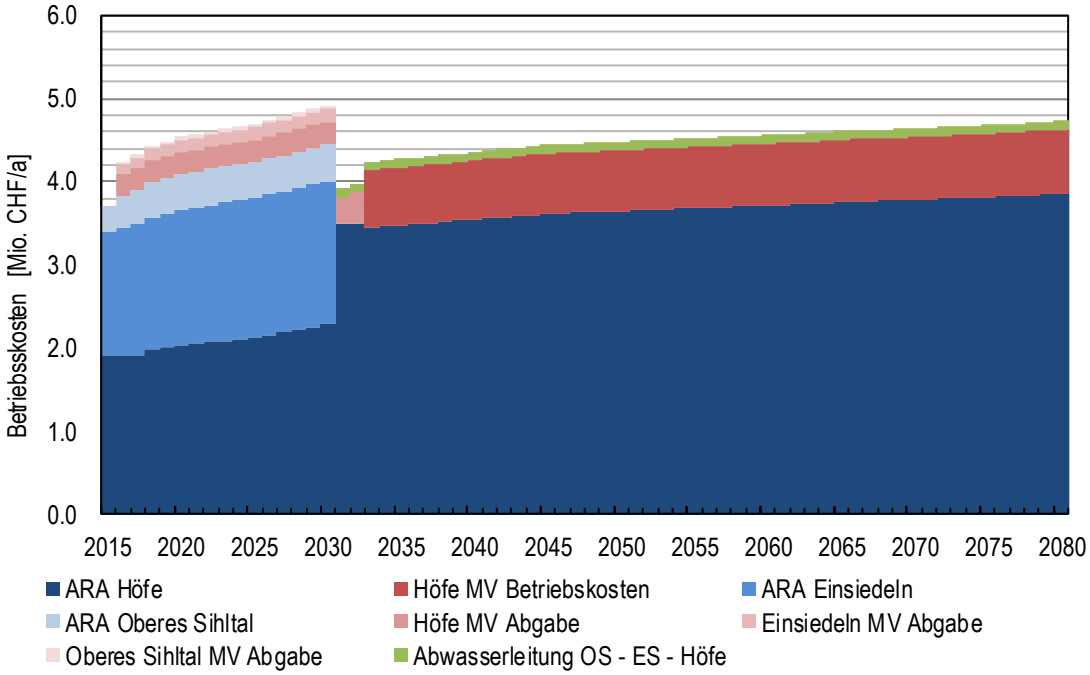


Abbildung 45: Gesamtüberblick der Betriebskosten der drei ARAs Höfe, Einsiedeln und Oberes Sihltal bei der Variante Zusammenschluss 2030.

Ab 2030 ist eine Reduktion der Jahreskosten zu erkennen. Die Betriebskosten der MV-Stufe hängen vom gewählten Verfahren ab. Bei der Ozonung ist es möglich, dass die spezifischen Betriebskosten einer Anlage dieser Grössenordnung geringer als die Abwasserabgabe von 9.00 CHF/a·E ausfallen wird.

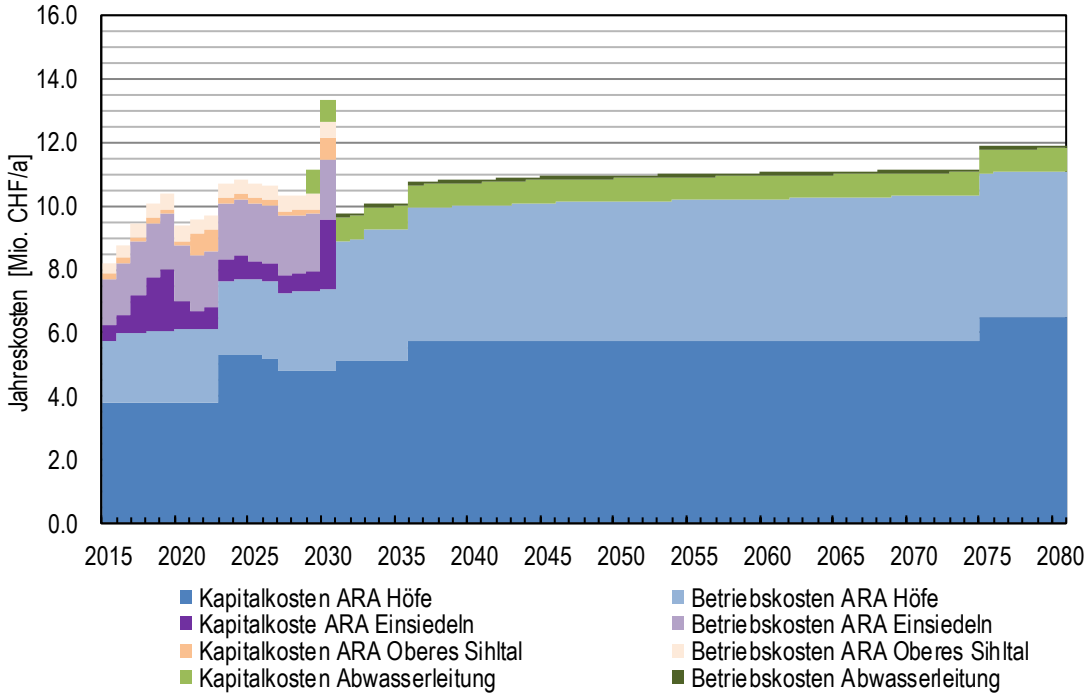


Abbildung 46: Gesamtüberblick der Jahreskosten der drei ARAs Höfe, Einsiedeln und Oberes Sihltal bei der Variante Zusammenschluss 2030.

7.4 AUSBAU ARA HÖFE 2045: MACHBARKEIT UND VERFEINERTE KOSTENSCHÄTZUNG

Die Sensitivitätsanalyse der Investitionsvergleichsrechnung in Kapitel 11 hat ergeben, dass die Investitionskosten für den Ausbau der ARA Höfe im Jahr 2045 ein sensitiver Parameter sind. Das heisst, die Gesamtwirtschaftlichkeit und damit die Höhe der Einsparung durch den Zusammenschluss hängen massgeblich davon ab.

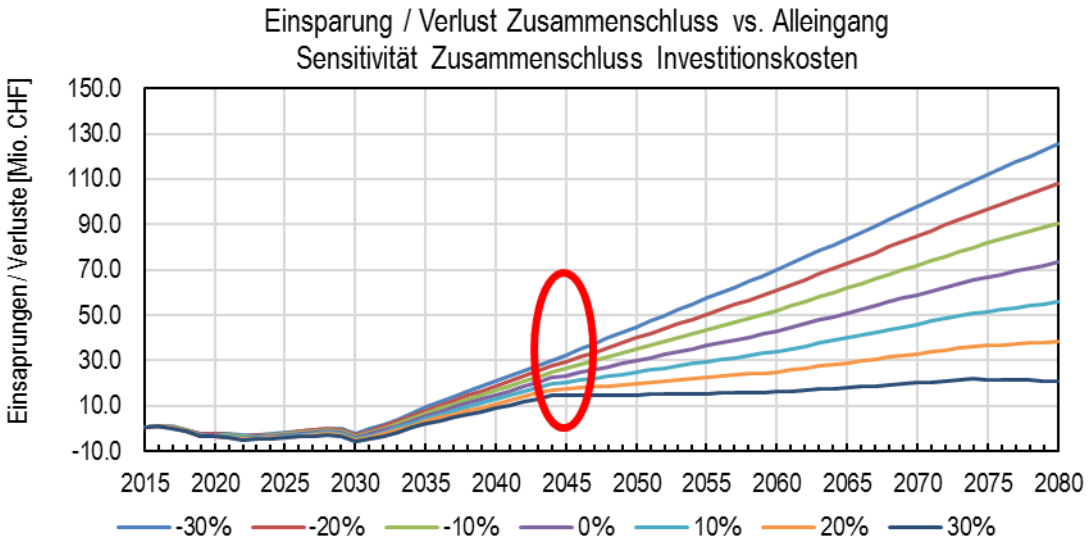


Abbildung 47: Sensitivitätsanalyse der ursprünglichen Investitionskostenschätzung (55 Mio. CHF ± 30 %) des Ausbaus ARA Höfe 2045 bei Zusammenschluss. Abgebildet sind die aufsummierten Jahreskostendifferenzen der Varianten Zusammenschluss und Alleingang.

Weil eine Erweiterung der Zone für öffentliche Bauten aufgrund des angrenzenden Naturschutzgebietes nicht möglich ist, wurde die Frage gestellt, ob der Ausbau der ARA Höfe auf eine Kapazität von 100'000 EW auf dem bestehenden Areal und unter laufendem Betrieb überhaupt machbar ist. Die Verifizierung der Kosten und die Machbarkeit des Ausbaus, wurde im Rahmen des Projektzusatzes "Machbarkeit Ausbau ARA Höfe 2045" untersucht.

7.4.1 Ausgangslage

Auf der ARA Höfe wurde im Jahr 2013 mit der Realisierung des Hybridverfahrens die biol. Reinigungsstufe erneuert und eine neue Abwasserfiltration gebaut. Die Dimensionierung der biol. Reinigungsstufe beträgt 45'000 EW. Die entsprechende Belastung wird ca. im Jahr 2030 erreicht. Die Bausubstanz der Belebungsbecken hat jedoch eine Lebensdauer von rund 30 Jahren, somit sind die Investitionen des Ausbaus von 2013 im Jahr 2030 noch nicht abgeschrieben. Das heisst, dass die bestehenden Becken mindestens bis 2045 weiterverwendet werden sollen.

Beim Zusammenschluss 2030 ist damit ein Verfahren zur Verdoppelung der Reinigungskapazität in den bestehenden Becken nötig. Das MBR-Verfahren erfüllt diese Anforderung bestens, weil es mit geringem baulichem Aufwand in den bestehenden Becken realisiert werden kann. Dazu wird die Trennwand zwischen den Belebungs- und den Nachklärbecken rückgebaut. Im hinteren Teil des nun durchgehenden Beckens werden die Membranen in einem Membran Tank, die Permeatpumpen und die Permeatbecken eingebaut (Abbildung 39). Die neu gebaute EMT (Pumpen, Belüftung etc.) wird für mindestens 15 Jahre, d. h. bis ins Jahr 2045 verwendet. Dies entspricht der vom VSA prognostizierten Lebensdauer der EMT. Bei den Membranen darf von einer Standzeit von 10 Jahren oder länger ausgegangen werden. Dann sind sie zu ersetzen.

Jedes Filtrationsbecken verfügt über eigene Permeatpumpen. Die Pumpen sind in einem Installationsraum hinter den Membrantanks aufgestellt. Das Permeatbecken ist unterhalb der Membrantanks angeordnet. In jedem Membrantank haben bis zu 4 Membrankassetten Platz. 2030 werden für den maximalen Durchfluss 3 Kassetten pro Membrantank benötigt. Das heisst, bei Zunahme der hydraulischen Belastung aus dem Einzugsgebiet kann die Kapazität der Membranfiltration später erhöht werden.

Durch diesen Umbau kann die Kapazität beim Zusammenschluss 2030 auf 90'300 EW erhöht werden. Damit können die bestehenden Becken und die neu installierte elektromechanische Ausrüstung bis 2045 ganz abgeschrieben werden.

Für das Jahr 2045 ergibt sich die Situation, dass die bestehende biologische Reinigungsstufe ihre Nutzungsdauer (Bau 30 a, EMT 15 a) erreicht hat. Sie muss 2045 für weitere 30 Jahre, d. h. bis 2075 ertüchtigt werden. Dies ergibt eine Dimensionierung von knapp 100'000 EW und eine dimensionierte Wassermenge Q_{dim} von 700 l/s. Der Ausbau muss auf dem bestehenden Areal der ARA Höfe und unter laufendem Betrieb realisiert werden.

7.4.2 Verfahrenswahl

Zur Erfüllung der Anforderung einer Kapazitätssteigerung auf 100'000 EW ohne Arealerweiterung und unter laufendem Betrieb, mit möglichst geringer Einschränkung der Reinigungsleistung, ist ein kompaktes Verfahren nötig. In Frage kommen dabei die zwei Verfahren:

1. MBR-Verfahren
2. Abwasserbiofiltration (Festbettverfahren)

Diese zwei Verfahren sind platzsparend, weil auf eine konventionelle Nachklärung verzichtet werden kann. Im Falle der Abwasserbiofiltration wird der Schlamm vom Schlammwasser per Lamellenklärer getrennt, beim MBR per Membranfiltration. Der Volumenbedarf für Nitrifikation und Denitrifikation ist geringer als beim konventionellen Belebtschlamm-Verfahren. Bei der Abwasserbiofiltration wird der Reaktor zudem in die Höhe gebaut, um den Flächenbedarf zu minimieren. Das MBR-Verfahren kann ferner mit deutlich höherem TS-Gehalt (6–9 g/l) als das konventionelle Verfahren betrieben werden.

Beide Verfahren erfüllen somit die gestellten Anforderungen.

7.4.3 Abwasserbiofiltration

Die Abwasserbiofiltration ist ein Festbettverfahren, d. h. das Abwasser wird über Filterzellen geleitet, die mit speziellen Trägermaterialien gefüllt sind. Auf diesen Trägern bildet sich ein aktiver Biofilm, der die Schmutzstoffe im Abwasser entfernt. Es gibt sowohl Denitrifikationszellen (Denitrifikation: Umwandlung des Nitrat-Stickstoffs in Luftstickstoff) und Nitrifikationszellen (Nitrifikation: Umwandlung des fischgiftigen Ammonium-Stickstoffs in weniger bedenklichen Nitrat-Stickstoff). Für den Ausbau der ARA Höfe werden je 10 Zellen benötigt. In Abbildung 48 ist ein mögliches Groblayout zu sehen.

Abbildung 48: Groblayout des Abwasserbiofilter für 100'000 EW. Es werden je 10 Zellen für die Denitrifikation und die Nitrifikation benötigt. Blau eingezeichnet ist das Betriebsgebäude der biologischen Reinigungsstufe.

Die Filterzellen können entweder überdacht (Bsp. ARA Wasserschloss, Windisch) oder offen als sichtbare Wasserbecken (ARA Schwyz) gebaut werden. Das Betriebsgebäude umfasst die gesamten peripheren Installationen: Lamellenklärer, Spülwasserbecken, Spülwasserpumpen, Rezirkulationspumpen, Frischschlammstapel, Gebläsestation, Betriebsräume, Niederspannungsversorgung NSV, Trafo etc.

Die Abwasserbiofiltration benötigt ca. 365 m^2 mehr Fläche bzw. einen zusätzlichen 7 m breiten Streifen neben dem bestehenden Beckenblock.

Die Investitionskosten eines Neubaus der Abwasserbiofiltration für 100'000 EW auf nicht bebautem Land, d. h. ohne Notwendigkeit zur Etappierung und aufwendige Provisorien, betragen rund 28 Mio. CHF.

Die Abwasserbiofiltration könnte unter grossem Aufwand in die bestehenden Becken gebaut werden. Zur Realisierung unter laufendem Betrieb der ARA müssten zwei bestehende Abwasserstrassen ausser Betrieb genommen und darin die erste Reihe der Filterzellen gebaut werden. Für den Betrieb dieser ersten Reihe Filterzellen müssen aber die wichtigen peripheren Installationen ebenfalls realisiert sein. Unter den gegebenen engen Platzverhältnissen würde sich das als grosse Herausforderung darstellen. Zusätzlich würde eine Etappierung deutliche Mehrkosten und erhebliche Einbussen der Reinigungsleistung während langer Zeit zur Folge haben.

Aus diesen Gründen wird vom Neubau eines Abwasserbiofilter abgeraten und diese Variante verworfen.

7.4.4 MBR-Verfahren

Da die Becken der ARA Höfe bereits 2030 auf das MBR-Verfahren umgebaut werden, kann die vorhandene Infrastruktur weiterverwendet werden. Notwendig wird eine umfassende betontechnische Untersuchung, um den Zustand der Becken zu erfassen. Daraus werden dann die notwendigen Sanierungsmassnahmen abgeleitet.

Die EMT muss überprüft und dementsprechend revidiert oder ersetzt werden.

Die vorhandenen Reserven, die das MBR-Verfahren bereits beim Bau 2030 aufweist, reichen mit grosser Wahrscheinlichkeit auch für eine Kapazität von 100'000 EW aus. Massgeblich wird dabei die Zunahme der hydraulischen Belastung sein. Das dannzumal bestehende MBR-Verfahren in den zurzeit bereits bestehenden Becken mit je 4 Kassetten pro Membrantank hat eine hydraulische Kapazität von maximal 800 l/s. Der TS-Gehalt kann von 6 g/l (Dimensionierung 2030) auf bis maximal 9 g/l angehoben werden. Dabei reduziert sich jedoch die Effizienz der Belüftung und der Energiebedarf wird grösser.

Falls die hydraulische Belastung die Kapazität der bestehenden vier MBR-Strassen übersteigt, besteht die Möglichkeit, eine zusätzliche Abwasserstrasse zu erstellen. Damit kann die Reinigungskapazität auf 112'500 EW (TS-Gehalt 6 g/l) und die zulässige hydraulische Belastung auf 1'000 l/s gesteigert werden.

Zusammenfassung der Vorteile des MBR-Verfahrens:

- Die bestehende Beckenstrukturen können nach vollständiger Sanierung weiterverwendet werden.
- Im Jahr 2045 hat das Betriebspersonal 15 Jahre Erfahrungen mit dem MBR-Verfahren gesammelt (Betrieb, Optimierungen), eine erneute Änderung des Verfahrens könnte unerwünscht sein.
- Falls das Frachtwachstum von 2020–2045 höher oder tiefer ausfällt als prognostiziert, kann mit dem MBR-Verfahren flexibel darauf reagiert werden. Die Mittel dazu sind die Anpassung des TS-Gehalts, der Einbau zusätzlicher Membran-Kassetten und der Bau einer zusätzlichen Abwasserstrasse.
- Der Umbau der biol. Reinigungsstufe kann strassenweise erfolgen. Der Bauablauf ist einfach und die Reduktion der Reinigungsleistung während der Bauzeit vertretbar.

- Die Investitionskosten beim MBR-Verfahren sind tiefer als bei der Abwasserbiofiltration, da bei letzterer der Bau unter laufendem Betrieb zu unverhältnismässigem Mehraufwand führt.

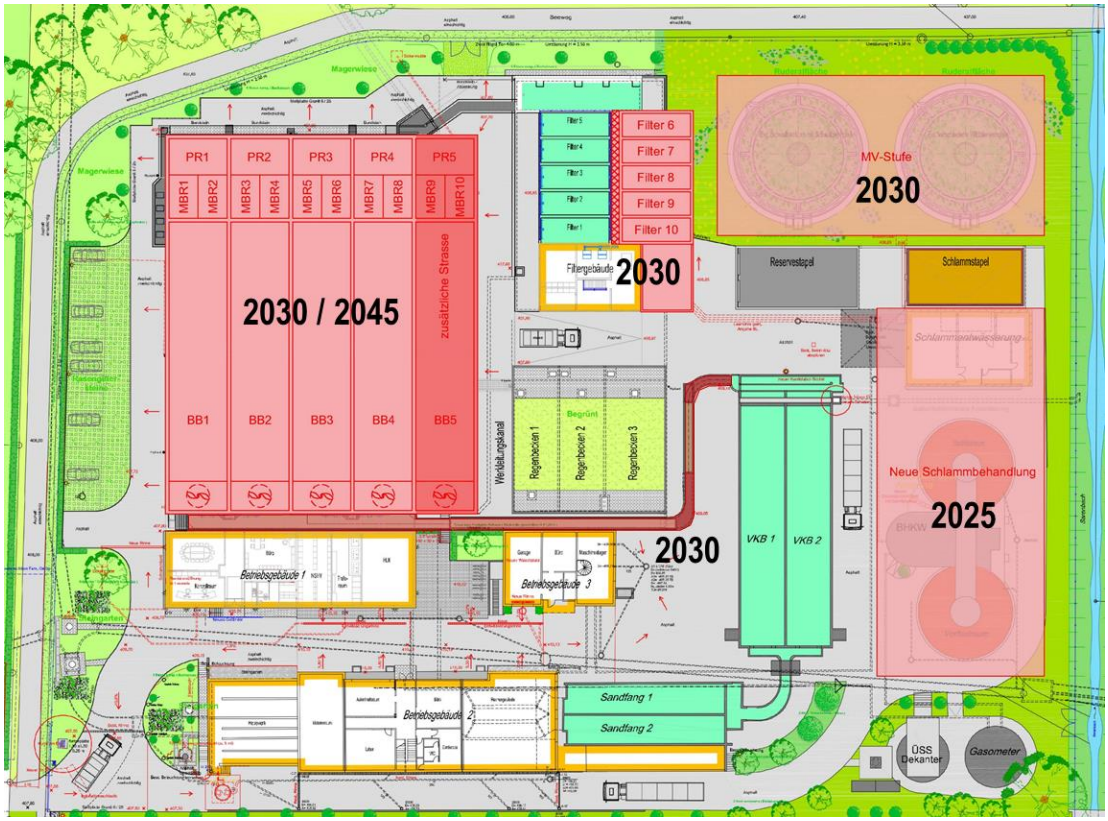


Abbildung 49: Layout der ARA Höfe mit den wichtigsten Bauphasen und den jeweiligen Umsetzungszeitpunkten. Neubau Schlammbehandlung 2025, Umbau Biologie zu MBR-Verfahren + MV-Stufe + Leistungssteigerung Abwasserfiltration + Kanal Vorklärbecken bei der Variante Zusammenschluss 2030, Ausbau biologische Reinigungsstufe 2045. Die fünfte Strasse des MBR-Verfahrens ist abhängig vom Wachstum im Einzugsgebiet.

7.4.5 MBR-Verfahren: Kostenschätzung

Für den Ausbau der ARA Höfe 2045 wurde die Kostenschätzung verfeinert. Sie kann nun mit einer Genauigkeit von ± 25 % angegeben werden. Die Kosten inklusive Neubau der fünften Abwasserstrasse betragen:

Tabelle 4: Investitionskosten Ausbau 2045 der ARA Höfe (MBR-Verfahren).

Reinigungsstufe	Investitionskosten CHF
mech. Reinigung	3'757'000
Vorklärbecken	2'181'000
MBR	27'981'000
Umgebung	5'520'000
Total	**39'500'000**

Die Investitionskosten für den Ausbau der ARA Höfe im Jahr 2045 betragen knapp 40 Mio. CHF ± 25 % bzw. 10 Mio. CHF. Das heisst, dass die ursprüngliche Kostenschätzung (55 Mio. CHF) entsprechend zu korrigieren ist.

7.4.6 MBR-Verfahren: Betriebsmittelverbrauch

Die Betriebskosten der ARA Höfe werden nach dem Zusammenschluss und dem Umbau auf das MBR-Verfahren aufgrund des höheren Energieverbrauchs ansteigen. Da jedoch mit dem Wirbelbett bereits heute ein optimiertes Verfahren mit relativ hohem Stromverbrauch vorhanden ist, beträgt die Zunahme des Energieverbrauch nur rund 14 %. Die Stromkosten machen maximal 20 % der gesamten Betriebskosten aus, wodurch die gesamten spez. Betriebskosten durch den erhöhten Energieverbrauch mutmasslich um weniger als 5 % ansteigen werden.

Neben dem leicht erhöhten Energieverbrauch ist ein Anstieg des Chemikalienverbrauchs (Membranreinigung) zu erwarten. Erfahrungen aus Deutschland zeigen spez. Kosten von rund 0.01 CHF/m^3 Abwasser. Für die ARA Höfe ergeben sich damit Kosten von gesamthaft rund 100'000 CHF/a.

Die gemäss VSA-Berechnungsformel abgeschätzten Betriebskosten betragen 2045 mutmasslich 3.7 Mio. CHF/a. Sie werden durch den Bau des MBR-Verfahrens nicht signifikant erhöht und müssen deshalb nicht geändert werden.

7.4.7 Überprüfung der Hydraulik

Die mechanische Reinigung der bestehenden ARA wurde auf eine hydraulische Belastung von 1'150 l/s ausgelegt. Dem Zusammenschluss wurde demgegenüber ein Q_{dim} von 700 l/s zugrunde gelegt. Die Überprüfung ergibt, dass Sandfang und Vorklärung hydraulisch ausreichend dimensioniert sind. Einen Vorbehalt gibt es bei der Rechenanlage. Deren hydraulische Kapazität beträgt infolge zwischenzeitlichen Einbaus eines Abwasserrechens mit deutlich

verringertem Stababstand beträchtlich weniger als 1'150 l/s. Die effektive Kapazität der bestehenden Anlage ist deshalb noch detailliert zu prüfen.

Die Kapazität der bestehenden Abwasserfiltration wird beim Zusammenschluss im Jahr 2030 verdoppelt. Sie ist damit bis zum Planungshorizont hydraulisch ausreichend dimensioniert.

7.4.8 Fazit

Machbarkeit und Kostenschätzung des Ausbau ARA Höfe auf 100'000 EW:

- Mit dem MBR-Verfahren kann mit der bestehenden Bausubstanz eine Kapazität von 100'000 EW (TS-Gehalt = 7 g/l), beim Bau einer 5. Strasse auf dem bestehenden ARA-Areal eine Kapazität von 112'500 EW (TS-Gehalt = 6 g/l) erreicht werden.
- Der Umbau ist strassenweise möglich. Der Bauablauf führt nur zu geringen betrieblichen Einschränkungen. Die damit einhergehende Reduktion der Reinigungsleistung ist tolerierbar.
- Die Investitionskosten betragen 40 ± 10 Mio. CHF. Sie sind damit tiefer als anfangs angenommen. Damit fällt auch die Investitionsvergleichsrechnung besser aus, als ursprünglich angenommen.
- Die Betriebskosten erfahren keine signifikante Steigerung gegenüber den anfangs Angenommenen und betragen weiterhin mutmasslich 3.7 Mio. CHF.

8 ABWASSERLEITUNGEN

8.1 LINIENFÜHRUNG

Die Verbindungsleitungen werden so geplant, dass, falls nötig, die bestehenden Anlagen auf den ARAs für die mechanische Reinigung, die Zwischenspeicherung des Abwassers und Erstellung der PW (Betriebsgebäude, Erschliessung) weiter genutzt werden können.

Da für die Abwasserableitung Freispiegelleitungen und Druckrohrleitungen infrage kommen, wurden verschiedene Varianten untersucht, um eine optimale Lösung zu finden.

8.1.1 Abwasserleitung L1

Der Abschnitt L1 zwischen den ARAs Oberes Sihltal und Einsiedeln ist teilweise als Seedruckleitung und teilweise als erdverlegte Druckleitung geplant. Dabei wurden als Grundlage für Linienführung und Kostenschätzung auch die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie von TBF + Partner AG, 2014, verwendet.

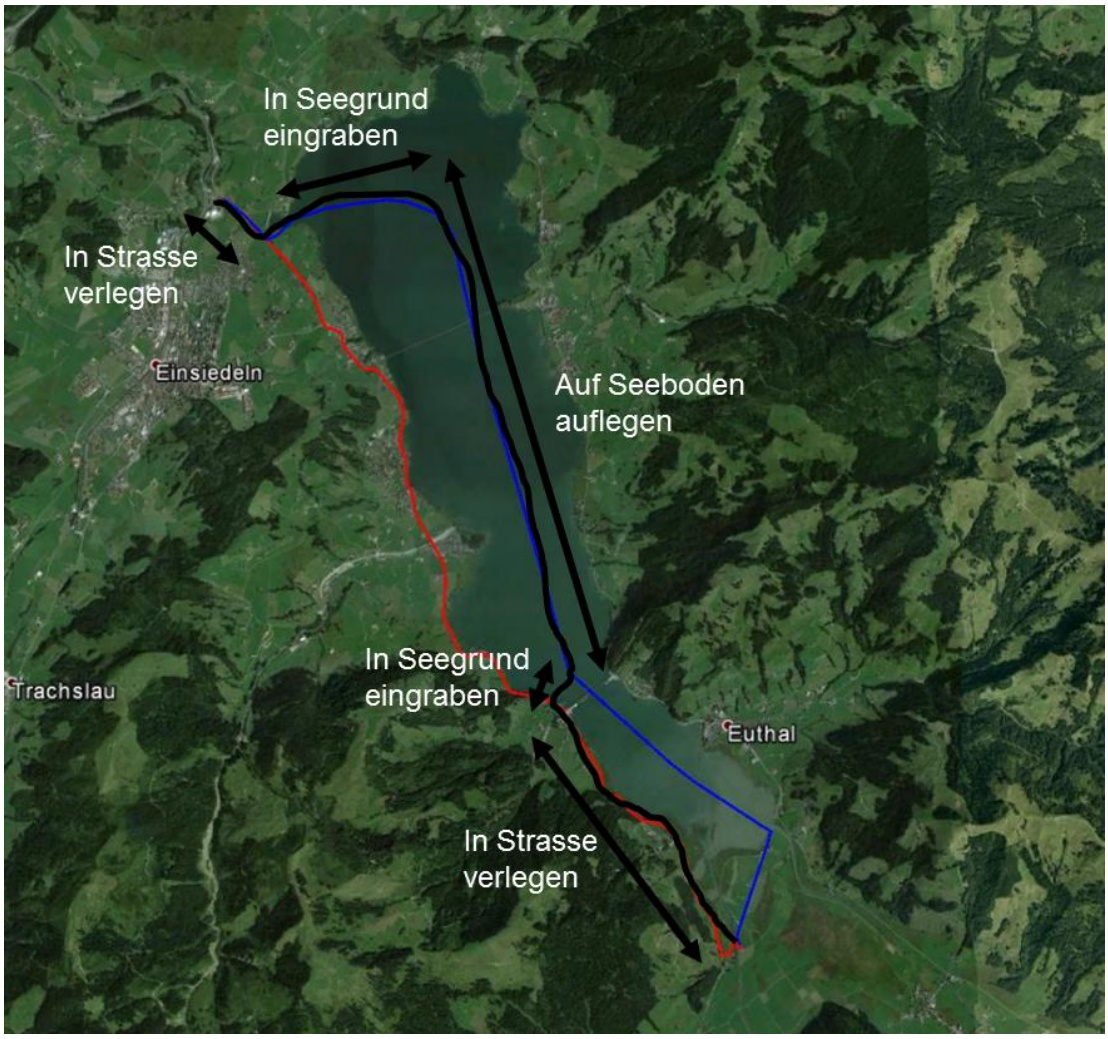


Abbildung 50: Mögliche Linienführungen der Abwasserleitung L1 zwischen der ARA Oberes Sihltal und der ARA Einsiedeln. Linienführung TBF + Partner AG: Variante rot = entlang Strasse, Variante blau = Seedruckleitung, Linienführung HOLINGER AG: Variante schwarz = Kombination Strasse und Seedruckleitung.

Bei der Variante rot verläuft die Linienführung entlang der Strasse. Diese ist entlang des Sees so flach, dass der Bau einer Freispiegelleitung ausgeschlossen ist. Da keine Hausanschlüsse an die Verbindungsleitung notwendig sind, wird der Bau einer 9.8 km langen Druckleitung vorgeschlagen. Die Strasse wurde in den vergangenen Jahren grösstenteils saniert. Der Bau der Abwasserleitung müsste somit ohne Beteiligung Dritter aus eigenen Mitteln selbst finanziert werden. Weil dadurch bei der Finanzierung keine Synergieeffekte bestehen, wird diese Variante ausgeschlossen.

Bei der Variante blau wird das Abwasser mittels Seedruckleitung durch den Sihlsee gepumpt. In Anbetracht des stark schwankenden Wasserspiegels des Stausees wird das Mündungsgebiet von Sihl und Minster immer wieder trocken gelegt. Die Flüsse suchen sich dadurch ständig neue Wege sodass sich das Mündungsgebiet jederzeit ändern kann. In der Folgen kann eine querverlegte Leitung freispült oder sogar beschädigt werden. Aus diesem Grund wird auch diese Variante ausgeschlossen.

Abbildung 51: Mündungsgebiet der Sihl und der Mister bei tiefem Wasserpegel des Sihlsees.

Die Variante schwarz (Abbildung 50) ist eine Kombination der Varianten rot und blau. Der erste Streckenabschnitt verläuft in oder entlang der Strasse bis zum Steinbach-Viadukt. Ab da wir die Leitung im Sihlsee bis auf Höhe der ARA Einsiedeln geführt. Das letzte Teilstück vom See bis zur ARA wird in der Strasse verlegt. Mit dieser Kombination kann das Mündungsdelta umgangen werden, ohne dass die Leitung auf der ganzen Strecke in die Strasse verlegt werden muss. Diese Variante wird weiter verfolgt.

8.1.2 Abwasserleitung L2

Es wurden fünf verschiedene Varianten zur Ableitung der Abwässer von der ARA Einsiedeln zur ARA Höfe geprüft. Die Zusatzvariante, welche die allfällige Mitnutzung eines neu gebauten Druckstollens des Etzelwerks in Betracht gezogen hat, wurde nach Abklärungen mit dem Betreiber (SBB) verworfen, weil diese Variante infolge unterschiedlicher Projektzeithorizonte nicht umsetzbar ist.

Die verbleibenden fünf Varianten können wie folgt zusammengefasst werden:

Erster Abschnitt bei Varianten 1–4 gleich (Linienführung weiss in Abbildung 52)

- Freispiegelleitung bis PW Biberbrugg
- Druckleitung bis Chaltenboden

Ab Chaltenboden wurden 4 verschiedene Varianten betrachtet:

1. Eulen
   Druckleitung bis Chastenegg – Freispiegelleitung via Eulen (Freienbach) – ARA Höfe (Linienführung gelb in Abbildung 52)
2. Pfäffikonerstrasse
   Druckleitung bis Chastenegg – Freispiegelleitung via Pfäffikonerstrasse bis HE Dorfzentrum (Pfäffikon) – ARA Höfe (Linienführung schwarz in Abbildung 52)
3. Wollerau
   Freispiegel via Schindellegi – Wollerau – Feusisberg – ARA Höfe (Linienführung blau in Abbildung 52)
4. Schindellegi
   Freispiegel via Schindellegi – Pfäffikonerstrasse – Eulen (Freienbach) – ARA Höfe; Zusatznutzen für Gemeinde Feusisberg, weil für Ortsteil Schindellegi ein zusätzlicher Ableitungsweg entsteht, welcher zu grösserer Flexibilität und zusätzlichem Handlungsspielraum bei Kanalunterhalt führt (Linienführung grau in Abbildung 52)
5. Etzel
   Überquerung Etzel, durch Überwindung einer Förderhöhe von 120 m (Linienführung schwarz gestrichelt in Abbildung 52)

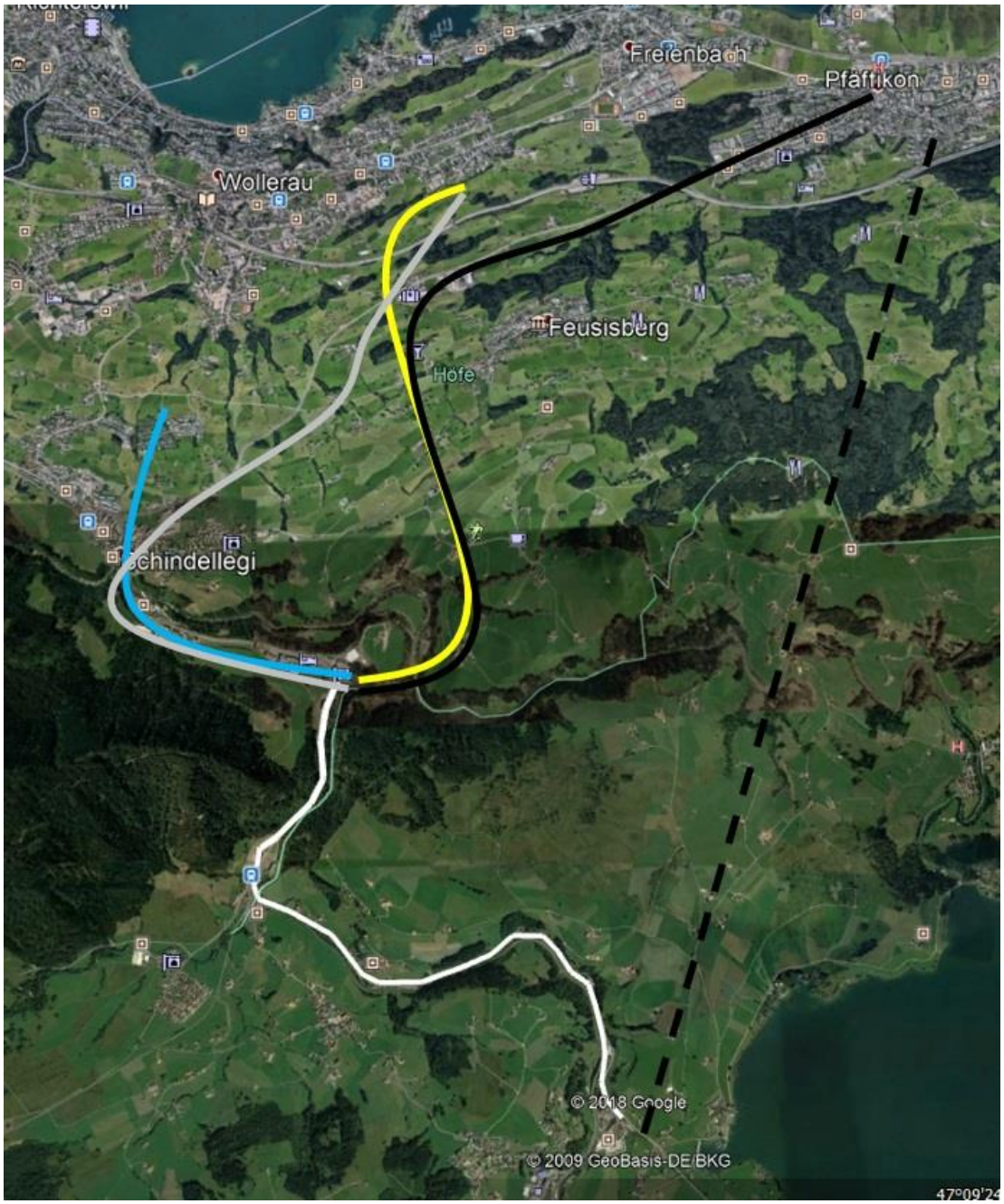


Abbildung 52: Fünf geprüfte Varianten der Linienführung der Abwasserleitung von der ARA Einsiedeln zum Kanalnetz AVH. Gelb = Variante 1 Eulen, schwarz = Variante 2 Pfäffikonerstrasse, blau = Variante 3 Wollerau, grau = Variante 4 Schindellegi, schwarz gestrichelt = Variante 5 Etzel.

Mit Hilfe einer qualitativen Nutzwertanalyse wurde die Variante 4 als Bestvariante erkannt (vgl. Kap. 8.4). Sie wird weiter verfolgt. Die Bewertungskriterien waren Investitionskosten, Jahreskosten, Gewässerschutz, bauliche Risiken, Chancen, Beeinträchtigungen, Flexibilität und Synergien bei Unterhalt und Betrieb.

8.2 LEITUNGEN UND PUMPWERKE

Das PW für die Beschickung der Druckleitung von der ARA Oberes Sihltal zur ARA Einsiedeln wird auf dem Areal der ARA Oberes Sihltal gebaut. Dadurch können auch bestehende Bauten weitergenutzt werden, was die Kosten senkt. Die vorhandenen Vorklärbecken sind

so anzupassen, dass sie als Pumpensumpf für das PW verwendet werden können. Die PW werden aus betrieblichen Gründen so geplant, dass auch bei Ausfall eines Pumpenaggregates oder bei Unterhaltsarbeiten an Pumpen und Leitungen die Anlage weiter genutzt werden kann.

In dieser Studie werden die Leitungsdurchmesser so gewählt, dass bei minimalen Baukosten ein sicherer Betrieb gewährleistet ist. Grundsätzlich würde die Möglichkeit bestehen, mit grösseren Leitungsdurchmessern die Betriebskosten (Stromkosten für Pumpen) zu verringern. Dies geht jedoch zulasten der Baukosten. In diesem Spannungsfeld gilt es, die geforderte minimale Fliessgeschwindigkeiten in der Leitung auch bei kleinen Abflüssen sicher zu stellen. In dieser Hinsicht das Optimum zu finden, ist nicht Teil dieser Studie. Die damit einher gehenden Unsicherheiten bezgl. Investitionskosten liegen jedoch im Rahmen der der Studie generell zugrunde gelegten Kostengenauigkeit von ± 30 %.

Die Abwasserleitung zwischen der ARA Einsiedeln und dem Hauptsammelkanal des AVH ist im ersten Abschnitt, d. h. von der ARA zum PW Biberbrugg als Freispiegelleitung, anschliessend als Druckleitung bis Chaltenboden und dann wiederum als Freispiegelleitung bis zum Anschlusspunkt im Kanalnetz des AVH ausgebildet. Das PW Biberbrugg muss auf die zusätzliche Abwassermenge ausgebaut werden.

8.3 SPEICHERUNG VON ABWASSER AUF DEN BESTEHENDEN ARAS (RKB)

Sobald die Oberlieger-ARAs nicht mehr in Betrieb sind, können die bestehenden Becken für die Speicherung des anfallenden Abwassers bei Regenwetter genutzt werden. Dies erlaubt eine Minimierung der bei Regenwetter in die Gewässer eingeleiteten Abwassermengen. Der Betrieb als Ausgleichsbecken würde eine zeitlich optimierte Abwasserableitung ermöglichen, welche gezielt zur Entlastung der ARA Höfe in Spitzenzeiten herangezogen werden könnte. Dies ist im Rahmen VGEP, resp. bei der Bemessung der ARA Höfe zu prüfen. In diesem Zusammenhang wird von dynamischer Abwasserbewirtschaftung von Kanalnetz und ARA gesprochen.

8.4 ABWASSERVORBEHANDLUNG

Bevor das Abwasser aus dem Einzugsgebiet in die Druckleitung gepumpt wird, muss es zur Verhinderung von Ablagerungen, Verstopfungen und übermässiger Abnutzung durch Abrasion bei Pumpen und Leitung einer mechanischen Vorreinigung unterzogen werden. Diese besteht aus Rechenanlage und Sandfang, welche das Abwasser von Grobstoffen, Schwimmstoffen (Öl) und Sand befreien. Das anfallende Rechen- und Sandfanggut muss regelmässig entsorgt werden. Für den zweiten Leitungsabschnitt L2 ist eine mech. Reinigung sehr wahrscheinlich nicht nötig, da die Zugänglichkeit für den Unterhalt (Kontrolle, Reinigen, Spülen etc.) der Leitung über die Schächte gewährleistet ist.

8.5 NATURSCHUTZGEBIETE

Entlang des Sihlseeufers befinden sich Naturschutzgebiete (Moorlandschaften, Flachmoore, Amphibienlaichgebiete, kantonale Naturschutzgebiete, kommunale Schutzzonen). Diese Naturschutzgebiete werden beim Bau der Leitung von der ARA Oberes Sihltal zur ARA Einsiedeln möglicherweise tangiert.

Im Rahmen dieser Studie wurde bereits eine Vorabklärung der Machbarkeit verschiedener Leitungsführungen von der ARA Oberes Sihltal zur ARA Einsiedeln bei den betroffenen kantonalen Fachstellen eingereicht. Die Stellungnahme befindet sich im Anhang 5.

Es wird eine Interessensabwägung geben müssen, wobei die Vorteile der Aufhebung der ARA Oberes Sihltal den Nachteilen der Tangierung von Schutzgebieten durch die Abwasserleitung einander gegenüber zu stellen sind. Die ARA Oberes Sihltal befindet sich ebenfalls in einem Schutzgebiet. Beim Alleingang müsste für den Ausbau ebenfalls zusätzliches Land ausserhalb der heutigen Zone für öffentliche Bauten beansprucht werden.

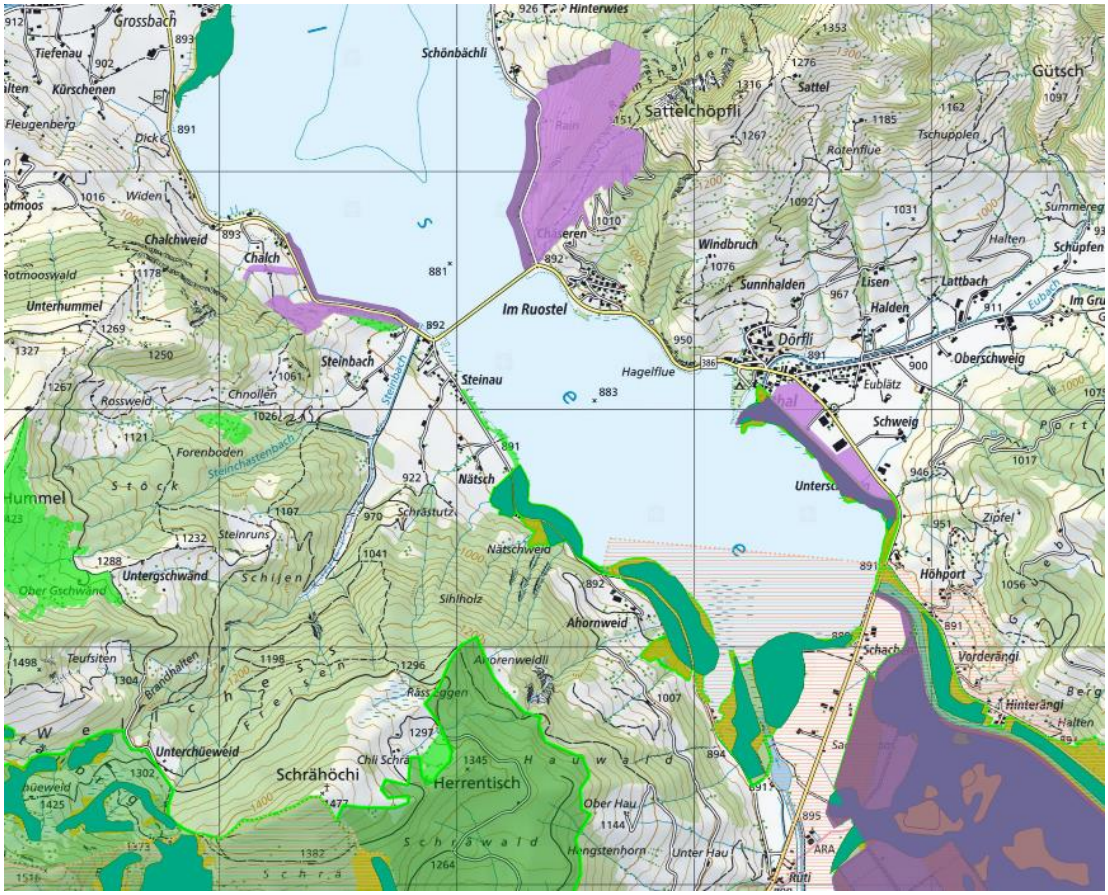


Abbildung 53: Schutzgebiete in der Region der ARA Oberes Sihltal und des Sihlsees.

8.6 KOSTEN

Die Kosten des Abschnitts L1 der Abwasserleitung setzen sich wie folgt zusammen:

- Abwasserleitung: 8'200'000 CHF
- PW, Pumpen, EMSRL, Verrohrungen 900'000 CHF
- Total Baukosten 9'100'000 CHF

Die Betriebskosten belaufen sich auf 64'000 CHF/a.

Die Kosten des Abschnitts L2 der Abwasserleitung setzt sich wie folgt zusammen:

- Abwasserleitung: 14'300'000 CHF
- PW, Pumpen, EMSRL, Verrohrungen 500'000 CHF
- Total Baukosten 14'800'000 CHF

Die Betriebskosten belaufen sich auf 44'000 CHF/a.

Die Abwasserleitung L2 wird vom Bund und Kanton mitfinanziert. Der Bund bezahlt 75 %, der Kanton 20 % der anrechenbaren Investitionskosten, die für eine MV-Stufe auf der ARA Einsiedeln anfallen würden. Investitionen in eine Abwasserleitung sind nachhaltiger als diejenigen in eine MV-Stufe, da Leitungen und Pumpwerke über einen viel grösseren Zeitraum abgeschrieben werden können (50 a) und zudem wesentlich tiefere Betriebs- und Unterhaltskosten anfallen. Bei der MV-Stufe liegt die Nutzungsdauer deutlich tiefer (EMT: 15 a, Bau: 30 a) und die Betriebskosten sind wesentlich höher.

9 VARIANTENVERGLEICH

9.1 WIRTSCHAFTLICHKEIT

Basis für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen bildet die VSA-Empfehlung 'Investitionsvergleichsrechnung in der Abwasserentsorgung' von 2017. Über Alleingang oder Zusammenschluss der ARAs Höfe, Einsiedeln und Oberes Sihltal kann nur mit Hilfe einer Vergleichsrechnung über mehrere Investitionszyklen hinweg entschieden werden. Dabei werden für alle geprüften Szenarien die Jahreskosten für den ganzen Betrachtungszeitraum berechnet. Die Jahreskosten setzen sich aus den Jahreskapital- und den Jahresbetriebskosten zusammen. Letztere wurden gemäss der VSA Publikation 'Kosten und Leistungen der Abwasserentsorgung' von 2011 abgeschätzt. Diese zeigt, dass die spezifischen Betriebskosten (CHF/EW·a) einer ARA umso geringer sind, je mehr Einwohner angeschlossen sind.

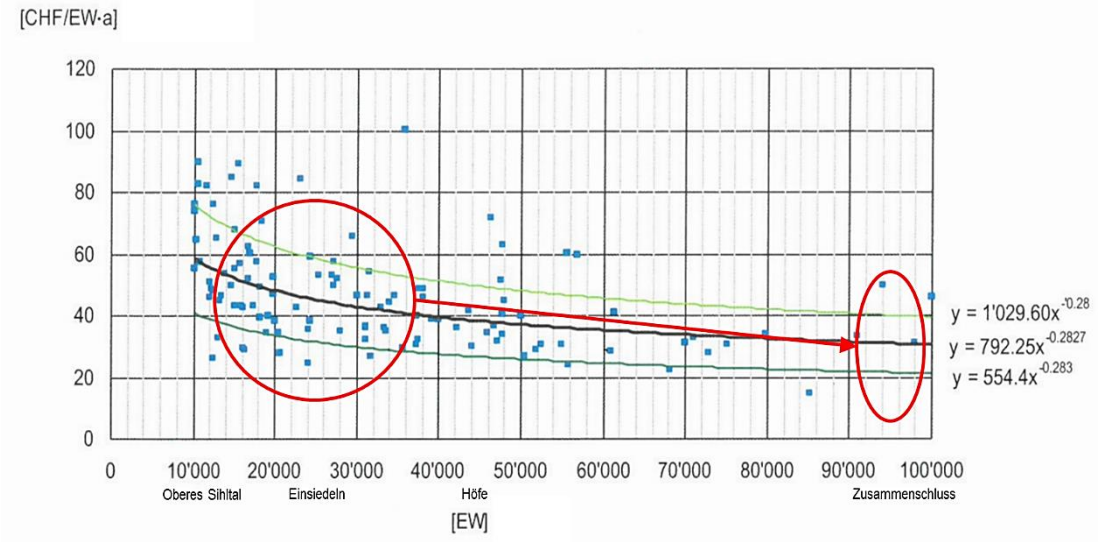


Abbildung 54: 75 % Vertrauensbereich der spezifischen Betriebskosten der ARA mit einer Ausbaugrösse von 10'000–100'000 EW.

Um die Gesamtwirtschaftlichkeit von Zusammenschluss und Alleingang zu vergleichen, wurden die prognostizierten Jahreskosten der beiden Varianten subtrahiert. Werden beim Zusammenschluss tiefere Jahreskosten als beim Alleingang verzeichnet, führt dies bei der Beurteilung der Varianten im betreffenden Jahr bei Realisierung des Zusammenschlusses zu einer Einsparung. Wenn der Alleingang günstiger ist, ist ein Verlust zu verzeichnen. Werden die Jahreskostendifferenzen im ganzen Betrachtungszeitraum addiert, resultiert das mit den Varianten einher gehende Spar-, resp. Verlustpotential.

Durch einen Zusammenschluss der ARAs kann im Vergleich zum Alleingang der einzelnen ARAs **bis 2080 rund 79 Mio. CHF (± 30 %)** eingespart werden. Die Einsparungen sind in der Abbildung 55 grafisch dargestellt. Es lassen sich zwei Phasen erkennen:

1. Bis 2030: Aufgrund anstehender Sanierungsmassnahmen auf den ARAs und den daraus resultierenden direkten Abschreibungen sind jährlich Verluste zu verzeichnen.
2. Ab 2030: Aufgrund der Anlagengrösse und den daraus resultierenden tieferen spezifischen Betriebskosten und nachhaltigeren Investitionen mit tieferen Kapitalkosten entstehen jährlich wiederkehrende Einsparungen.

Die Betrachtung der Kosten ergibt, dass ein Zusammenschluss gegenüber dem Alleingang der einzelnen ARAs aus gesamtwirtschaftlich Sicht sinnvoll und anzustreben ist.

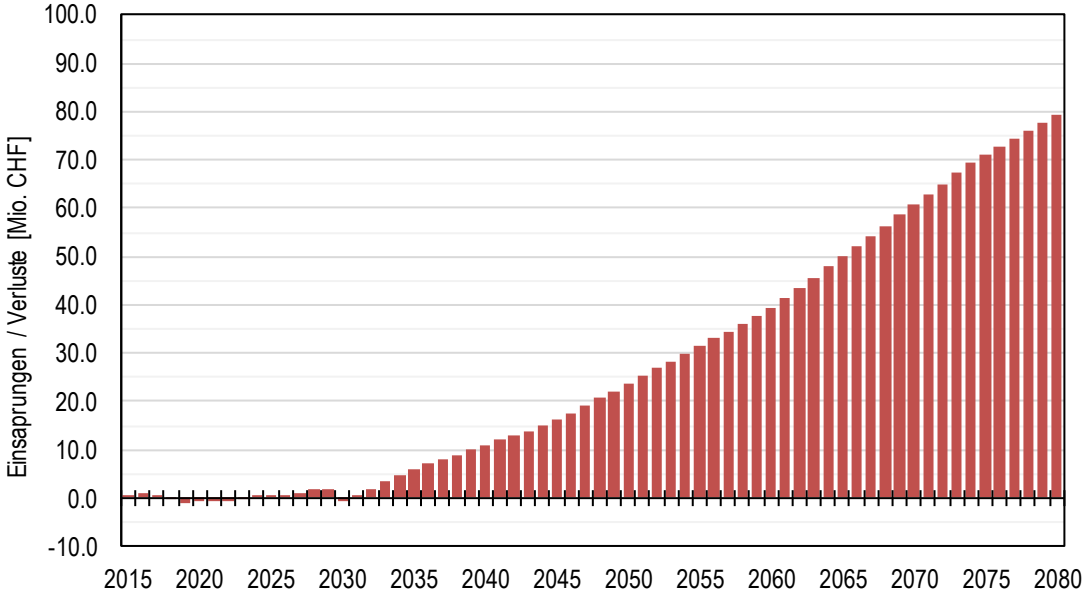


Abbildung 55: Jahreskostendifferenzen der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte).

9.2 NICHTMONETÄRE KRITERIEN

9.2.1 Betriebssicherheit

Grundsätzlich sind grössere Anlagen sicherer als kleinere Anlagen. Dies lässt sich wie folgt begründen.

Störfälle im Einzugsgebiet

Die ARA Höfe kann nach dem Zusammenschluss Störfälle in den Teileinzugsgebieten von AOS und BezE besser bewältigen als es die beiden kleineren Anlagen für sich allein könnten. Störfälle in Industriebetrieben, Unfälle auf Strasse und Schiene mit Auslaufen von brennbaren, explosiven oder wassergefährdenden Flüssigkeiten, Löschwasser etc. sind glücklicherweise selten. Sie können jedoch beträchtliche Auswirkungen auf den Betrieb der ARA, bis hin zu deren Totalausfall haben. Die Senkung des Schadenpotentials von Störfällen auf Infrastruktur und Gewässer ist somit von grossem Interesse.

- Die Störstoffe werden auf der grösseren ARA stärker verdünnt und sind damit weniger schädlich für den Betrieb der Anlagen und die Gewässer.
- Der grosse Vorfluter (Zürichsee) der ARA Höfe ist weit weniger empfindlich auf ungenügende Reinigungsleistung als der Vorfluter (Alp) der ARA Einsiedeln.
- Die Fliesszeit vom Störfallort bis zum Eintreffen des Abwassers auf der ARA ist infolge längerer Leitung grösser. Dadurch ergibt sich eine längere Interventionszeit.

Störfälle und Sanierungen auf der ARA

Eine Anlage, welche das Abwasser in mehreren parallelen Abwasserstrassen reinigt, bietet mehr Betriebssicherheit. Die ARA Höfe ist vierstrassig gebaut. Bei kleineren Anlagen sind es nur zwei Strassen. Das bedingt, dass, wenn bei Störfällen oder Sanierungen eine Strasse ausser Betrieb genommen werden muss, im Falle der grösseren ARA Höfe, anteilsmässig ein kleinerer Teil der ARA ausfällt, als auf den kleineren Anlagen.

Weiter besitzt die ARA Höfe ein Havariebecken. Das Havariebecken kommt dann zum Einsatz, wenn es im Einzugsgebiet zu einem Zwischenfall kommt. Das stark belastete Abwasser kann vor der biologischen Reinigungsstufe in das Havariebecken umgeleitet werden, um die Anlagen zu schützen. Das zwischengespeicherte Abwasser kann dann entweder in niederen Konzentrationen in den Zulauf dosiert oder von einem spezialisierten Unternehmen abtransportiert und entsorgt werden.

Arbeitssicherheit

Die Arbeitssicherheit ist auf einer grösseren Anlage erhöht.

- Da mehr Mitarbeiter verfügbar sind, können sicherheitstechnisch heikle Arbeiten immer zu zweit ausgeführt werden.
- Die Präsenzzeit des Personals ist grösser.
- Verfügbarkeit und Wartung von Material zur Arbeitssicherheit sind auf grossen Anlagen tendenziell höher bzw. besser.
- Wenn ein Mitarbeiter infolge Krankheit oder Unfall längere Zeit ausfällt, dann ist dieser Ausfall auf einer grösseren Anlage weniger gravierend, da die Anzahl Mitarbeiter grösser ist. Stellvertreter sind auch ausserhalb der Arbeitszeiten leichter verfügbar. Dasselbe gilt für den Pikettdienst.

Frachtschwankungen

Die in Touristenregionen gängigen Stossbelastungen können auf grösseren Anlagen viel besser aufgefangen und behandelt werden.

9.2.2 Komplexität der Abwasserreinigung, langfristige Entwicklung

Es steht ausser Zweifel, dass die bestehenden ARAs heute gut betrieben und unterhalten werden. Aber die Komplexität der Abwasserreinigung und der Siedlungsentwässerung nimmt laufend zu. Dies hat Auswirkungen auf die Ansprüche an die Qualifikation von Betriebsleitung und -personal und damit die Ausbildung derselben. Auch die organisatorischen Anforderungen werden weiter steigen. Grössere Anlagen sind für die künftigen Aufgaben besser aufgestellt:

- Grössere Anlagen verfügen neben dem ausgebildeten Betriebspersonal auch über einen Betriebsleiter/Geschäftsführer. Dieser verfügt über die notwendigen Qualifikationen sich um strategische Fragen und das Personal- und Finanzwesen zu kümmern. Die bei kleineren Anlagen oft aus Mangel an Zeit zu kurz kommen Arbeiten, wie Optimierung von betrieblichen Prozessen, Energieverbrauch und der vergünstigte Einkauf von Verbrauchsmaterial lassen sich besser organisieren.
- Zukünftig werden die technischen und organisatorischen Anforderungen an ARAs steigen, d. h., dass der fachlich korrekte Betrieb einer ARA immer mehr Fachkenntnisse verlangt. Professionalisierung und Spezialisierung sind unausweichlich und können umso besser vorangetrieben werden, je grösser die ARA ist.

9.3 ÖKOLOGIE

9.3.1 Abwasserfreie Gewässerstrecke

Durch den Zusammenschluss werden zusätzliche abwasserfreie Gewässerstrecken von 35 km bis zur sehr kleinen ARA Tal bzw. 47 km bis zur ARA Sihltal in Adliswil gewonnen. Voraussetzung dazu ist, dass auch die ARA Rothenthurm aufgehoben wird. Die bei Trockenwetter abwasserfreie Gewässerstrecke erstreckt sich von der Minster über den Sihlsee, die Alp, die Sihl bis zur ARA Tal bzw. ARA Sihltal. Mit dem Aufheben der ARAs würden diese Gewässer massgeblich entlastet. Dies wäre besonders für die ökologisch wertvolle Gegend beim Sihlsprung ein grosser Gewinn.

Die Gewässerqualität von Mister und Sihl wird heute bereits als gut eingestuft. Trotzdem würde die Stilllegung der ARA für diese Gewässer eine nachhaltige Verbesserung darstellen.

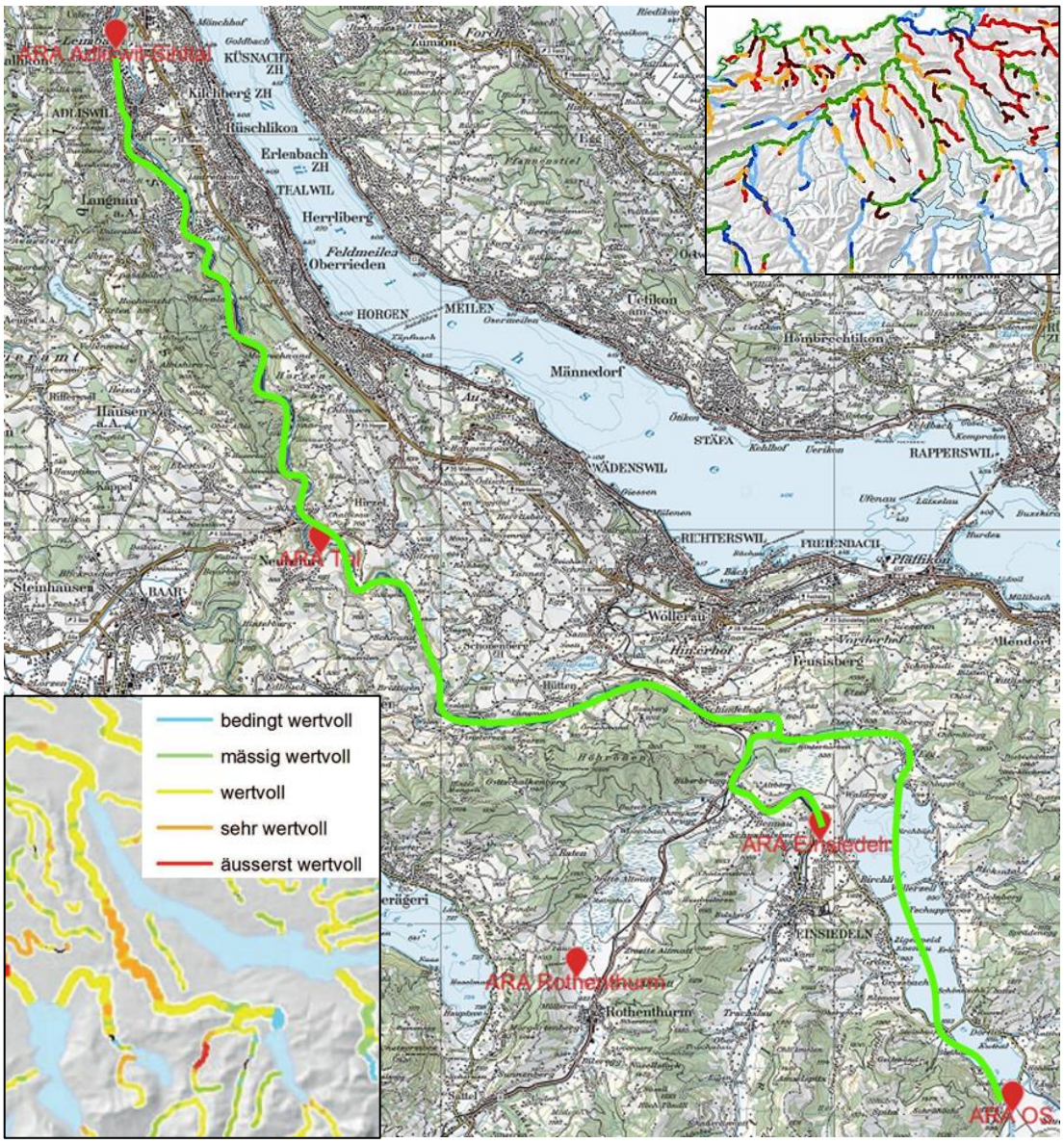


Abbildung 56: Von der Einleitung gereinigten Abwassers betroffene Gewässer. Grün: Bei einem Zusammenschluss gewonnene abwasserfreie Gewässerstrecke. Oben rechts: Fliessgewässerqualität. Unten links: Bewertung der Schutzwürdigkeit der Fliessgewässer (WWF Schweiz).

9.3.2 Trinkwassergewinnung

Der Abfluss der ARA Einsiedeln in die Alp liegt im Zuströmbereich des Trinkwasserfilterbrunnens Rabennest. Durch Infiltration von gereinigtem Abwasser via Alp ins Grundwasser kann die Trinkwasserqualität möglicherweise beeinträchtigt werden. Die Grundwasserschutzzonen S3 und S2 liegen nur wenige hundert Meter flussabwärts der ARA.

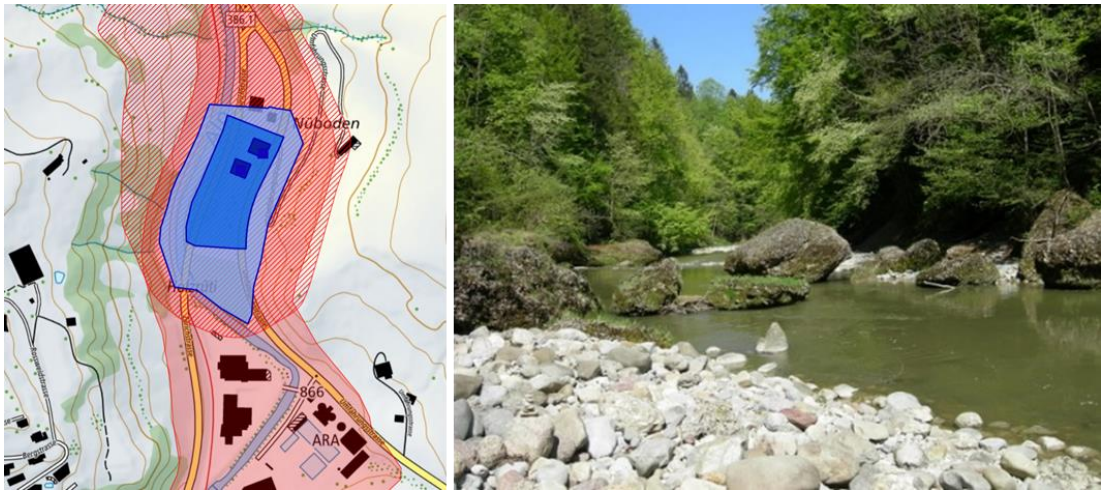


Abbildung 57: Links: Grundwasserschutzkarte mit den Grundwasserschutzzonen und -bereichen. Rechts: Ökologisch wertvoller Sihlsprung.

Bei der geplanten Einstellung des Betriebs des Trinkwasserfilterbrunnens Rabennest im Jahr 2025 hat der Zusammenschluss keine relevante Auswirkung auf die regionale Trinkwassergewinnung mehr.

9.3.3 Mikroverunreinigungen

Bei einem Zusammenschluss werden die MV des Abwassers des gesamten Einzugsgebiets auf der ARA Höfe durch eine zusätzlichen Reinigungsstufe entfernt. Auch beim Alleingang würde das Abwasser durch eine MV-Stufe auf den ARAs Einsiedeln und Höfe grösstenteils gereinigt (87 %). Somit ist der ökologische Gewinn bei beiden Varianten praktisch gleich gross.

9.4 NUTZWERTANALYSE

Die Nutzwertanalyse umfasst die Beurteilung folgender ökologischer und nichtmonetärer Kriterien:

- Vorfluter: Es wird beurteilt, inwieweit ein Gewässer als Vorfluter für eine ARA geeignet ist. Dazu werden die Vorbelastung des Gewässers, das Verdünnungsverhältnis bei der Einleitung und die Bedingungen im Unterlauf berücksichtigt.
- Zusätzliche abwasserfreie Gewässerstrecke: Die bei einem Zusammenschluss gewonnene abwasserfreie Gewässerstrecke wird beurteilt.

  Bemerkung: Obwohl am Standort der jeweiligen ARA Regenbecken vorhanden sein werden, wird es wohl auch bei einem Zusammenschluss bei Starkregen zu Entlastungen von stark verdünntem Mischabwasser (= Schmutz-, Fremd- und Regenabwasser) kommen.
- MV-Elimination: Der Anteil der an einer ARA angeschlossenen Bevölkerung im betrach-

teten Einzugsgebiet bei welchem das Abwasser bezüglich MV behandelt wird, wird bewertet.

- Betriebssicherheit: Die Veränderung der Betriebssicherheit im Einzugsgebiet wird bewertet.
- Raumplanung: Die raumplanerischen Konsequenzen der verschiedenen Varianten werden untersucht.
- Regionale Arbeitsplätze: Beim Aufheben einer ARA entfallen regionale Aufträge für Kleingewerbe wie Elektriker, Schreiner, Maurer etc. für wiederkehrende Wartungs- und Sanierungsarbeiten.

Die Gewichtung der einzelnen Kriterien ist gleich. Es gilt: je höher die Punktzahl, desto besser die Variante. Der Istzustand wird charakterisiert mit jeweils 3 Punkten pro Kriterium. Führt eine Massnahme (Alleingang resp. Zusammenschluss) bei einem Kriterium zu einer leichten Verbesserung, wird bei diesem Kriterium 1 Punkt addiert. Führt die Massnahme zu einer starken Verbesserung werden 2 zusätzliche Punkte addiert. Dementsprechend führt eine leichte Verschlechterung zum Abzug von 1 Punkt, eine starke Verschlechterung zum Abzug von 2 Punkten. Als abschliessende Bewertung wird der Mittelwert aus den 6 Kriterien gebildet.

Kriterium	Vergleichsvariante: Alleingang ARA Höfe & Einsiedeln: MV-Stufe		Zusammenschluss ARA Höfe: MV-Stufe	
Vorfluter	ARA Höfe: **Zürichsee** ARA Einsiedeln: **Alp** ARA Oberes Sihltal: **Minster**	3	ARA Höfe: **Zürichsee** ARA Einsiedeln: **Zürichsee** ARA Oberes Sihltal: **Zürichsee**	4
Zusätzliche Abwasserfreie Gewässerstrecke	0 km	3	35 km (bis ARA Tal) 47 km (bis ARA Adliswil-Sihltal) Annahme: Aufhebung ARA Rothenthurm	5
Entfernung Mikroverunreinigungen	87 %	5	100 %	5
Betriebssicherheit	Frachtschwankungen Tourismusanlage, Anstellungspensum	3	Grosse Anlage, Mehrstrassigkeit, Professionalität	5
Raumplanung	Erweiterung ARA Oberes Sihltal in Schutzgebiet	2	Keine Areal-Erweiterung der ARA Höfe nötig, Rückbau oberliegende ARA (Gewerbegebiet, Schutzgebiet), Leitung in Schutzgebiet	4
Regionale Arbeit	Kleinaufträge für die laufenden Arbeiten auf der ARA für das regionale Kleingewerbe	3	Durch Aufheben der ARA können in Einsiedeln und OS die regionalen Kleinaufträge entfallen	2
	Mittelwert	**3.2**	**Mittelwert**	**4.2**

Beurteilung gegenüber aktueller Situation	
1	Deutliche Verschlechterung
2	Leichte Verschlechterung
3	Keine Veränderung
4	Leichte Verbesserung
5	Deutliche Verbesserung

Gegenüber dem Istzustand (3 Punkte) führt die Realisierung der Variante Alleingang nur zu einem unwesentlich grösseren Nutzwert (Mittelwert 3.2 Punkte). Demgegenüber hat die Realisierung der Variante Zusammenschluss einen massiv gesteigerten Nutzwert gegenüber dem Istzustand zur Folge (Mittelwert 4.2 Punkte).

Die Betrachtung der nichtmonetären Kriterien ergibt, dass der Zusammenschluss gegenüber dem Alleingang sinnvoll und anzustreben ist.

9.5 EMPFEHLUNG

Der Zusammenschluss der ARAs Höfe, Einsiedeln und Oberes Sihltal ist aus Sicht der Umwelt, der Betriebssicherheit und der Wirtschaftlichkeit zu empfehlen.

10 KOSTENAUFTEILUNG

Es wird eine faire Kostenverteilung angestrebt. Das bedeutet, dass die Einsparungen, welche durch den Zusammenschluss entstehen, auf alle Beteiligten verteilt werden sollen. Der Zusammenschluss soll **für alle Parteien eine Win-win-Situation** darstellen. Nur unter dieser Bedingung ist der Zusammenschluss politisch durchsetzbar. In diesem Kapitel werden Möglichkeiten für die Kostenverteilung vorgestellt. Eine politische Diskussion ist jedoch unumgänglich.

Exkurs: Verursacher- und Solidaritätsprinzip (ATP1.5_P06, Peter Spohn): Gemäss Art. 3.a Gewässerschutzgesetz GSchG vom 24.01.1991 gilt das Verursacherprinzip. Demnach haben diejenigen die Kosten zu tragen, welche Gewässerschutzmassnahmen verursachen. Aber nicht nur das Verursacherprinzip, sondern auch das Solidaritätsprinzip wird von jedem Anlageninhaber bei der Festlegung der Gebühren angewendet. Während das Verursacherprinzip gesetzlich klar geregelt ist, wird das Solidaritätsprinzip stillschweigend angewendet. So zahlt z. B. ein Anschlusswilliger für den Kanalisationsanschluss in vergleichbaren Fällen dieselbe Anschlussgebühr, unabhängig davon, wie weit seine Liegenschaft von der ARA entfernt liegt. Auch bei der Weiterverrechnung der Betriebskosten gilt das Solidaritätsprinzip, unabhängig von der Kanallänge, die individuell zur Ableitung der Abwässer genutzt wird. Entscheidend für die Verteilung der Kosten innerhalb der Organisation eines Kanalisationsinhabers ist die Nutzung der Kanalisation an sich und nicht allfällig gewichteter Anteile an derselben.

10.1 BETRACHTETE AUFTEILUNGSVARIANTEN

Für die Kostenverteilung zwischen den beteiligten Anlageninhabern AVH, BezE und AOS werden folgende Finanzierungsprinzipien betrachtet:

- Verursacherprinzip: Die Kosten werden grundsätzlich vom Verursacher getragen. Sie werden wie folgt verteilt:
  - Kosten Abwasserbehandlung: Kostenverteiler gemäss den optierten Anteilen an der Gesamtfracht, gemessen in Einwohnerwerten EW (Investition), resp. Anteil der effektiven zur Einleitung gebrachten biochemischen Belastung (Betrieb).
  - Kosten Anschlussleitung: Kostenverteiler gemäss den optierten Anteilen an der Gesamtkapazität der betroffenen Leitung Q_{dim} (Investition), resp. die Abwassermenge, welche jährlich effektiv durch die Leitung geleitet wird (Betrieb). Dies würde bedeuten, dass der AOS für die Ableitung der Abwässer zur ARA Einsiedeln allein aufkommen müsste. Für die Ableitung der Abwässer zur ARA Höfe wären der BezE und der AOS anteilmässig zuständig. Damit würden die Kapital- und Betriebskosten für die Anschlussleitung lediglich bei den zum Anschluss bereiten Oberlieger anfallen. Demgegenüber steht, dass ein Grossteil der künftigen Kosteneinsparungen bei dem zur Abnahme der Abwässer bereiten Unterlieger, d. h. dem AVH anfallen würden.
- Solidaritätsprinzip: Alle Kosten werden von allen Beteiligten getragen, unabhängig davon, wo diese anfallen. Die Kosten werden wie folgt verteilt:
  - Kosten Abwasserbehandlung: Wie beim Verursacherprinzip: Kostenverteiler gemäss den optierten Anteilen an der Gesamtfracht der ARA Höfe, gemessen in EW
  - Kosten Anschlussleitung: Gleicher Kostenverteiler wie bei der Abwasserbehandlung: Kostenverteiler gemäss den optierten Anteilen an der Gesamtfracht der ARA

Höfe, gemessen in EW. Dies bedeutet, dass sich der Abwasserverband Höfe finanziell massgeblich an der Anschlussleitung beteiligen würde.

Bezüglich der Kostenverteilung sind folgende Punkte anzumerken:

- Für die Kostenverteilung wurde die mittlere Belastung der CSB-Fracht verwendet.
- Die Kosten für Anpassungen und Ausbauten an den bestehenden Kanalnetzen der betroffenen Gemeinden sind in den Betrachtungen der Wirtschaftlichkeit nicht enthalten. Sie verbleiben bei den jeweiligen Anlageninhabern.
- Die Kosten für den Rückbau und die teilweise Umnutzung der ARAs der Oberlieger sind eingerechnet und werden anhand der Kostenverteilung abgerechnet.

10.2 KOSTENVERTEILUNG

Die folgenden Grafiken und Tabellen zeigen die Kostenverteilung der gesamten Jahreskosten der ARA Höfe und der Abwasserleitungen im Jahr 2060. Die Jahreskosten der ARA und der Abwasserleitung zusammen ergeben 100 %. Die Verteilung derselben erfolgt auf Basis Verursacher- und Solidaritätsprinzip.

Die Grafik betr. Verursacherprinzip ist folgendermassen zu lesen: "Anteil AVH an ARA = 51.9 %, Anteil AVH an Leitung = 0.0 %" heisst, dass der AVH 51.9 % der Jahreskosten (ARA + Leitung) für die Abwasserreinigung und 0.0 % der gesamten Jahreskosten (ARA + Leitung) der Aufwendungen für die Abwasserleitung trägt. Letzteres ist der Fall, weil der AVH selbst nicht Nutzer der Leitungen ist. Die anderen Anteile ergeben sich analog. Man erhält folgende Kostenverteiler:

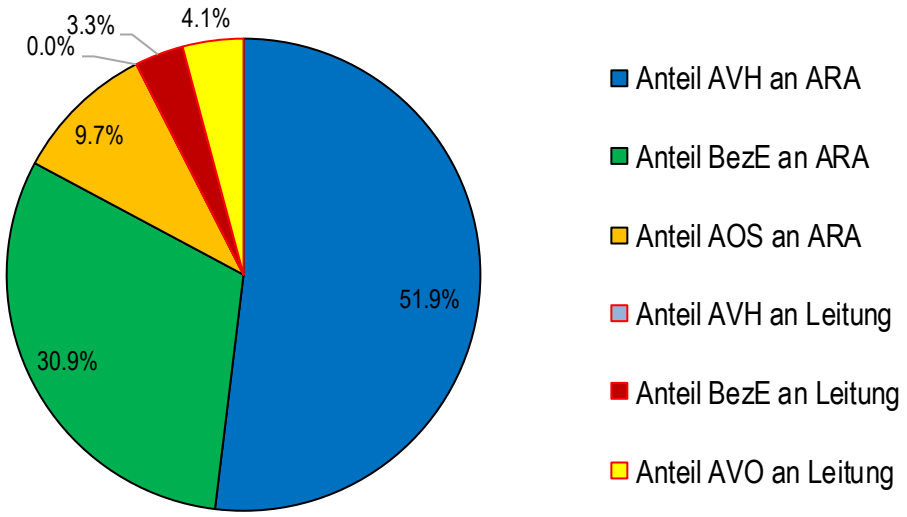


Abbildung 58: Kostenaufteilung beim Zusammenschluss nach der Variante Verursacherprinzip.

Bei der Kostenverteilung nach dem Verursacherprinzip trägt der AOS die Kosten der Leitung bis zur ARA Einsiedeln allein. Die Kosten der Leitung von der ARA Einsiedeln zur ARA Höfe wird verursachergerecht nach der Dimensionierungswassermenge Q_{dim} aufgeteilt.

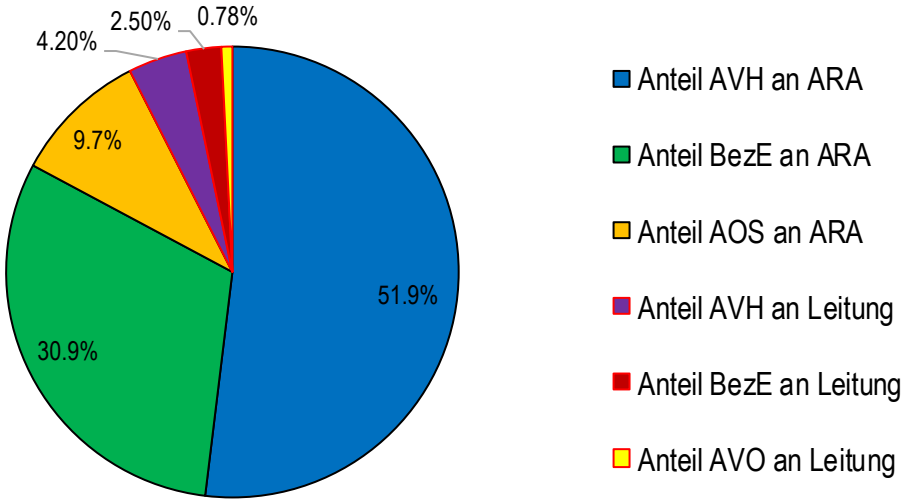


Abbildung 59: Kostenaufteilung beim Zusammenschluss nach der Variante Solidaritätsprinzip.

Beim Solidaritätsprinzip werden die gesamten Jahreskosten solidarisch auf die beteiligten Kostenträger verteilt. Der Anteil des AVH an den Kosten der Abwasserleitungen würde 4.2 %, derjenige des BezE 2.5 % und des AOS 0.8 % der Jahreskosten betragen.

Der BezE würde durch die solidarische Finanzierung der Abwasserableitung leicht profitieren. Der Anteil des BezE beträgt bei Anwendung des Verursacherprinzips 3.3 % und bei solidarischer Finanzierung 2.5 % der Jahreskosten.

Der AOS würde von der Anwendung des Solidaritätsprinzips profitieren, weil der Anteil der Kosten für die Abwasserableitung mit 0.8 % der Jahreskosten wesentlich tiefer liegen würde, als es die 4.1 % bei Anwendung des Verursacherprinzips wären.

Tabelle 5: Kostenanteile an den gesamten Jahreskosten des Systems (ARA und Abwasserleitung).

ARA-Inhaber	Verursacherprinzip			Solidaritätsprinzip		
	ARA	Leitung	Gesamt	ARA	Leitung	Gesamt
AVH	51.9%	0.0%	51.9%	51.9%	4.2%	56.1%
BezE	30.9%	3.3%	34.2%	30.9%	2.5%	33.4%
AOS	9.7%	4.1%	13.8%	9.7%	0.8%	10.5%

10.3 AUSWIRKUNG

In den folgenden Kapiteln sind die finanziellen Auswirkungen für die einzelnen Kostenträger dargestellt. Als Mass dienen die spezifischen Jahreskosten, angegeben in CHF/EW·a. Dargestellt sind die Entwicklungen der spez. Jahreskosten beim Alleingang und beim Zusammenschluss bei Anwendung von Verursacher- und Solidaritätsprinzip.

10.3.1 Abwasserverband Höfe

Unabhängig vom Finanzierungsprinzip ist der Zusammenschluss für den Abwasserverband Höfe die klar bessere Version als der Alleingang. Mit der Umrüstung der biologischen Reinigungsstufe auf das MBR-Verfahren kann die Kapazität der ARA mit geringen Investitionskos-

ten deutlich gesteigert werden. Dies hat zur Folge, dass unmittelbar nach dem Zusammenschluss die spezifischen Kosten deutlich fallen werden. Die mittel- bis langfristig erzielbaren Einsparungen sind beträchtlich, weil bereits 2030 die Gewinnschwelle erreicht wird. Bei der Finanzierung des Zusammenschlusses nach dem Verursacherprinzip wären die Einsparungen höher, als bei der allfälligen Finanzierung mittels Solidaritätsprinzip. Dies deshalb, weil der AVH bei Anwendung des Verursacherprinzips die Abwasserleitungen ja nicht mitfinanzieren müsste. Auch bei Anwendung des für ihn ungünstigeren Solidaritätsprinzips profitiert der AVH aber ab 2030 von Einsparungen von mehr als 1 Mio. CHF pro Jahr. Aus wirtschaftlicher Sicht hat der AVH damit grosses Interesse am Zusammenschluss.

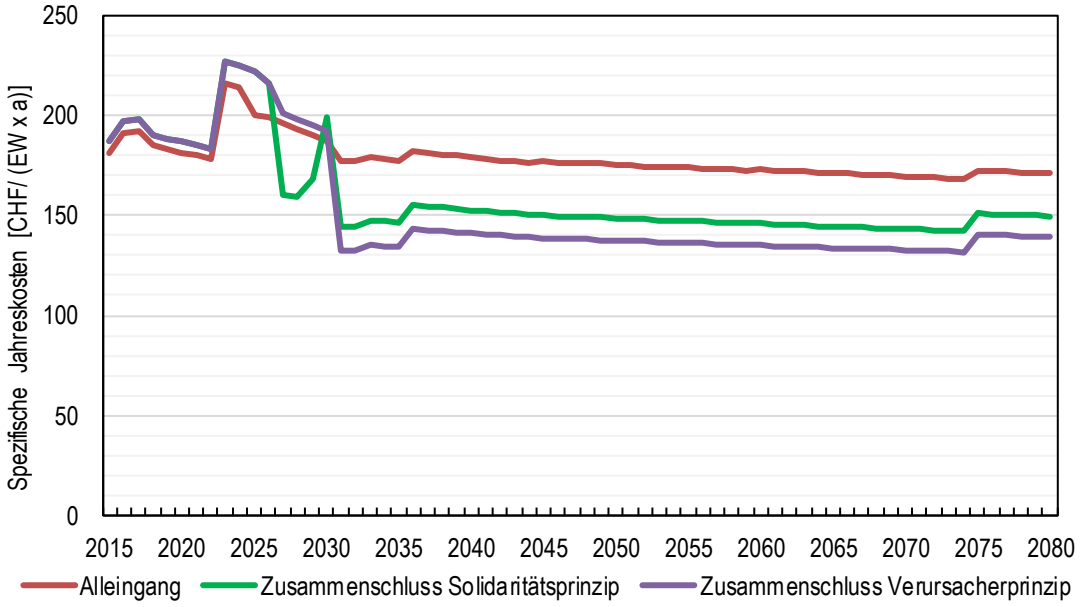


Abbildung 60: Spezifische Jahreskosten der ARA Höfe.

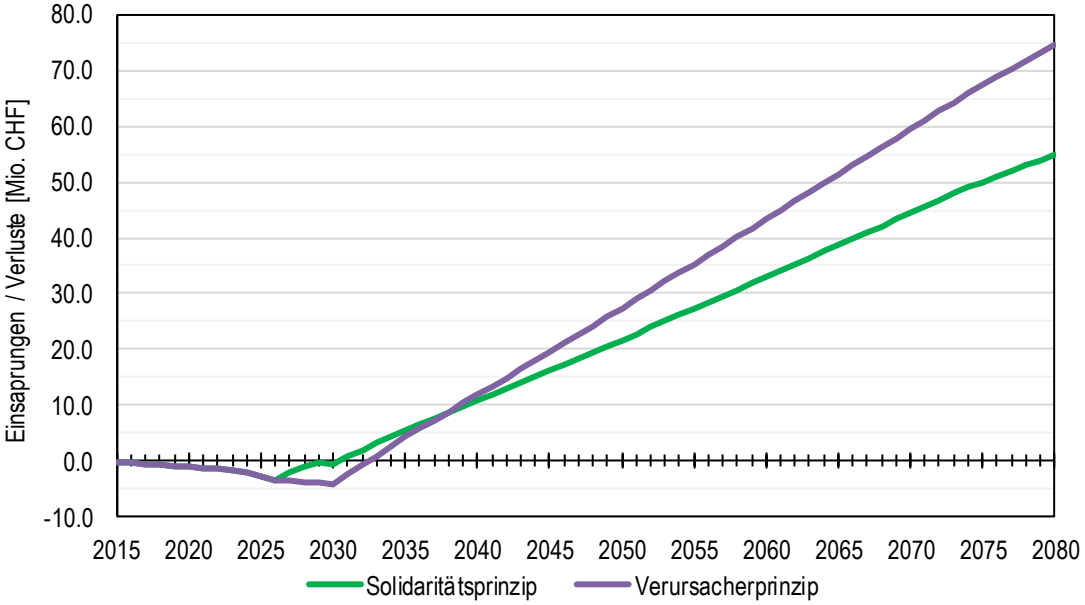


Abbildung 61: ARA Höfe: Jahreskostendifferenz der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte) bei Anwendung von Solidaritäts- und Verursacherprinzip.

10.3.2 Bezirk Einsiedeln

Für den BezE ergeben sich beim Zusammenschluss sowohl bei der Anwendung des Verursacher- als auch des Solidaritätsprinzips mittel- bis langfristig beträchtliche Einsparungen. Welches der beiden Finanzierungsprinzipien zur Anwendung gelangt, ist für den BezE sekundär, weil die spez. Jahreskosten bei beiden Prinzipien praktisch gleich sind. Bei der ARA Einsiedeln dauert es länger als beim AVH, bis die Gewinnschwelle erreicht wird. Dies, weil die Massnahmen zur Werterhaltung bis 2025 relativ hoch sind und direkt abgeschrieben werden müssen. Eine vertiefte Betrachtung und Überarbeitung des Investitionsplans im Falle eines Zusammenschlusses ist zu empfehlen, damit unverhältnismässige Investitionen vermieden werden. Durch die namhafte Beteiligung am Ausbau der ARA Höfe, den Rückbau der ARA Einsiedeln und den Bau der Abwasserleitung ist um 2030 noch einmal mit einem grösseren Verlust zu rechnen. Danach ergeben sich jedoch beträchtliche Einsparungen, weil die spez. Jahreskosten beim Zusammenschluss konstant tiefer sind als beim Alleingang.

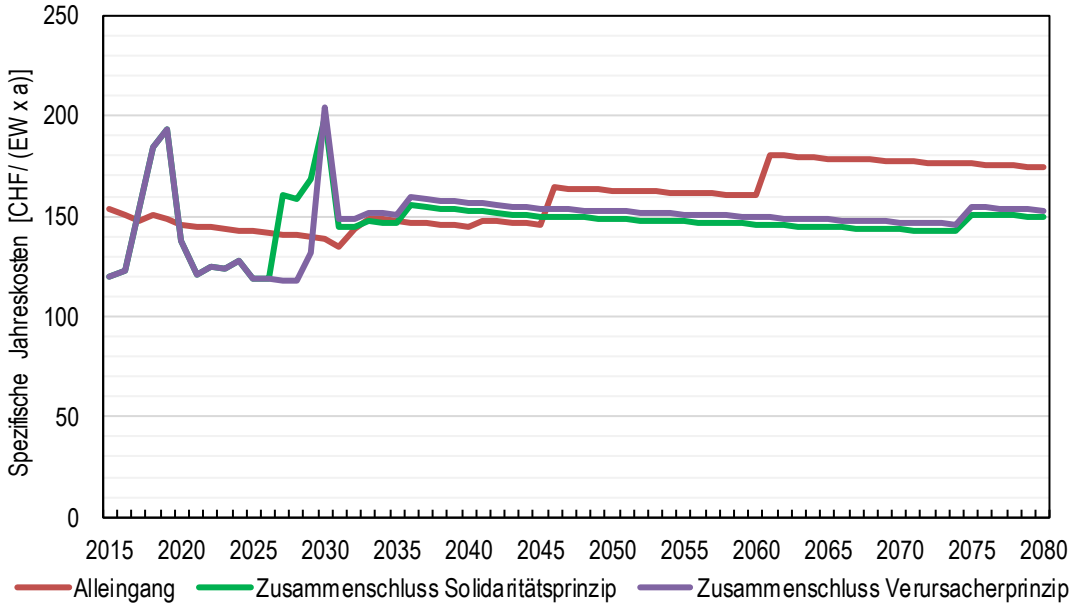


Abbildung 62: Spezifische Jahreskosten der ARA Einsiedeln.

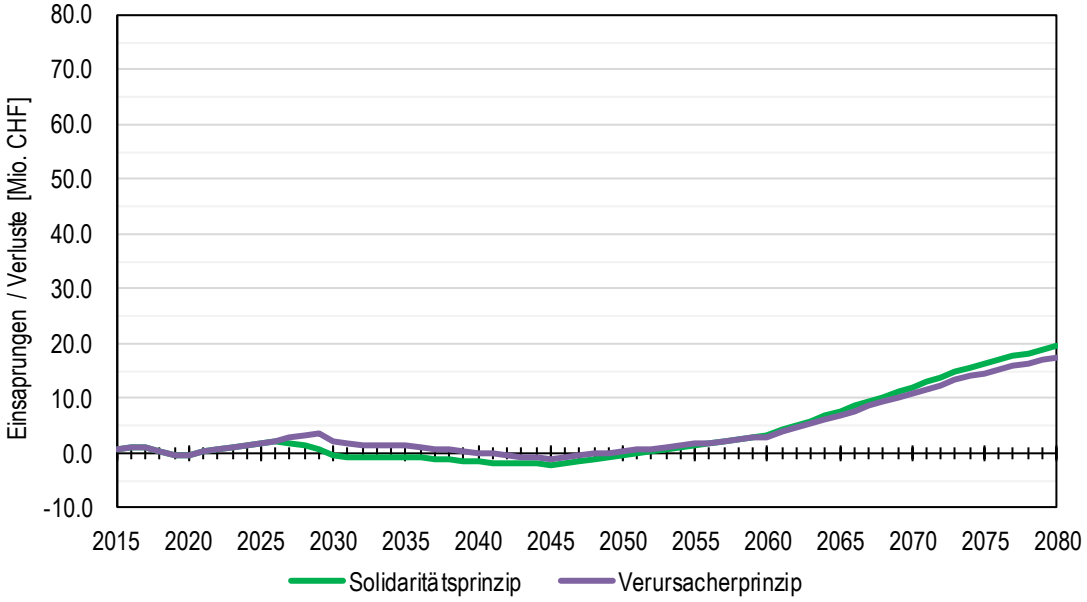


Abbildung 63: ARA Einsiedeln: Jahreskostendifferenz der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte) bei Anwendung von Solidaritäts- und Verursacherprinzip.

10.3.3 Abwasserverband Oberes Sihltal

Für den AOS ist entscheidend, welches Finanzierungsprinzip zum Tragen kommen würde. Bei Anwendung des Verursacherprinzips sind die spez. Jahreskosten beim Zusammenschluss mittel- bis langfristig mit rund 200 CHF/EW·a anstelle von 150 CHF/EW·a rund 1/3 höher zu veranschlagen als im Alleingang, da der AOS die Abwasserleitung "Oberes Sihltal – Einsiedeln" allein und die Abwasserleitung "Einsiedeln – Höfe" anteilsmässig finanzieren müsste. Basierend auf dem Verursacherprinzip ist der Anschluss der ARA Oberes Sihltal damit finanziell nicht vertretbar. Bei der Anwendung des Solidaritätsprinzips ergibt der Vergleich der spez. Jahreskosten eine Einsparung von knapp 5 Mio. CHF. Damit besteht auch für den AOS der notwendige politische Spielraum, einer Anschlusslösung zuzustimmen, da auch die nichtmonetären Aspekte einen Zusammenschluss favorisieren.

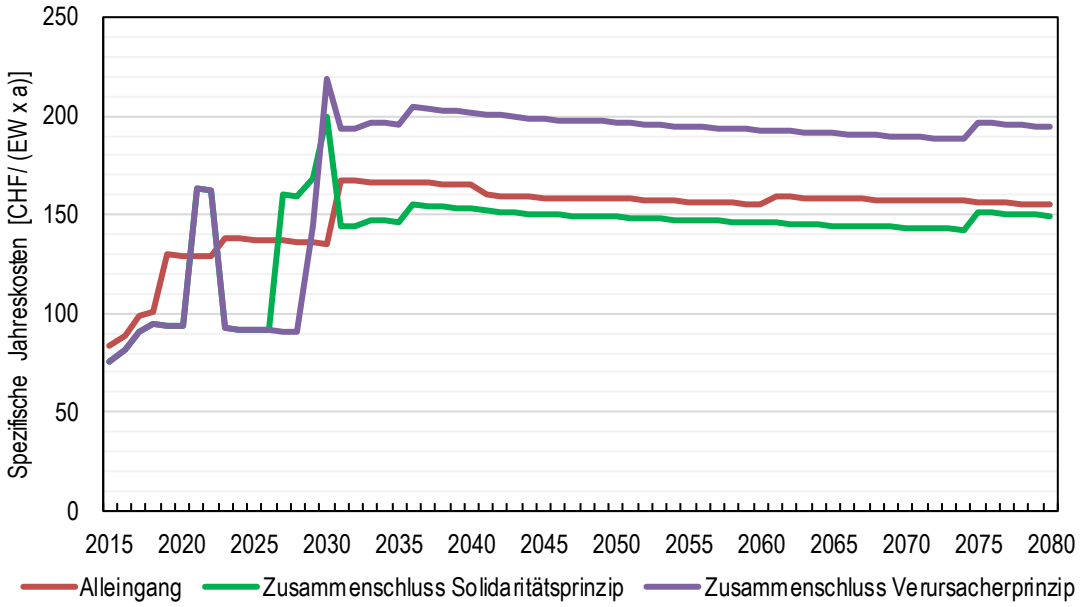


Abbildung 64: Spezifische Jahreskosten der ARA Oberes Sihltal.

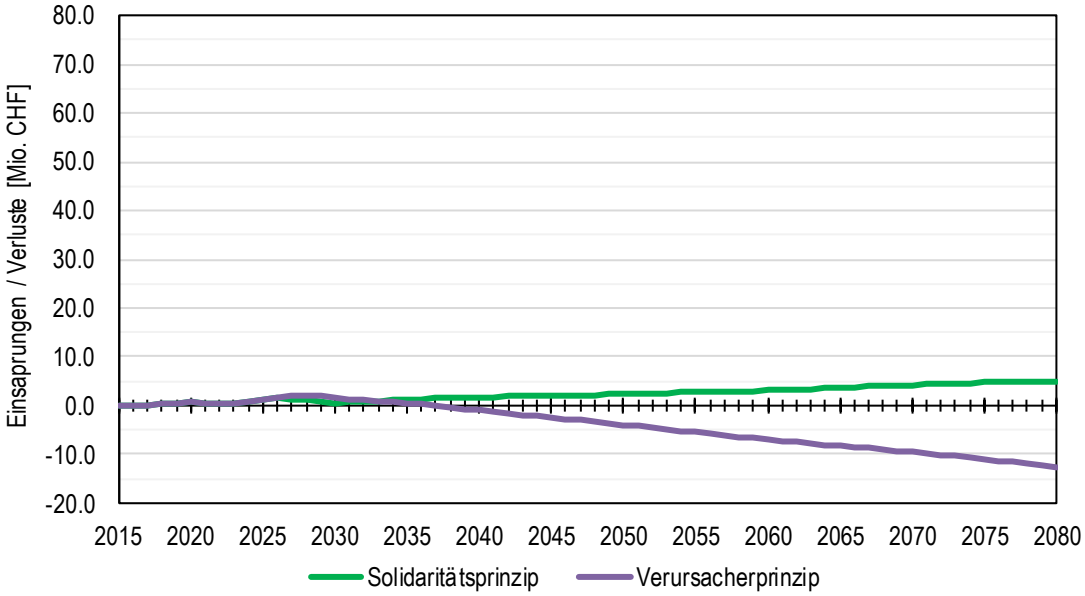


Abbildung 65: ARA Oberes Sihltal: Jahreskostendifferenz der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte) bei Anwendung von Solidaritäts- und Verursacherprinzip.

10.4 FAZIT UND VORSCHLAG FÜR KOSTENAUFTEILUNG

In der Tabelle 6 sind die betrachteten Kostenverteilungsvarianten für jede ARA zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 6: Fazit Kostenverteilung, rein monetäre Betrachtung. Grün: Für ARA interessant; Grau: Für ARA teilweise interessant / keine Verluste; Orange: Für ARA nicht interessant.

Aufteilungsvariante	Zusammenschluss EW_{Mittel}		
	ARA Höfe	ARA Einsiedeln	ARA Oberes Sihltal
Verursacherprinzip			
Solidaritätsprinzip			
Gesamt-wirtschaftlichkeit			

	Nachteile
	Keine Auswirkungen
	Vorteile / Starke Vorteile

Durch den Anschluss der ARAs Einsiedeln und Oberes Sihltal an die ARA Höfe resultiert mittel- bis längerfristig gesamtwirtschaftlich Einsparungen.

Beim Verursacherprinzip werden die Kosten der Abwasserleitungen verursachergerecht anhand der Schmutzwassermenge auf die angeschlossenen ARAs verteilt. Dies hätte zur Folge, dass der AOS den Leitungsabschnitt L1 allein finanzieren und betreiben müsste, was gegenüber dem Alleingang deutliche Verluste zur Folge hätte. Bei einer Kostenverteilung nach dem Verursacherprinzip wird sich die ARA Oberes Sihltal wohl nicht am Zusammenschluss beteiligen.

Da der BezE bei beiden Finanzierungsprinzipien Teile der Abwasserleitungen mitfinanziert, ergeben sich verhältnismässig geringen Unterschiede bei den Kosten. Bei Anwendung des Solidaritätsprinzips finanziert der AVH die gesamte Abwasserleitung basierend auf der Frachtenbelastung der ARAs anteilmässig mit. Dadurch wird der Gesamtzusammenschluss für den BezE geringfügig interessanter.

Bei einer Kostenverteilung nach dem Solidaritätsprinzip resultiert für den AOS durch die finanzielle Unterstützung der unterliegenden Kostenträger aus wirtschaftlicher Sicht weder Gewinn noch Verlust. Basierend auf dem Solidaritätsprinzip ist der Zusammenschluss damit auch für den AOS interessant. Voraussetzung dafür ist, dass der AVH bereit ist, in die Infrastruktur zu investieren, die er selbst nicht nutzt. Auf der anderen Seite hat die ARA Höfe beim Zusammenschluss beträchtlichen wirtschaftlichen Nutzen und somit grosses Interesse diesen anzustreben.

Die Kostenverteilung anhand des Solidaritätsprinzips bildet die Basis dafür, dass der Gesamtzusammenschluss realisiert werden kann. So profitieren der AVH und der BezE von tieferen spezifischen Jahreskosten für die Abwasserreinigung. Die ARA Oberes Sihltal profitiert nicht finanziell, kann aber die Aufgabe der Abwasserreinigung kostenneutral delegieren und sein Einzugsgebiet profitiert massgeblich von den nichtmonetären Kriterien.

11 SENSITIVITÄTSANALYSE

Die Ergebnisse von Investitionsvergleichsrechnungen sind immer mit Risiken- und Unsicherheiten behaftet. Diese sind die Folge der Langlebigkeit von Abwasseranlagen und der damit einhergehenden Ungewissheit bei der Annahme künftiger Entwicklungen. Zum einen liegt die Bestimmung der Kosten eines Bauwerks immer in einem Streubereich, der je nach Detaillierungsgrad 10–30 % beträgt. Aber auch Kalkulationsparameter wie Zinssatz, Nutzungsdauer oder Betriebskosten beruhen auf Annahmen und damit mehr oder weniger auf unsicheren Planungsfaktoren.

Deshalb soll die Investitionsvergleichsrechnung mit geänderten Parametern nochmals durchgeführt und das Resultat mit dem bereits vorhandenen Resultat verglichen werden. Damit kann beurteilt werden, ob die präsentierten Ergebnisse robust sind bzw. welche Kombination von Eingangsparameter die Ergebnisse entscheidend beeinflusst.

Kritische Werte ergeben sich dann, wenn die ursprünglich kostengünstigste Variante durch Veränderung der Eingangsparameter gerade dieselben Jahreskosten oder den gleichen Kapitalwert aufweist, wie eine vorher als ungünstig erkannte Alternativvariante. Die Sensitivitätsanalyse bietet die Möglichkeit, die Stabilität der Berechnungsergebnisse und damit die Qualität der Entscheidungsgrundlagen besser beurteilen zu können.

11.1 VORGEHEN / PARAMETER

Bei der Sensitivitätsanalyse wurde jeweils ein Parameter verändert und erneut die Jahreskostendifferenzen der Varianten Zusammenschluss und Alleingang berechnet. Dabei wurde nur die Gesamtwirtschaftlichkeit betrachtet, da die Wirtschaftlichkeit aus Sicht der einzelnen Anlageninhaber hauptsächlich von der Art der Kostenverteilung abhängt. Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse wurden folgende Parameter variiert:

- Zinssatz der Kapitalkostenberechnung (0.5 % bis 6 %)
- Investitionskosten IK (-30 % bis +30 %)
  - IK Abwasserleitungen
  - Alle ARAs: IK gleichmässig variiert (Alleingang und ZS)
  - ARA Höfe: IK beim Zusammenschluss variiert
  - ARA Höfe: IK Umrüstung auf MBR-Verfahren im Jahr 2030 variiert
- Betriebskosten BK (-30 % bis +30 %)
  - BK Abwasserleitungen
  - Alle ARAs: BK gleichmässig variiert (Alleingang und ZS)
  - ARA Höfe: BK beim Zusammenschluss variiert
- Verfahren zur MV-Elimination
  - ARA Höfe und Einsiedeln: IK Varianten Ozonung und PAK (-30 % bis +30 %)
  - ARA Höfe und Einsiedeln: BK Varianten Ozonung und PAK (-30 % bis +30 %)

11.2 ERGEBNISSE

Die Sensitivitäten der wichtigsten Parameter sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

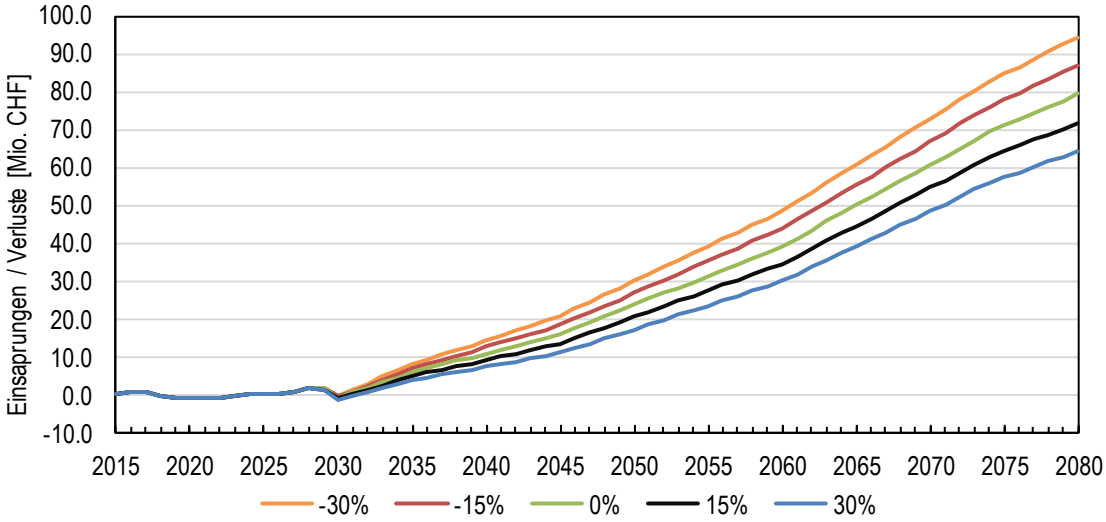


Abbildung 66: Jahreskostendifferenzen der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert bei Variation der Investitionskosten für die Abwasserleitung. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte).

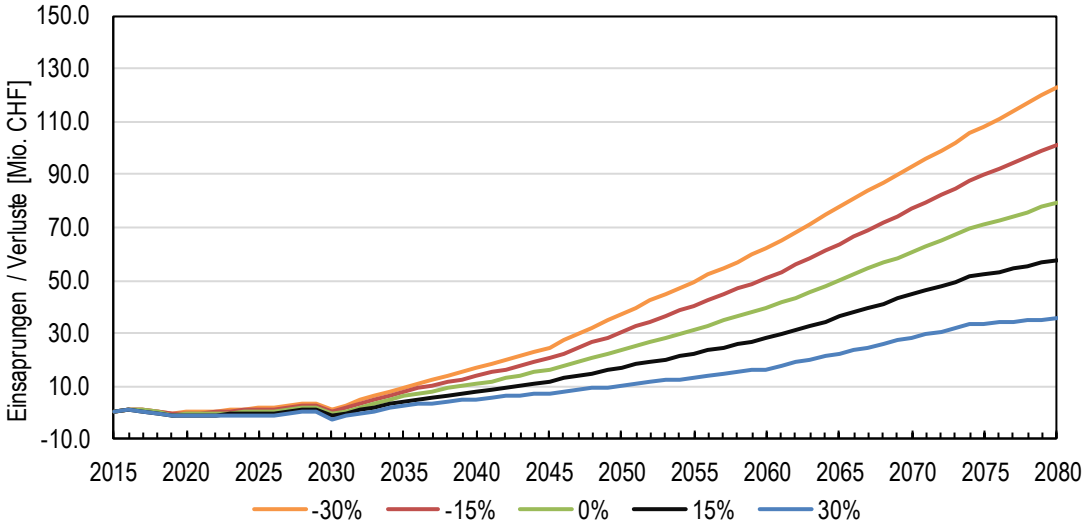


Abbildung 67: Jahreskostendifferenzen der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert bei Variation der Investitionskosten auf der ARA Höfe. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte).

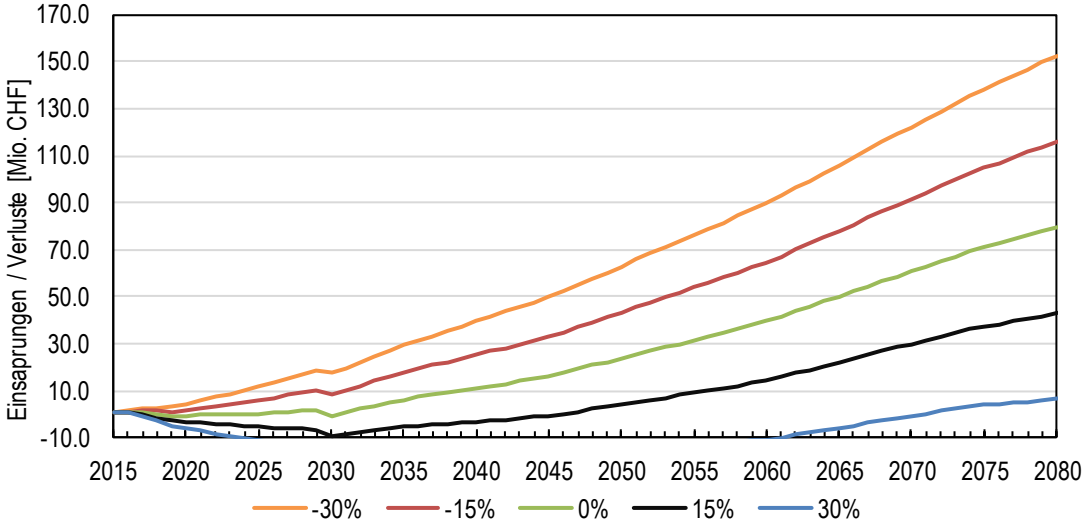


Abbildung 68: Jahreskostendifferenzen der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert bei Variation der Betriebskosten der ARA Höfe. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte).

Die detaillierten Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse sind im Anhang 2 dargestellt.

Tabelle 7: Auswirkungen der variierten Parameter auf die Gesamtwirtschaftlichkeit.

Parameter	Auswirkungen
Zinssatz	Klein
Investitionskosten	
Abwasserleitung	Mittel
Nur Zusammenschluss variiert	Relevant
Alle ARAs beider Varianten gleichmässig variiert	Mittel
Alle MV-Stufe variiert	Klein
Umbau ARA Höfe zu MBR variiert	Klein
Betriebskosten	
Abwasserleitung	Klein
Nur Zusammenschluss variiert	Relevant
Alle ARAs beider Varianten gleichmässig variiert	Mittel
Alle MV-Stufe variiert	Klein

<u>Auswirkung der durchgeführten Variation:</u>

Klein:	± 0–15 Mio. CHF bis 2080
Mittel:	± 15–35 Mio. CHF bis 2080
Relevant:	± > 35 Mio. CHF bis 2080

Die Auswirkungen der Variation der einzelnen Parameter auf die Wirtschaftlichkeit des Zusammenschlusses sind in der Tabelle 7 dargestellt. Es lässt sich folgendes erkennen:

- Die Investitionskosten der Abwasserleitung haben durch ihre lange Lebensdauer wenig Einfluss auf das Ergebnis.
- Wenn bei der Variante Zusammenschluss die Investitionskosten des Ausbaus im Jahr 2045 oder die Betriebskosten der ARA Höfe substanziell grösser werden, führt dies zu einer Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit und umgekehrt. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ist aber nie ein Verlust zu verzeichnen.
- Der Zinssatz hat nur einen vergleichsweisen geringen Einfluss auf die Gesamtwirtschaftlichkeit.
- Die Investitionskosten für die Umrüstung der heutigen biologischen Reinigungsstufe auf das MBR-Verfahren haben nur eine geringe Auswirkung auf die Gesamtwirtschaftlichkeit.

Die Variation einiger Parameter kann beträchtliche Auswirkung auf die Gesamtwirtschaftlichkeit haben. Diese bleibt jedoch bei allen geprüften Parametern ausschliesslich im positiven Bereich. Es werden immer Einsparungen ausgewiesen.

12 RISIKEN

Ein Zusammenschluss der drei ARAs birgt auch Risiken, welche für die weiteren Arbeiten zu beachten sind.

Technische Risiken

- Machbarkeit Abwasserleitung ARA Oberes Sihltal zur ARA Einsiedeln:
  - ➔ Seedruckleitungen heutzutage technisch machbar
- Machbarkeit Ausbau ARA Höfe 2045:
  - ➔ Es ist ohne Arealvergrösserung genügend Kapazität für ca. 100'000 EW zu schaffen. Dies konnte im Rahmen des Projektzusatzes "Machbarkeit Ausbau ARA Höfe 2045" nachgewiesen werden.

Politische Risiken

- Der AOS bevorzugt den Zusammenschluss, der BezE möchte jedoch seine ARA weiterbetreiben.
  - ➔ Ohne Zustimmung BezE wird es keinen Zusammenschluss geben (Mittlere ARA im Einzugsgebiet).
- Der AVH will nicht für die Oberlieger zahlen, obwohl er langfristig wirtschaftlich stark profitiert.
  - ➔ Ohne Zustimmung AVH zur Finanzierung des Zusammenschlusses unter Anwendung des Solidaritätsprinzips wird es keinen Zusammenschluss geben.
- Wahl der künftigen Organisation der Trägerschaft ist entscheidend, weil alle Gemeinden politisch zustimmen müssen und dazu für alle Beteiligten eine Win-win-Situation entstehen soll.
  - ➔ Prozess zur Bestimmung der Organisationsstruktur und -modell ist frühzeitig anzustossen.
- Mitarbeiter und Arbeitsplätze spielen beim politischen Entscheid eine wichtige Rolle:
  - ➔ Möglichkeit zur Bildung eines Mitarbeiterpools: Pensionierte Mitarbeiter der Oberlieger-ARAs werden vor Ort nicht ersetzt. Die Arbeit wird vom Betriebspersonal des AVH vorgenommen. Dadurch können die ARAs bis zum Zusammenschluss 2030 weiter betrieben werden, ohne dass es zu Entlassungen kommen muss.

Umweltbezogene Risiken

- Machbarkeit Abwasserleitung ARA Oberes Sihltal zur ARA Einsiedeln: Naturschutzgebiete
  - ➔ Falls nicht machbar wird die ARA Oberes Sihltal weiterbetrieben: Ökologisch gesehen ist die Aufhebung nicht zwingend,
  - ➔ Der Zusammenschluss der ARAs Höfe und Einsiedeln allein ist auch ohne Anschluss der ARA Oberes Sihltal gesamtwirtschaftlich vorteilhaft.
- Naturschutzgebiet Frauenwinkel: Es wird mehr Abwasser in den See eingeleitet
  - ➔ Durch Membranfiltration und zusätzliche MV-Stufe werden ausgezeichnete Ablaufwerte erzielt. Falls es trotzdem eine Anreicherung von gereinigtem Abwasser im Bereich der Uferzone gibt, kann die Seeleitung der ARA Höfe verlängert werden.

13 WEITERES VORGEHEN

Zeitplan Abschluss ATP1.5 "Übergeordnete Konzepte": Zusammenschlussstudie

- 09.10.2019: Machbarkeit und Kostenschätzung Ausbau 2045 ARA Höfe
- Okt. 2019: Vorinformation Gemeinderäte / Verbandsgremien, fachtechnische Fragen
- 15.11.2019: Schlussredaktion Zusammenschlussstudie
- 18.11.2019: Verabschiedung Zusammenschlussstudie: Freigabe für Ämterkonsultation Kanton Schwyz
- 31.01.2019: Rückmeldung Kanton: Prüfung, welche Varianten bewilligungsfähig sind
- 17.02.2020: Schlussbericht ATP 1.5 inkl. Management Summary und Ergebnis Ämter-konsultation
- 06.04.2020: Behördenanlass mit Präsentation Schlussbericht und weiteres Vorgehen
- 29.05.2020: Konsultation Anlageninhaber: Stellungnahme / Absichtserklärung
- 29.06.2020: Abschluss TP '1.5 Übergeordnete Konzepte' VGEP AVH

----------Meilenstein----------

Weiteres Vorgehen:

- 2020: Überarbeiten der Massnahmen- und Investitionspläne bis 2030 der drei ARA
- 2020–2023: Organisationsstrukturen bzw. -modelle für den Zusammenschluss

  → Volksentscheid falls Verbandsfusionen, Neugründung (Statutenanpassungen)
- 2020–2023: Raumplanerische Aspekte abklären (Naturschutzgebiete etc.)
- 2023–2025: Neubau Schlammbehandlung ARA Höfe
- 2023–2025: Verbesserung Erschliessung ARA Höfe (gehört nicht zum Projektumfang und ist damit nicht Teil der Investitionsvergleichsrechnung)
- 2023–2026: Technische Planung für Zusammenschluss
  - Erweiterung Verbands-GEP auf neues Einzugsgebiet (nach Abschluss VGEP AVH)
  - Planung Ausbau ARA Höfe, Abwasserleitungen und Rückbau der ARA Einsiedeln und ARA Oberes Sihltal

    → Volksentscheid Baukredit
- 2026–2030: Realisierung Zusammenschluss
- 2027–2028: Vorprojekt MV-Stufe
- 2029–2030: Realisierung MV-Stufe
- 2030: Inbetriebnahme

Luzern, 15.11.2019

Tino Christen, Reto von Schulthess

HOLINGER AG

ANHANG 1

WACHSTUMSPROGNOSE

WACHSTUMSPROGNOSE

Wachstumsprognose

Bevölkerung = ang. Einwohner E	2030	2045	2060	2075	2090
ARA Höfe	31'488	34'754	36'351	38'021	39'769
ARA Einsiedeln	16'115	17'786	18'603	19'458	20'353
ARA Oberes Sihltal	4'053	4'232	4'387	4'548	4'716
	51'656	56'772	59'341	62'028	64'837

Einwohnergleichwert EGW aus 85%-Fracht	2030	2045	2060	2075	2090
ARA Höfe	13'512	14'346	14'749	14'979	15'331
ARA Einsiedeln	11'485	12'614	13'097	13'442	13'847
ARA Oberes Sihltal	6'347	6'568	6'713	6'852	7'084
	31'344	33'528	34'559	35'272	36'263

Einwohnerwertes EW = E + EGW	2030	2045	2060	2075	2090
ARA Höfe	45'000	49'100	51'100	53'000	55'100
ARA Einsiedeln	27'600	30'400	31'700	32'900	34'200
ARA Oberes Sihltal	10'400	10'800	11'100	11'400	11'800
	83'000	90'300	93'900	97'300	101'100

Wachstum in % pro Jahr

Bevölkerung = ang. Einwohner E				
	0.66%	0.30%	0.30%	0.30%
	0.66%	0.30%	0.30%	0.30%
	0.29%	0.24%	0.24%	0.24%

Einwohnergleichwert EGW aus 85%-Fracht				
	0.40%	0.18%	0.10%	0.16%
	0.63%	0.25%	0.17%	0.20%
	0.23%	0.15%	0.14%	0.22%

Einwohnerwertes EW = E + EGW				
	0.58%	0.27%	0.24%	0.26%
	0.65%	0.28%	0.25%	0.26%
	0.25%	0.18%	0.18%	0.23%

ANHANG 2

KOSTENZUSAMMENSTELLUNG

INVESTITIONSKOSTEN

	Szenario	Zeitpunkt Umsetzung	Dim. [EW]	Kosten Brutto	Beitrag Bund (75 %)	Beitrag Kt. (20 %)	Kosten Netto
AOS	**Alleingang**						
	Allgemeine Sanierungen	2025		1'690'000			1'690'000
	Ausbau (+1 Strasse)	2025	11'100	1'080'000			1'080'000
	Total AOS Alleingang	***2025***		***2'770'000***			***2'770'000***
BezE	**Alleingang**						
	Laufende Sanierungen	2024		7'117'000			7'117'000
	Ausbau mit Hybrid-Wirbelbett	2030	31'700	2'700'000			2'700'000
	MV-Stufe	2030	31'700	8'500'000	6'375'000	1'700'000	425'000
	Werterhaltung	2035		10'200'000			10'200'000
	Total BezE Alleingang	***2035***		***28'517'000***			***20'442'000***
AVH	**Alleingang**						
	Allgemeine Sanierungen	2023		7'410'000			7'410'000
	Schlammbehandlung	2030	51'100	20'000'000			20'000'000
	Vorentfrachtung, Hochlast Stufe	2030	49'100	5'000'000			5'000'000
	MV-Stufe	2030	51'100	10'000'000	7'500'000	2'000'000	500'000
	Werterhaltung	2035		12'500'000			12'500'000
	Total Höfe Alleingang	***2035***		***54'910'000***			***45'410'000***
AOS	**Zusammenschluss**						
	Sanierung Sofortmassnahmen	2022		1'000'000			1'000'000
	Rückbau/Bau RKB Ob. Sihltal	2030		570'000			570'000
	Seeleitung	2030		8'200'000			8'200'000
	Pumpwerke, EMSRL	2030		900'000			900'000
	Total AOS Zusammenschluss	***2030***		***10'670'000***			***10'670'000***
BezE	**Zusammenschluss**						
	Laufende reduzierte Sanierungen	2024		4'380'000			4'380'000
	Rückbau/Bau RKB Einsiedeln	2030		1'670'000			1'670'000
	Leitung Var 4: Schindellegi	2030		15'100'000	6'375'000	1'700'000	7'025'000
	Total BezE Zusammenschluss	***2030***		***21'150'000***			***13'075'000***
Alle	**Zusammenschluss**						
	Sanierungen	2023		7'410'000			7'410'000
	Schlammbehandlung	2025	93'900	23'000'000			23'000'000
	Sanierungen	2035		8'500'000			8'500'000
	Ausbau MBR	2030	90'300	13'000'000			13'000'000
	MV-Stufe	2030	93'900	14'000'000	10'500'000	2'800'000	700'000
	Total Höfe Zusammenschluss	***2035***		***65'910'000***			***52'610'000***

Alleingang Gesamt	bis 2035		***86'197'000***	13'875'000	3'700'000	***68'622'000***
Zusammenschluss Gesamt	bis 2035		***97'730'000***	16'875'000	4'500'000	***76'355'000***

Die Kosten der Abwasserleitungen werden gemäss dem Kostenteiler aufgeteilt und werden nicht wie hier aufgelistet ausschliesslich von den hier bezeichneten Anlageninhabern ARA übernommen.

Beiträge Kanton an Planung der Massnahmen sind nicht eingerechnet.

ANHANG 3

SENSITIVITÄTSANALYSE

SENNSITIVITÄTSANALYSE

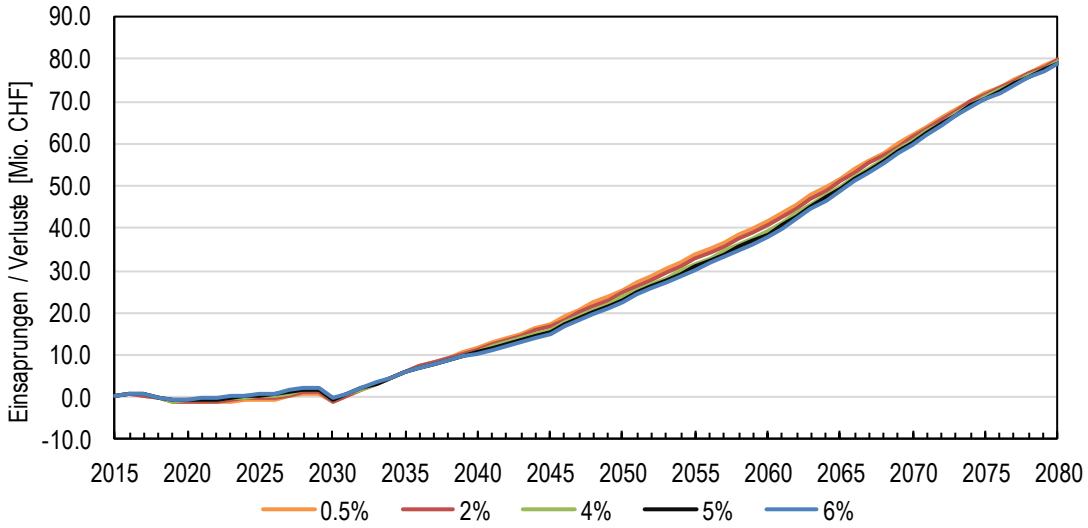


Abbildung 1: Jahreskostendifferenzen der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert bei Variation des Kapitalzinssatzes. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte).

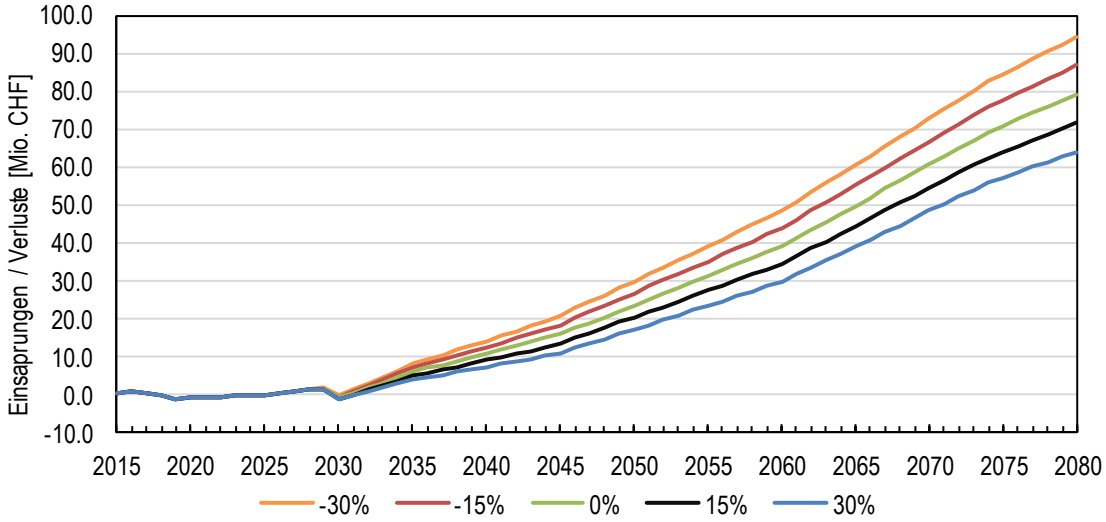


Abbildung 2: Jahreskostendifferenzen der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert bei Variation der Investitionskosten der Abwasserleitung. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte).

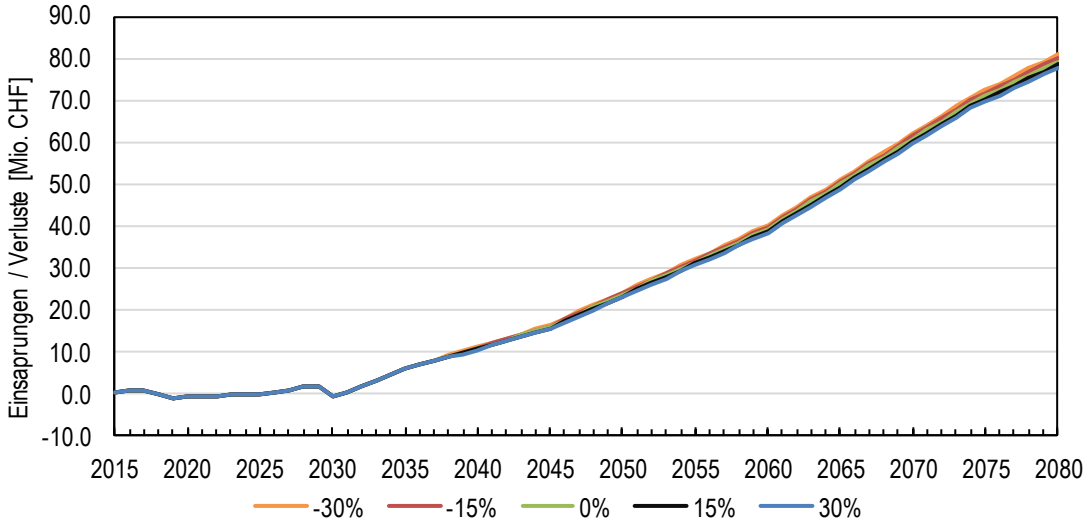


Abbildung 3: Jahreskostendifferenzen der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert bei Variation der Betriebskosten der Abwasserleitung. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte).

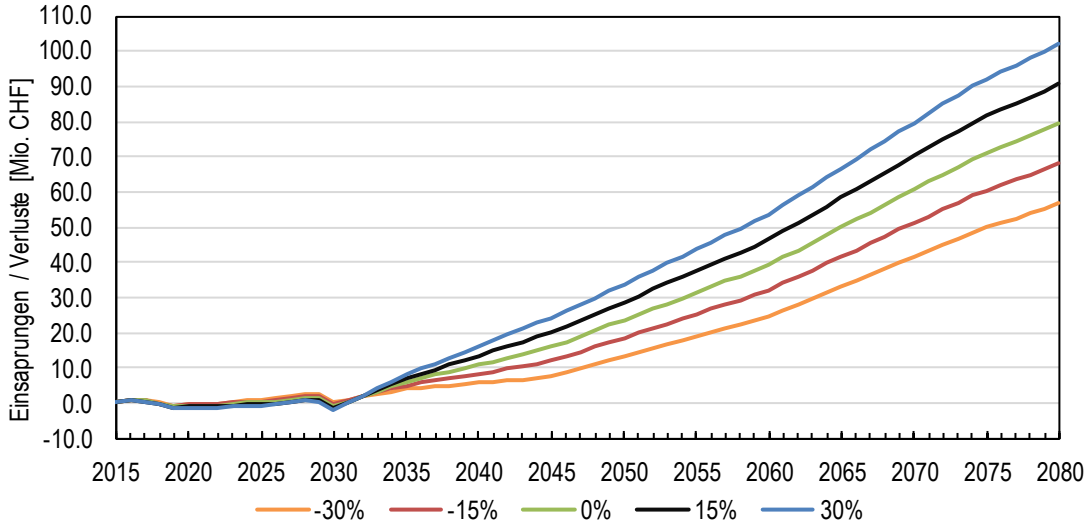


Abbildung 4: Jahreskostendifferenzen der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert bei Variation der Investitionskosten der ARAs bei beiden Varianten. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte).

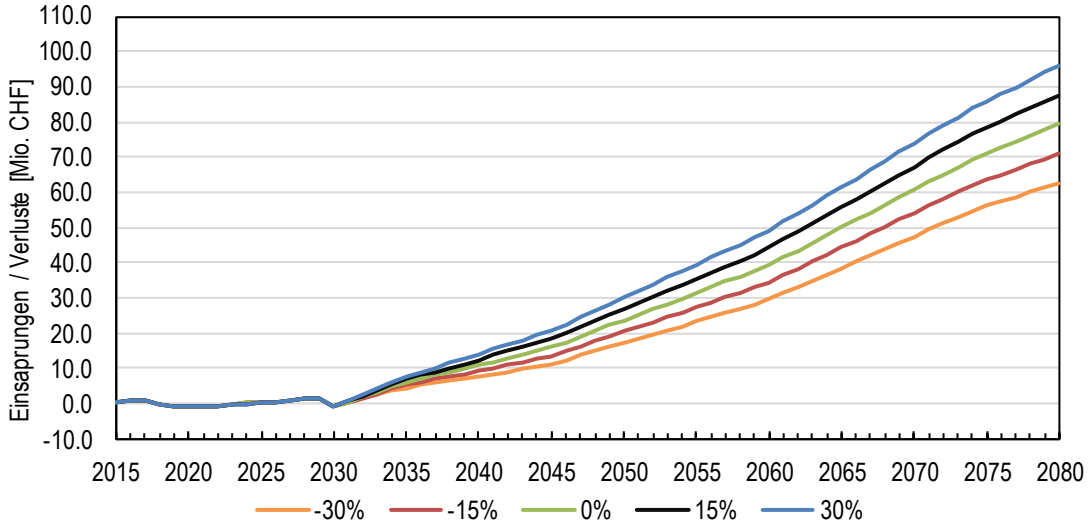


Abbildung 5: Jahreskostendifferenzen der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert bei Variation der Betriebskosten der ARAs beider Varianten. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte).

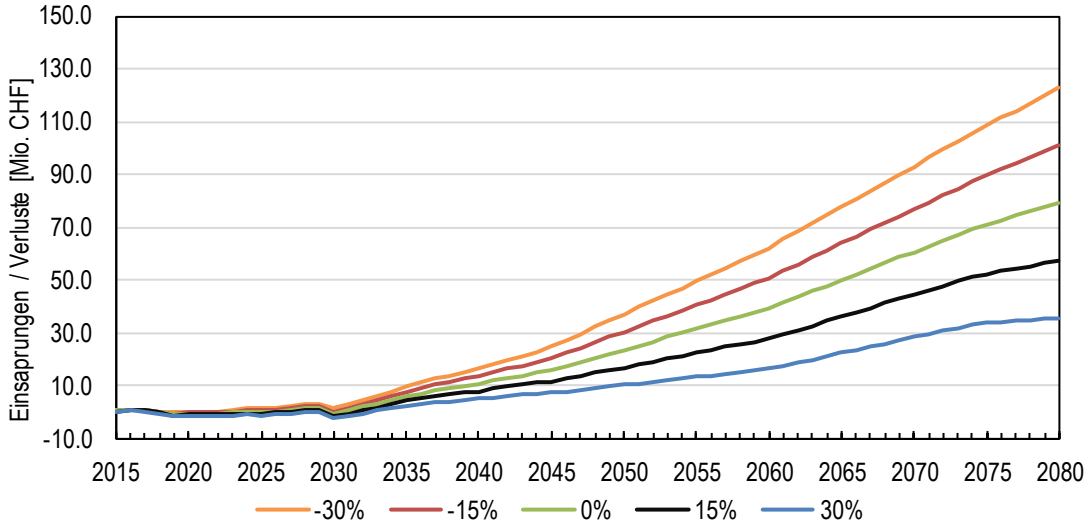


Abbildung 6: Jahreskostendifferenzen der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert bei Variation der Investitionskosten der ARA Höfe beim Zusammenschluss. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte).

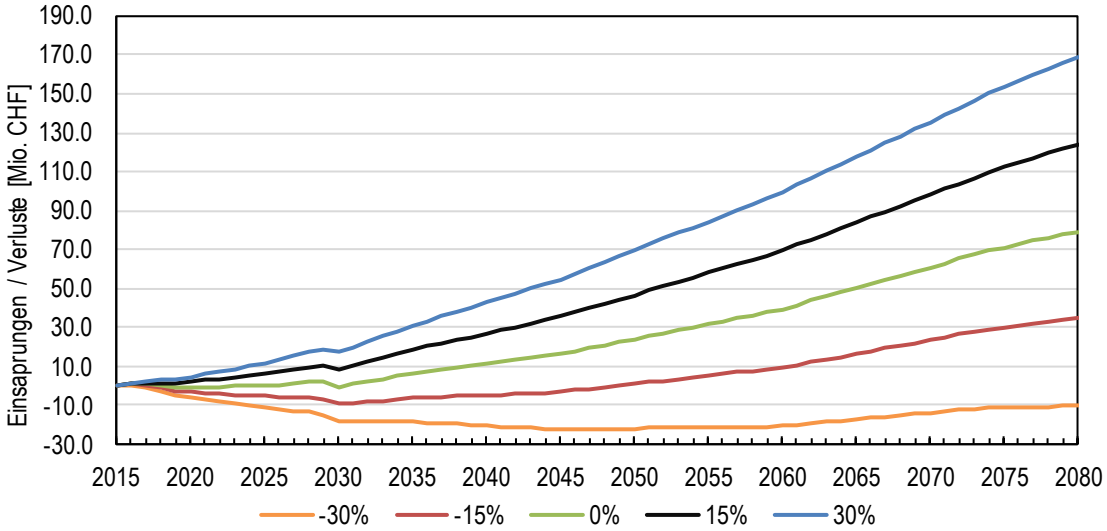


Abbildung 7: Jahreskostendifferenzen der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert bei Variation der Betriebskosten der Variante Alleingang. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte).

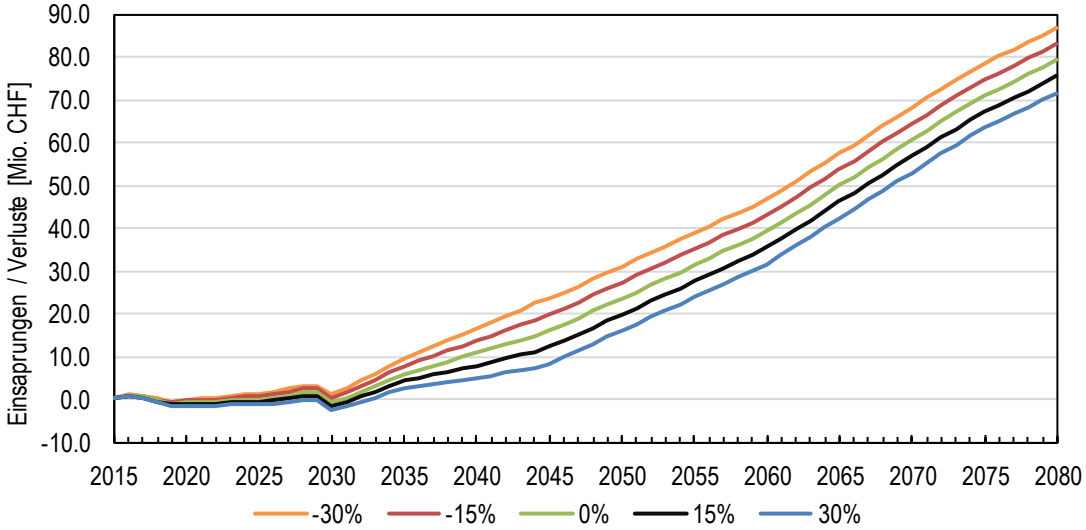


Abbildung 8: Jahreskostendifferenzen der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert bei Variation der Investitionskosten für den MBR beim Zusammenschluss 2030. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte).

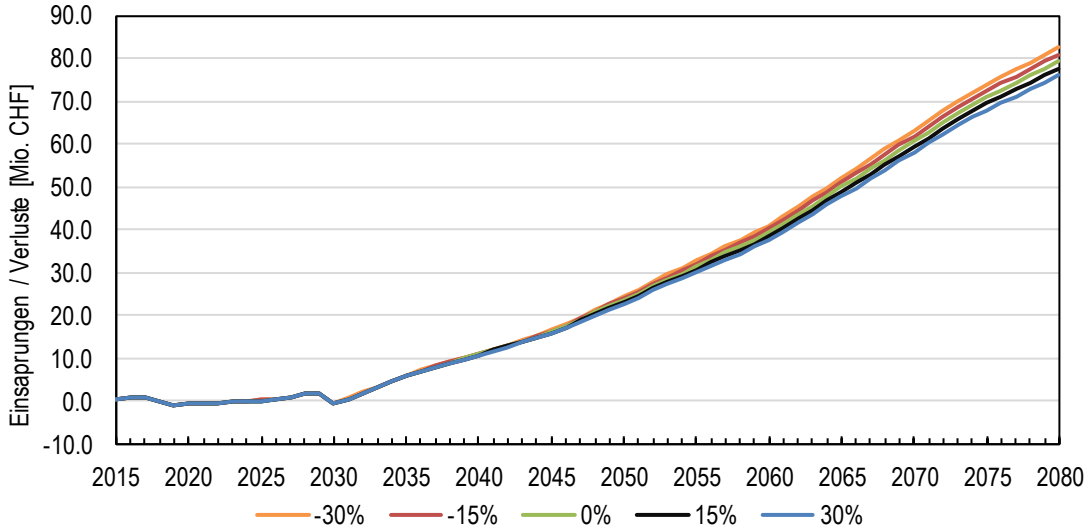


Abbildung 9: Jahreskostendifferenzen der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert bei Variation der Investitionskosten für die MV-Stufen beider Varianten. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte).

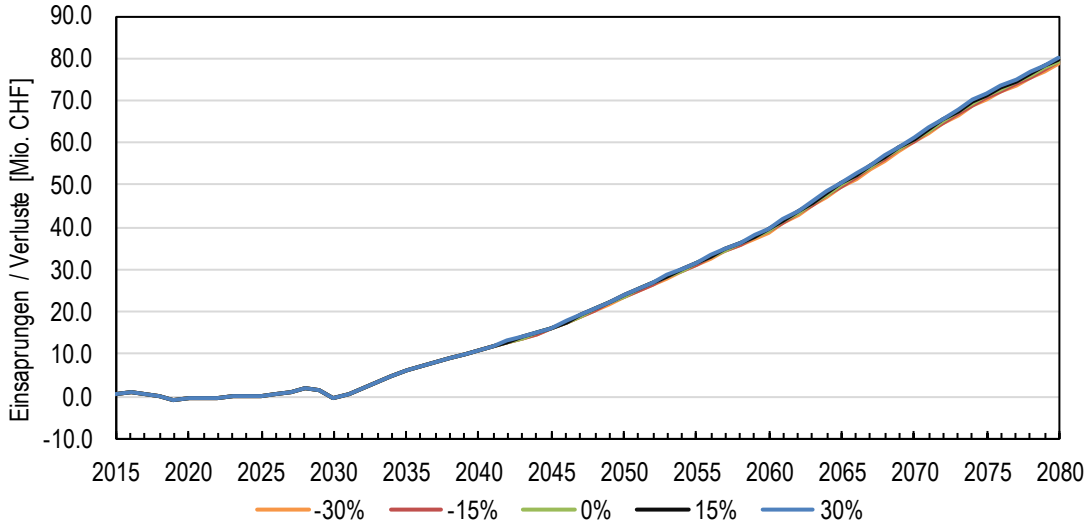


Abbildung 10: Jahreskostendifferenzen der Varianten Zusammenschluss und Alleingang aufsummiert bei Variation der Betriebskosten für die MV-Stufen beider Varianten. Einsparungen (pos. Werte), Verluste (neg. Werte).

ANHANG 4

VARIANTE NEUBAU ARA HÖFE 2045 AN ALTERNATIVSTANDORT

ZUSAMMENSCHLUSS: VARIANTE NEUBAU ARA HÖFE 2045 AN ALTERNATIVSTANDORT. AUSWIRKUNGEN AUF GESAMTWIRTSCHAFTLICHKEIT

Dimensionierungsgrundlagen

Ausbauziele:

Einwohnerwerte

	2030	2045	2060	2075	2090
ARA Höfe	45'000	49'100	51'100	53'000	55'100
ARA Einsiedeln	27'600	30'400	31'700	32'900	34'200
ARA Oberes Sihltal	10'400	10'800	11'100	11'400	11'800
Zusammenschluss	83'000	90'300	93'900	97'300	101'100

Hydraulische Dim. ARA Höfe 2045:

Dimensionierungswassermenge Q_{dim} = 700 l/s

Erschliessung ARA Höfe

Die vorgesehene Verbesserung der Erschliessung der ARA Höfe durch den Bau einer Unterführung ist ein Projekt der Gemeinde Freienbach. Deren Kosten sind damit nicht Teil der Investitionsplanung des AVH. In der Folge haben auch zum Anschluss bereite Oberlieger keine Kosten für die Verbesserung der Erschliessung einzurechnen.

Umbau 2030

Beim Zusammenschluss werden die ARAs Einsiedeln und Oberes Sihltal an die ARA Höfe angeschlossen. Die Kapazität der ARA Höfe wird durch den Umbau der bestehenden Becken auf das MBR-Verfahren auf 90'300 EW erhöht.

- Investitionskosten: 13 Mio. CHF

Von einem Neubau der ARA Höfe 2030 muss abgesehen werden, weil die bestehenden Becken der biologischen Reinigungsstufe noch nicht abgeschrieben sind. Die Lebensdauer der Becken wird im Jahre 2045 erreicht, diejenige der EMT und der Membranen des MBR-Verfahrens ebenfalls. Für die Sanierung der ARA Höfe 2045 stehen grundsätzlich zwei Varianten zur Diskussion (Ausbaugrösse 97'300 EW):

1. Ausbau vor Ort
2. Neubau an Alternativstandort

Ausbau ARA Höfe vor Ort

Weiterführende Abklärungen im Rahmen des Projektzusatzes 'Machbarkeit Ausbau ARA Höfe 2045' haben ergeben, dass der Ausbau 2045 vor Ort mit folgenden Kosten machbar ist:

- Investitionskosten: 40 ± 10 Mio. CHF

Neubau ARA Höfe an Alternativstandort

Die Investitionskosten für den Neubau der ARA Höfe 2045 an einem Alternativstandort werden auf 110 Mio. CHF geschätzt. Sie setzen sich wie folgt zusammen:

– Bau	CHF 50 Mio.
– EMT	CHF 32 Mio.
– EMSRL	CHF 13 Mio.
– Kanal	CHF 15 Mio. (2044)
– Total	CHF 110 Mio.

In Abbildung 1 sind die im gesamten Planungshorizont bis 2080 mutmasslich anfallenden Investitionskosten beim Neubau der ARA an Alternativstandort aufgeführt.

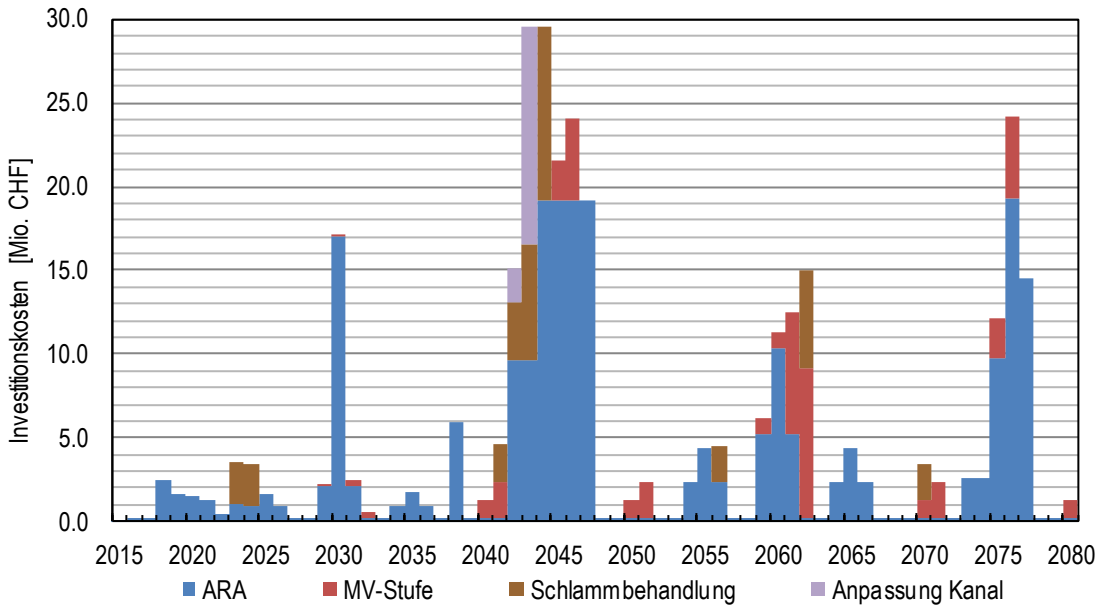


Abbildung 1: Investitionskosten aus Sicht der ARA Höfe bei einem Zusammenschluss 2030 und Neubau an Alternativstandort 2045 (d.h. Investitionen auf den ARAs Einsiedeln und Oberes Sihltal sind bis 2030 nicht in dieser Grafik enthalten).

Bis 2045 sind die Investitionskosten bei den Varianten Ausbau vor Ort und Neubau an Alternativstandort gleich. Damit bleiben bis 2045 auch die für die Berechnung der Gesamtwirtschaftlichkeit des Zusammenschlusses massgeblichen Jahreskosten unverändert (Abbildung 2).

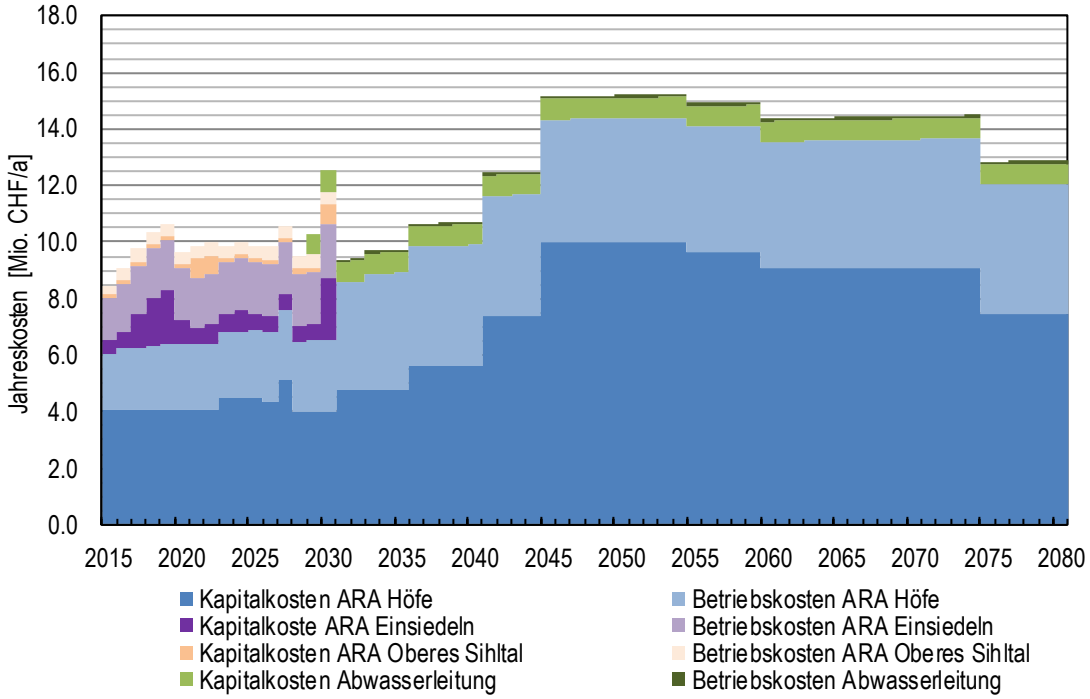


Abbildung 2: Jahreskosten beim Zusammenschluss unter Variante Neubau ARA Höfe an Alternativstandort 2045.

Nach 2045 steigen die Jahreskosten jedoch stark an. Nach 30 Jahren (2075) ist der Neubau der ARA am alternativen Standort vollends abgeschrieben.

Beim Vergleich der Jahreskosten der Varianten Zusammenschluss unter Neubau der ARA an Alternativstandort 2045 vs. Alleingang ergibt sich folgendes Bild:

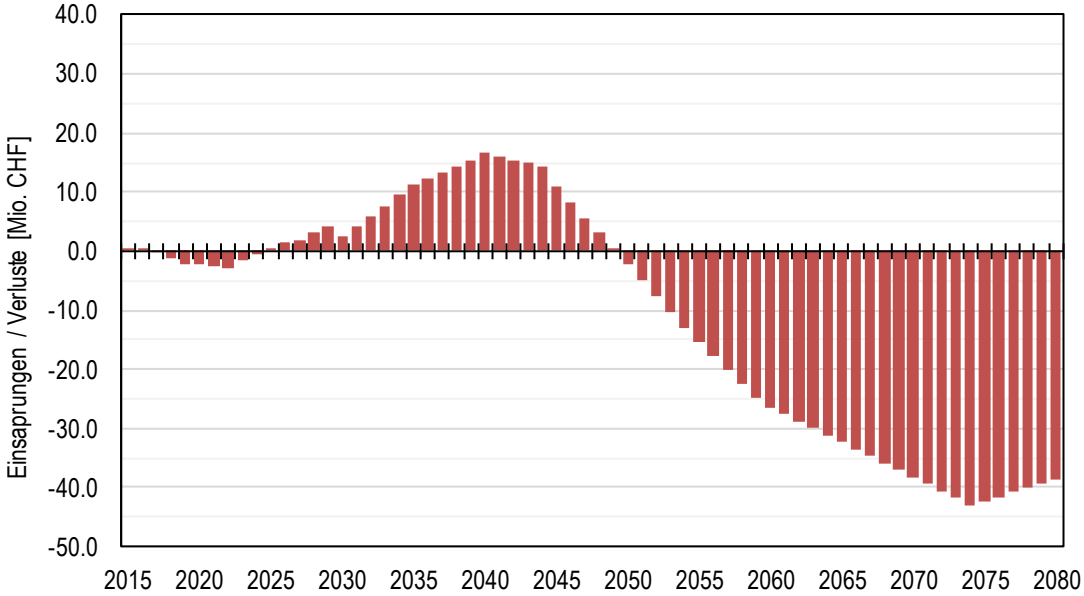


Abbildung 3: Gesamtwirtschaftlichkeit: Einsparungen bzw. Verlust durch den Zusammenschluss unter Neubau der ARA Höfe 2045 an Alternativstandort im Vergleich mit dem Alleingang der drei ARAs.

Variantenvergleich und Fazit

Das Ergebnis lässt sich in die bereits bestehende Sensitivitätsanalyse betr. Ausbaukosten Sanierung ARA Höfe 2045 integrieren (Abbildung 4).

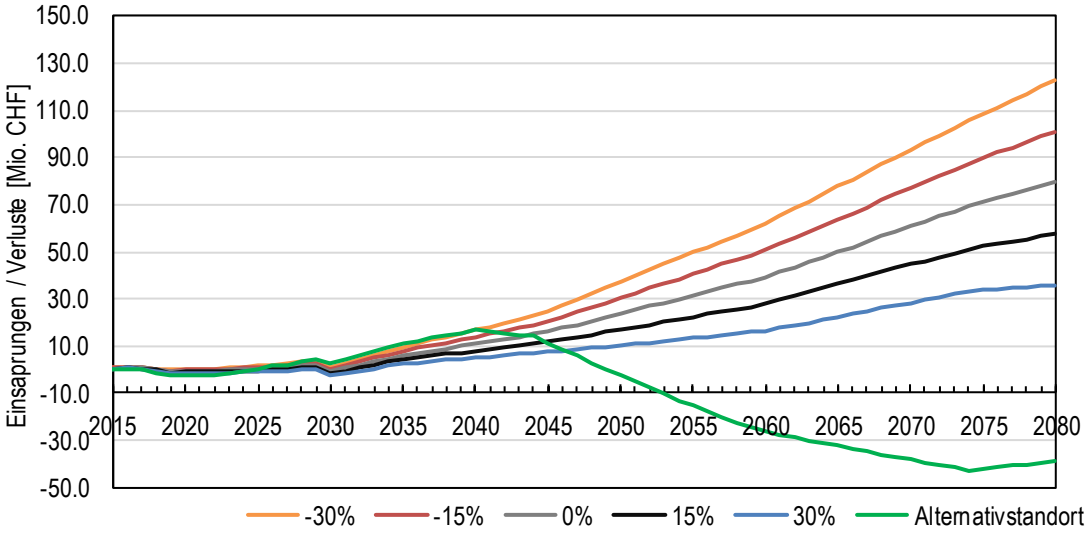


Abbildung 4: Sensitivitätsanalyse der Investition 2045. Ausbau der ARA Höfe vor Ort ± 30 % und Neubau der ARA an Alternativstandort.

Durch die hohen Investitionskosten für einen allfälligen Neubau 2045 an einem Alternativstandort ist die Wirtschaftlichkeit beim Zusammenschluss nicht mehr gegeben!

ANHANG 5

STELLUNGNAHME KT. SCHWYZ: MACHBARKEIT VERSCH. LEITUNGSFÜHRUNGEN

Umweltdepartement
Amt für Umweltschutz
Kollegiumstrasse 28
Postfach 2162
6431 Schwyz

KOPIE

kantonschwyz

6431 Schwyz, Postfach 2162

Holinger AG
Reto von Schulthess
Aplenquai 12
6005 Luzern

Unser Zeichen FK/PB 10/38/01/2018
Direktwahl 041 819 20 32
E-Mail florian.kalt@sz.ch
Datum 4. Juli 2018

Vorabklärung: Machbarkeit verschiedener Linienführungen von ARA oberes Sihltal zu ARA Einsiedeln

Sehr geehrter Herr von Schulthess

Mit dem Schreiben vom 17. Mai 2018 haben wir Ihre Anfrage zur Stellungnahme des Kantons Schwyz erhalten. Die kantonalen Fachstellen Verkehrsamt, Amt für Raumentwicklung, Amt für Natur, Jagd und Fischerei und Amt für Umweltschutz nehmen wie folgt dazu Stellung:

Verkehrsamt

Variante 1 (Seeleitung): Die genauen Orte für die Leitungsverlegung (Übergang vom Land in den Sihlsee am südlichen und nordwestlichen Seeende) sind aus der Karte nicht ersichtlich. Um unnötige Kosten zu vermeiden, müsste ein Augenmerk auf bestehende Landungs- und Stationierungsstege gerichtet werden. Ansonsten bestehen aus Sicht der Schiffskontrolle keine Vorbehalte gegen diese Variante.

Variante 3 (Seeuferleitung): Aus den Unterlagen geht nicht hervor, in welchem Abstand zum Ufer eine solche Leitung im Seegrund versenkt würde. Das Verkehrsamt verweist jedoch darauf, dass entlang des Ufers diverse Landungs- und Stationierungsanlagen vorhanden sind. Um die Kosten tief zu halten, müsste die Leitung eher ausserhalb solcher Anlagen zu liegen kommen. Ansonsten bestehen aus Sicht der Schiffskontrolle keine Vorbehalte gegen diese Variante.

Allgemein: Da sich der Sihlsee aktuell in privatem Besitz (SBB) befindet, würden keine Konzessionskosten für den gesteigerten Gemeingebrauch anfallen. Sollte sich der Sihlsee aber zum Realisierungszeitpunkt im Besitz des Kantons Schwyz befinden, würde eine einmalige Grundgebühr von Fr. 250.-- sowie eine Gebühr von ca. Fr. 6.-- bis 7.-- pro Laufmeter Leitung fällig.

Amt für Raumentwicklung

Aus raumplanungsrechtlicher Sicht stehen allen drei Varianten keine Einwände entgegen. Aus Sicht des Amts für Raumentwicklung (ARE), gibt es keine kostenrelevanten Vorgaben für die jeweiligen Varianten.

Bezüglich Verfahren weist das ARE darauf hin, dass Leitungen in diesem Ausmass planungspflichtig sind. Vorgängig einer Baubewilligung ist ein Nutzungsplanverfahren durchzuführen.

Amt für Natur, Jagd und Fischerei

Natur- und Landschaftsschutz

Die Variante 1 (Seeleitung) liegt innerhalb der Moorlandschaft von nationaler Bedeutung Nr. 10 „Breitried/Unteriberg" und tangiert im Bereich der Sihlmündung das kantonale Naturschutzgebiet „Breitried, Schützenried, Oberer Sihlsee und Allmig".

Variante 2 (Landleitung) betrifft die Moorlandschaft von nationaler Bedeutung Nr. 10 „Breitried/Unteriberg", die Flachmoore von nationaler Bedeutung Nr. 2339 „Ried bei Grossbach", Nr. 3165 „Nätsch" und Nr. 3166 „Rütiwijer", das Amphibienlaichgebiet von nationaler Bedeutung SZ5 „Sihlsee Steinbach (Lukasrank)", das kantonale Naturschutzgebiet „Breitried, Schützenried, Oberer Sihlsee und Allmig" sowie die kommunalen Schutzzonen des Bezirks Einsiedeln Nr. 8.220 und 1.028.

Variante 3 (Seeuferleitung) ist in den zugestellten Unterlagen nicht dargestellt. Es ist aber davon auszugehen, dass die Moorlandschaft von nationaler Bedeutung Nr. 10 „Breitried/Unteriberg", diverse Biotope von nationaler Bedeutung sowie das kantonale Naturschutzgebiet „Breitried, Schützenried, Oberer Sihlsee und Allmig" betroffen sind.

Nach Art. 23d Abs. 1 des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz vom 1. Juli 1966 (SR 451, NHG) sind die Gestaltung und die Nutzung der Moorlandschaften von nationaler Bedeutung zulässig, soweit sie der Erhaltung der für sie typischen Eigenheiten nicht widersprechen. Nach Art. 8 der eidgenössischen Moorlandschaftsverordnung vom 1. Mai 1996 (SR 451.35, MLV) sorgen die Kantone dafür, dass bestehende Beeinträchtigungen von Objekten bei jeder sich bietenden Gelegenheit soweit als möglich behoben werden.

Gemäss Art. 4 der eidgenössischen Flachmoorverordnung vom 7. September 1994 (SR 451.33, FMV) sind die Flachmoore von nationaler Bedeutung ungeschmälert zu erhalten. Nach Art. 5 Abs. 2 Bst. b FMV sorgen die Kantone insbesondere dafür, dass keine Bauten und Anlagen errichtet und keine Bodenveränderungen vorgenommen werden; ausgenommen sind, unter Vorbehalt der Buchstaben d und e, Bauten, Anlagen und Bodenveränderungen, die der Aufrechterhaltung des Schutzziels dienen. Die Kantone sorgen nach Art. 5 Abs. 2 Bst. d FMV ausserdem dafür, dass zur Aufrechterhaltung der bisherigen landwirtschaftlichen Nutzung nur solche Bauten und Anlagen errichtet, unterhalten und erneuert und nur solche Bodenveränderungen vorgenommen werden, die dem Schutzziel nicht widersprechen und dass nach Art. 5 Abs. 2 Bst. e FMV unmittelbar standortgebundene Massnahmen gegen Naturereignisse naturnah und nur zum Schutz des Menschen erfolgen.

Gemäss Art. 6 Abs. 1 der eidgenössischen Amphibienlaichgebiete-Verordnung vom 15. Juni 2001 (SR 451.35, AlgV) sind die Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung in ihrer Qualität und Eignung sowie als Stützpunkte für das langfristige Überleben gefährdeter Amphibienarten ungeschmälert (ortsfeste Objekte) bzw. funktionsfähig (Wanderobjekte) zu erhalten. Nach § 1 Abs. 2 der

kantonalen Verordnung zum Schutze der Gebiete Schwantenau, Roblosen, Breitried, Schützenried, Oberer Sihlsee und Allmig vom 29. August 2010 (SRSZ 722.313) bezweckt der Schutz die Erhaltung, Pflege und Förderung der Gebiete Schwantenau, Roblosen, Breitried, Schützenried, Oberer Sihlsee und Allmig als Lebensräume der darin typischen Pflanzen- und Tierwelt mit offenen Hochmoor-, Zwischenmoor-, Ried- und Verlandungsbereichen sowie typischen Sukzessionsstadien. Ausserdem soll das Landschaftsbild in seiner Eigenart bewahrt bleiben.

Vorab ist festzuhalten, dass Variante 2 (Landleitung) keinem der obgenannten Zwecke entspricht und damit nicht mit den gesetzlichen Vorgaben (insbesondere Flachmoorschutz) vereinbar ist. Aus Sicht des Natur- und Landschaftsschutzes ist deshalb auf diese Variante zu verzichten.

Auch Variante 3 (Seeuferleitung) steht potentiell in Widerspruch zu den obgenannten gesetzlichen Vorgaben. Für eine genauere Beurteilung müsste diese Variante mit einer Linienführung dargestellt werden (in den zugestellten Unterlagen nicht vorhanden).

Variante 1 (Seeleitung) kann aus Sicht des Natur- und Landschaftsschutzes unter folgenden Voraussetzungen weiterverfolgt werden:

- Mit dem Bau werden keine Biotope von nationaler Bedeutung oder andere schützenswerte Lebensräume tangiert.
- Die Leitung tritt landschaftlich nicht in Erscheinung.
- Im Sinne von Art. 8 MLV ist im Rahmen des Projekts die bestehende ARA Oberes Sihltal zurückzubauen und die Fläche landschaftlich und ökologisch aufzuwerten.

Fischerei

Aus Sicht der Fischerei besteht keine Vorgabe, welche eine der vorgeschlagenen Varianten verunmöglicht. Bei der weiteren Planung ist aber Folgendes zu beachten:

- Bei Variante 1 ist zu vermeiden, dass während der Bauarbeiten erhebliche Wassertrübungen entstehen. Zudem ist eine Störung/Veränderung des Verlaufs der Sihl im See zu vermeiden.
- Falls bei Variante 2 Bachquerungen notwendig sind, welche Erdarbeiten erfordern, müssen Wasserhaltungen vorgenommen werden.

Amt für Umweltschutz

Oberflächengewässer

Allgemein: Das Projekt tangiert vermutlich bei allen Varianten den Gewässerraum des Sihlsees. Dieser beträgt aktuell 20 Meter ab Grenze der Wasserzone, gemäss den Übergangsbestimmungen der Gewässerschutzverordnung (GSchV). Im Gewässerraum dürfen nur standortgebundene, im öffentlichen Interesse liegende Anlagen wie Fuss- und Wanderwege, Flusskraftwerke oder Brücken erstellt werden. Sofern keine überwiegenden Interessen entgegenstehen, kann die Behörde Ausnahmen nach Art. 41c Abs. 1 Bst. a-d GSchV erteilen. Für das vorliegende Projekt ist jedoch kein Ausnahmegrund relevant. Sofern eine Leitungsführung, mit entsprechenden stichhaltigen Begründungen, ausserhalb des Gewässerraums nicht möglich ist, ist sie standortgebunden. Das öffentliche Interesse ist gegeben.
Gemäss dem Merkblatt zur definitiven Gewässerraumausscheidung soll für den Sihlsee kein Gewässerraum ausgeschieden werden. Dies tritt jedoch erst in Kraft, wenn dies in der Nutzungsplanung erwähnt und diese erlassen ist. Bis dahin gelten 20 Meter Gewässerraum gemäss den Übergangsbestimmungen.

Variante 1 und 3:
Optimal ist der Vorschlag mit der Leitungsverlegung im Seegrund. Dadurch wird dieser nicht direkt tangiert. Wünschenswert wäre eine Verlegung z.B. mittels Spülbohrung. Zum Schutz des Gewässers verlangt der Kanton eine Rohrverlegung im Doppelwandsystem. Falls die Leitung in gewissen Abschnitten auf den Seegrund gelegt werden muss/soll, sind in diesen Bereichen Aufnahmen der Wasservegetation zu machen.

Variante 2:
Die Leitung soll wenn möglich ausserhalb des Gewässerraums des Sihlsees verlegt werden.

Siedlungsentwässerung
Aus Sicht der Siedlungsentwässerung besteht kein Einwand gegen eine der drei Varianten. Der Zusammenschluss entspricht dem kantonalem Entwicklungskonzept Abwasserreinigung 2030.

Wir danken für die Möglichkeit zur Stellungnahme.

Freundliche Grüsse
Amt für Umweltschutz des Kantons Schwyz

Florian Kalt, Sachbearbeiter Gewässerschutz

Kopie an:
- Verkehrsamt
- ANJF
- ARE
- AfU