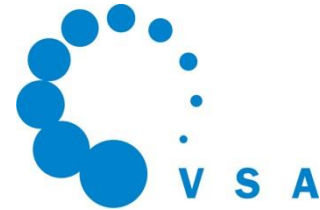


Verband Schweizer  
Abwasser- und  
Gewässerschutz-  
fachleute

Association suisse  
des professionnels  
de la protection  
des eaux

Associazione svizzera  
dei professionisti  
della protezione  
delle acque

Swiss Water  
Pollution Control  
Association

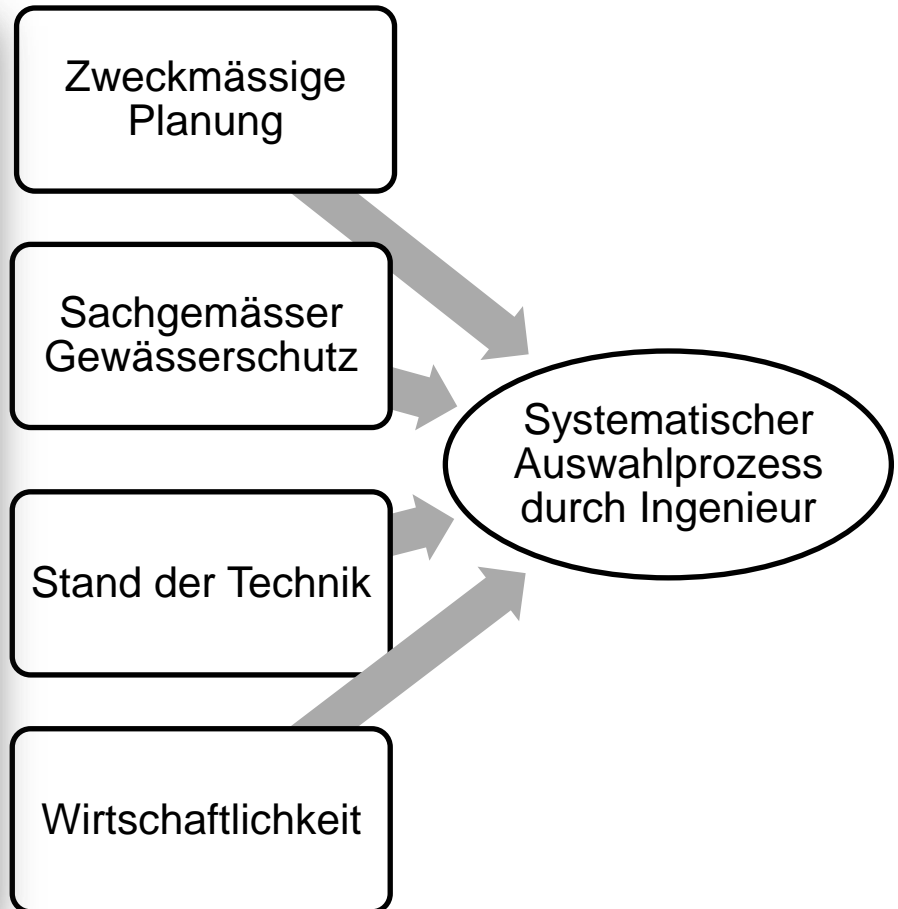
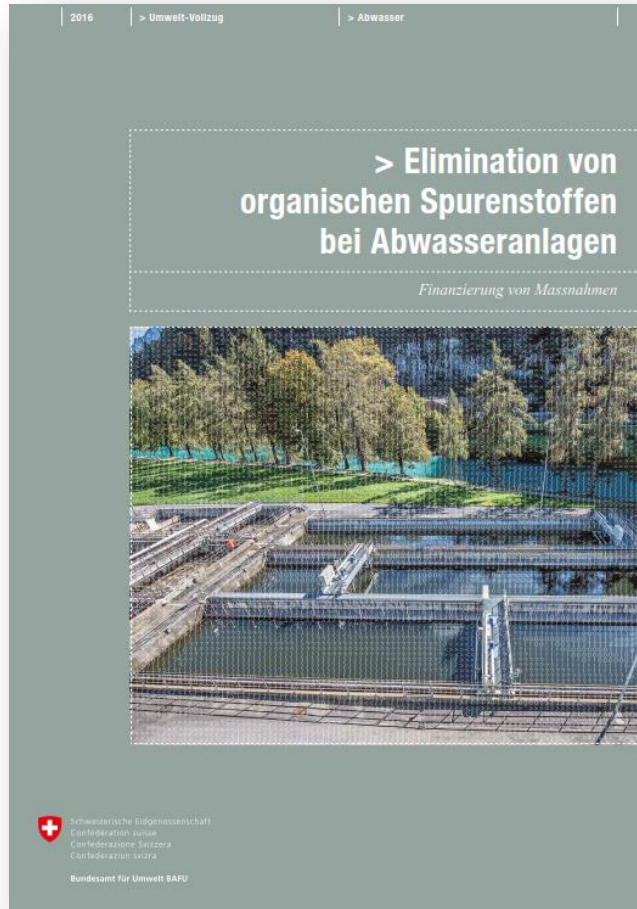


# Verfahrenswahl: Was ist wichtig?

## Martin Baggenstos, Hunziker Betatech

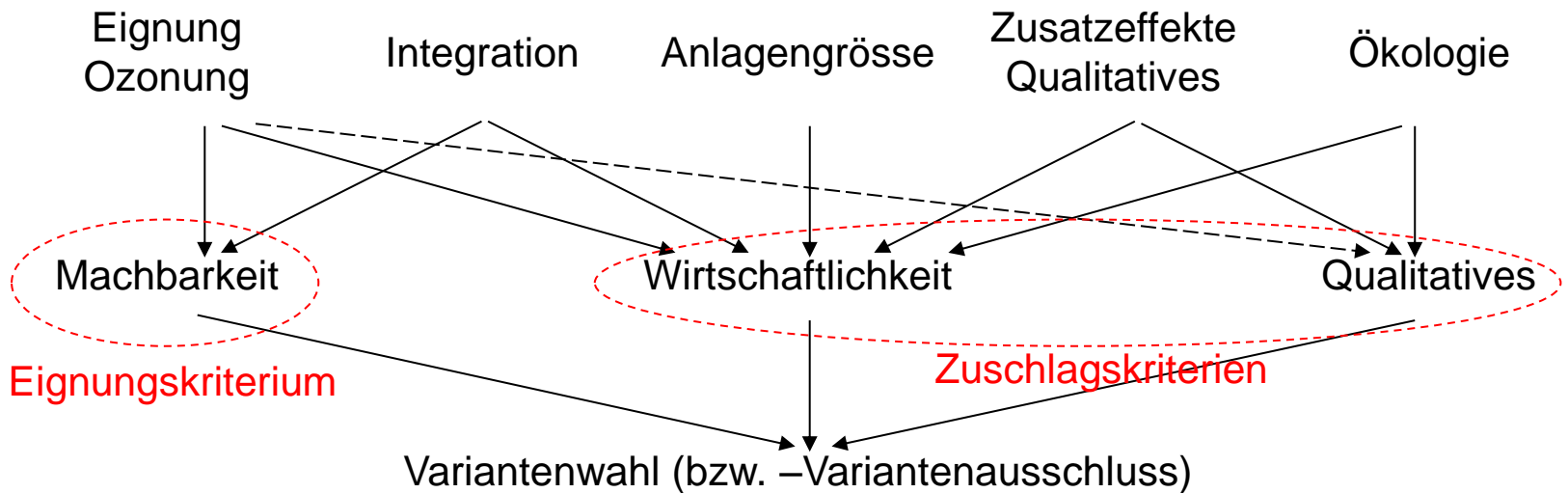
Luzern, 14.03.2019

# Kriterien BAFU und Umsetzung Ingenieur



Luzern, 14.03.2019

# Umsetzung Ingenieur



Zweistufiges Vorgehen: zuerst Machbarkeit von Verfahren prüfen, dann Vergleich

# Verfahrenseignung Ozonung



Ozonung ist fast immer die wirtschaftlichste Lösung. Die Eignung der Ozonung hat also den grössten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit und somit meist auf die Variantenwahl.


- Abklärungen zur Verfahrenseignung Ozonung gemäss Empfehlung VSA machen
- Keine Ozonung typischerweise bei erhöhten Bromid-Konzentrationen (Abwasser von KVA und/oder Deponien) und/oder erhöhtem Industrieabwasseranteil

Verband Schweizer  
Abwasser- und  
Abfallwirtschaft  
chiffre

Associazione  
svizzera di  
Ingegneri della  
protezione delle  
acque

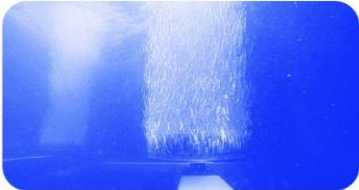
Swiss Water  
Association

Europastrasse 3  
Postfach, 8152  
Glöttbrugg  
sekretariat@vsa.ch  
www.vsa.ch  
T: 043 343 70 70  
F: 043 343 70 71



**ABKLÄRUNGEN  
VERFAHRENSEIGNUNG  
OZONUNG**

EMPFEHLUNG



*Der VSA empfiehlt diese Abklärungen frühzeitig und vollständig durchzuführen, wenn eine Ozonung in Betracht gezogen wird. Erweist sich ein Abwasser als ungeeignet, und wird von einer Ozonung abgesehen, können die Abklärungen auch vorzeitig abgebrochen werden.*

28. März 2017, Version 1

Luzern, 14.03.2019

# Verfahrenseignung Ozonung



## Hinweise:

- Aktuelle und zukünftige Situation betrachten
- Wille muss da sein, Überwachungskonzept anzuwenden und Massnahmen bei Änderungen bei Industrieeinleitern anzuordnen
- Überwachungskonzept «Eignung Ozonung» ist äquivalent zu Aufwand für QS und Beschaffung bei Aktivkohle-Verfahren

Betrieb von Ozonanlagen: Erkennen von kritischen Entwicklungen im Einzugsgebiet



Bei der Ozonung von Abwasser können, neben der erwünschten Spurenstoffelimination, abhängig von der Abwasserzusammensetzung problematische Oxidationsnebenprodukte gebildet werden. In Schweizer ARA werden Ozonanlagen nur realisiert, wenn das Abwasser als geeignet eingestuft wird. Durch Veränderungen im Einzugsgebiet (z.B. eine neue Industrie oder eine sich ändernde industrielle Aktivität) kann sich jedoch die Abwasserzusammensetzung signifikant ändern. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass auch nach der Inbetriebnahme die Abwasserzusammensetzung und dessen Eignung zur Ozonung überwacht wird. Dieses Dokument richtet sich an die Betreiber von Ozonanlagen auf kommunalen Kläranlagen, an die Vollzugsbehörden (kantonale Fachstellen), an die kommunalen Entscheidungsträger, sowie weitere relevante Akteure.

# Integration



## Relevante Aspekte

- Was ist schon da und kann genutzt werden (z.B. best. Filtration)?
- Wieviel Platz ist verfügbar und kann/will ich brauchen?
- Schnittstellen zu bestehenden ARA: Schlammanfall (Biologie und Schlammbehandlung), hydraulische Rückbelastung, Dynamik Abwasseranfall (SBR-Verfahren)

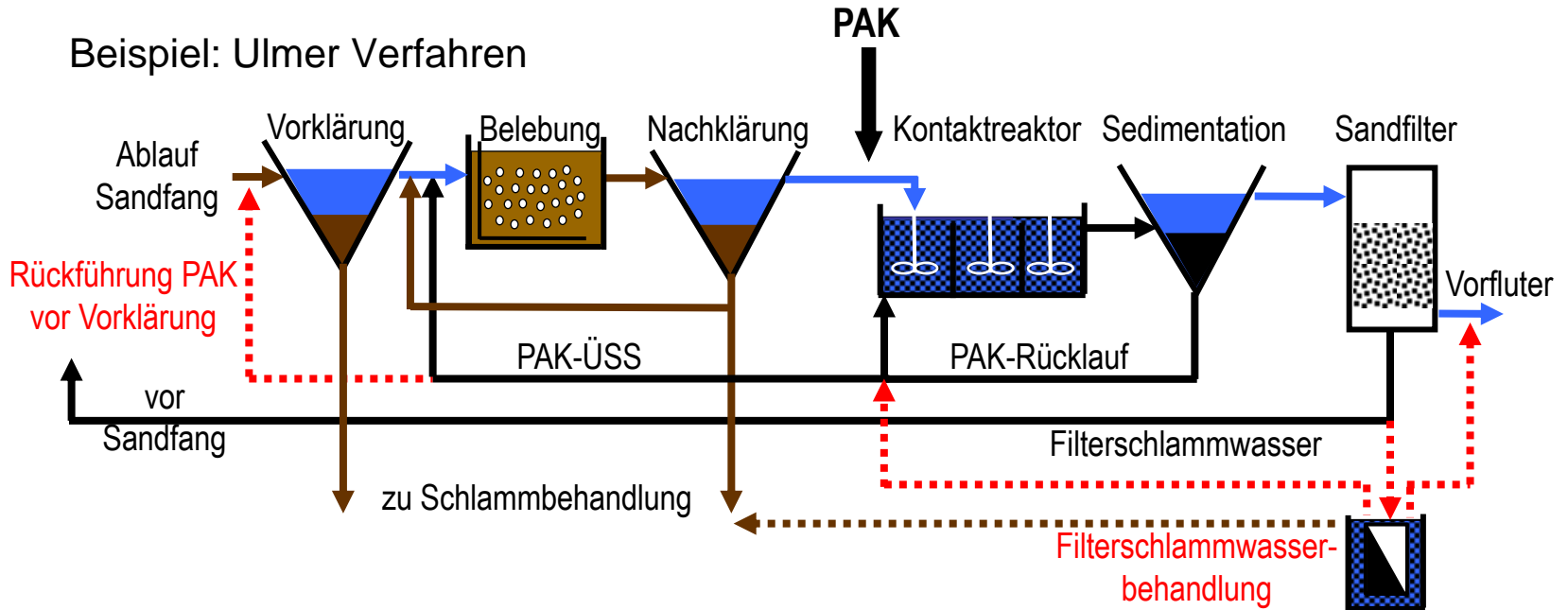
Schnittstellenprobleme können teilweise technisch gelöst werden (mit Kostenfolgen).

Die Wirtschaftlichkeit wird durch Integrationsaspekte stark beeinflusst, allenfalls verhindert die Integration sogar die Machbarkeit von einzelnen Varianten.

# Integration: Schnittstellen und Lösungen



## Beispiel: Ulmer Verfahren



Rückführung PAK vor Vorklärung: Ulmer Verfahren (und glw.), PAK vor SF

- Auch saisonal denkbar, Einfluss auf Betriebskosten!

Filterschlammwasserbehandlung: alle Verfahren mit Filtersystemen

- Einfluss auf Investitions- und Betriebskosten

# Anlagengrösse



## Relevante Faktoren

1. Wassermengen  
( $>$  Anlagengrösse  $>$  Investitionskosten  $>$  Kapitaldienst)
2. Frachten ( $>$  Betriebsmittelverbrauch  $>$  Betriebskosten)
3. Redundanzen (siehe auch VSA-Empfehlung)

Die verschiedenen Verfahren reagieren unterschiedlich stark auf diese Faktoren: somit hängt die Wirtschaftlichkeit von diesen Faktoren ab..

- Hohe Fremdwassermengen sind nachteilig (ev. Einfluss auf Abgeltungen)
- Hohe Regenwassermengen: Je nach Situation Teilstrombehandlung prüfen, siehe Bericht 2015

Luzern, 14.03.2019



# Zusatzeffekte



## Relevante Faktoren

- DOC-Reduktion
- GUS-/Mikroplastik-Reduktion
- P-Reduktion
- Restnitrifikation, Nitritreduktion
- Keimreduktion
- Entfärbung

Effekte durch Hauptstufe und/oder Nachbehandlung!

Einzelne Effekte sind nicht neu/zusätzlich wenn Filtration bestehend.

Qualitatives, das auch monetär bewertet werden kann/könnte!

## Persönlicher Hinweis

- Gute GUS-Entnahme ist auf jeden Fall erstrebenswert

# Ökologie / Nachhaltigkeit



Mögliche, zu berücksichtigende Aspekte

- Graue Energie der Anlage
- CO<sub>2</sub> Fussabdruck resultierend aus Betriebsmitteln
- Weitere Belastungsaspekte durch Produktion der Betriebsmittel
- Erneuerbarkeit der Betriebsmittel

Vorschlag für eine einfache Wirtschaftlichkeitsbetrachtung:

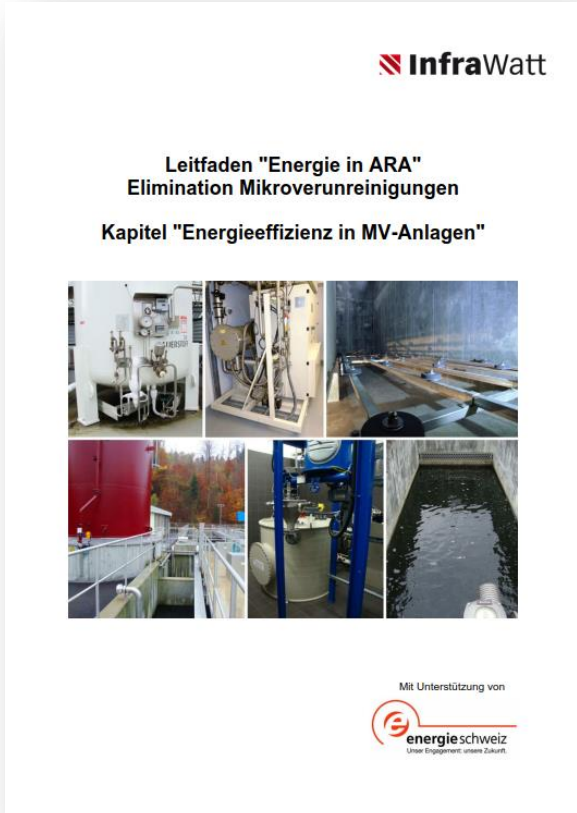
Berechnung CO<sub>2</sub>-Fussabdruck und resultierende CO<sub>2</sub>-Kompensation

<b>MV-Elim. (pro E a)</b>			<b>Verkehr</b>		
O3	GAK	PAK	Auto	Flug Berlin	Flug Bangkok
	(reg.)	tertiär/Bio	20 km	2x650 km	2x9'000 km
4.4	6.2	20/29	5	350 kg	3'400 kg CO2
0.13	0.19	0.59/0.88	0.15	10	100 CHF CO2-Komp. (30.-/to CO2)

## Hinweise

- Grosse Unterschiede zwischen den Verfahren
- CO<sub>2</sub>-Abdruck/Energiebedarf ist zwar gering im Vergleich zu anderen Aktivitäten, aber relevant für die Kläranlage
- Kläranlagen sind meist die grössten Strombezüger der Gemeinde
- Energieeffizienz ist ein Thema!


Luzern, 14.03.2019



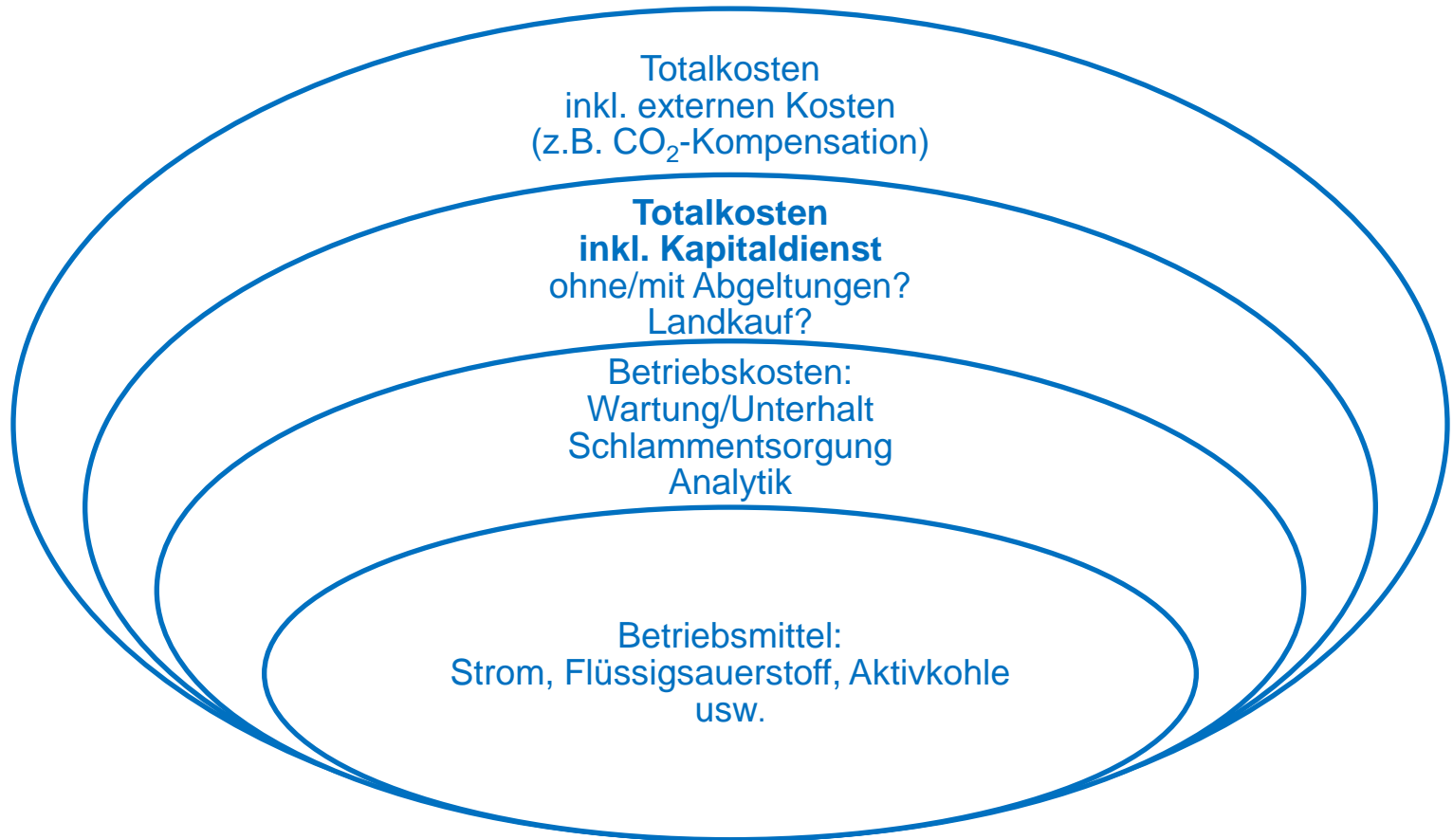
**InfraWatt**

Leitfaden "Energie in ARA"  
Elimination Mikroverunreinigungen  
Kapitel "Energieeffizienz in MV-Anlagen"

Mit Unterstützung von

 energie schweiz  
Unter Engagement einen Schritt

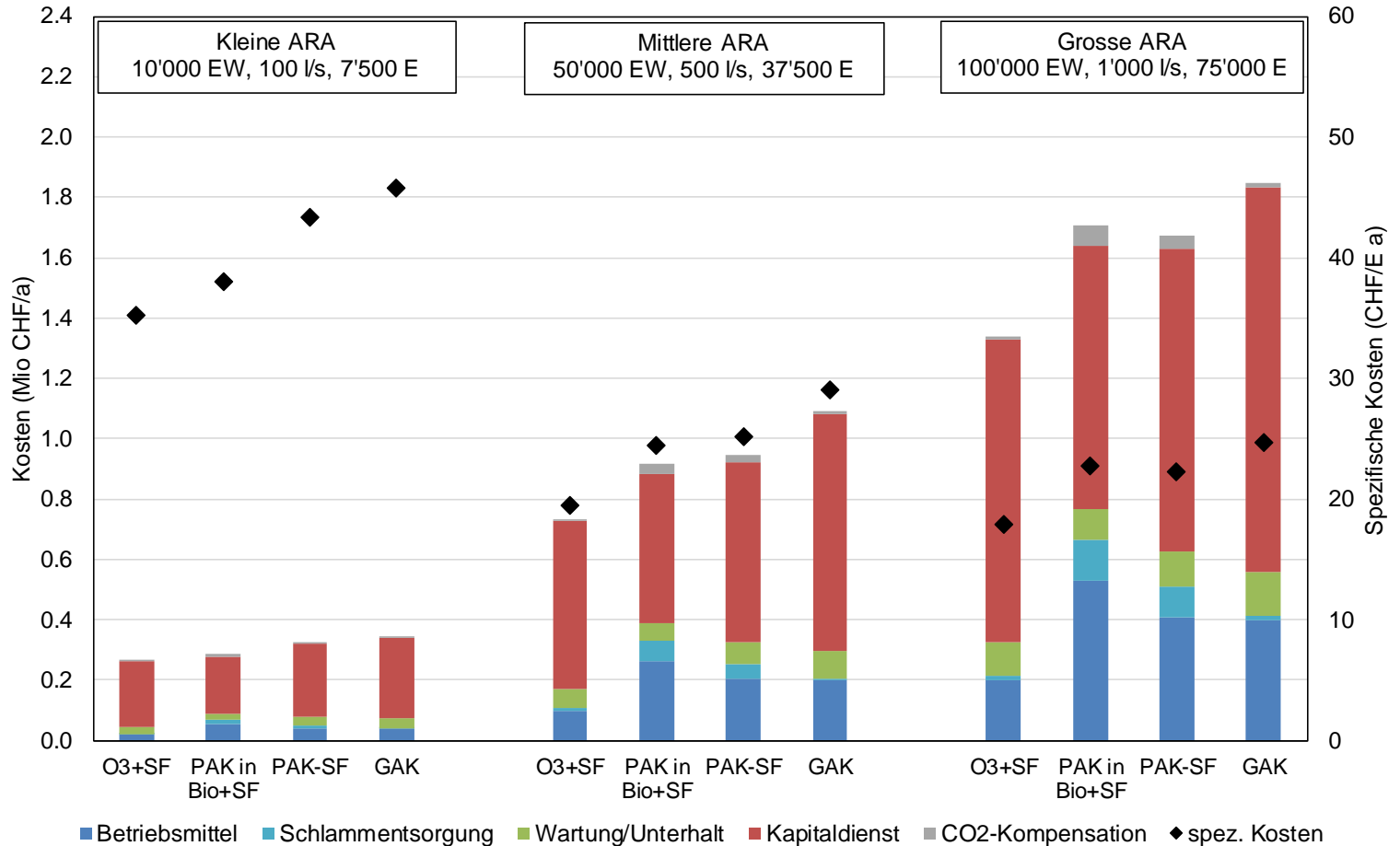
# Wirtschaftlichkeit: Welche Kosten?



# Wirtschaftlichkeit und Anlagengrösse



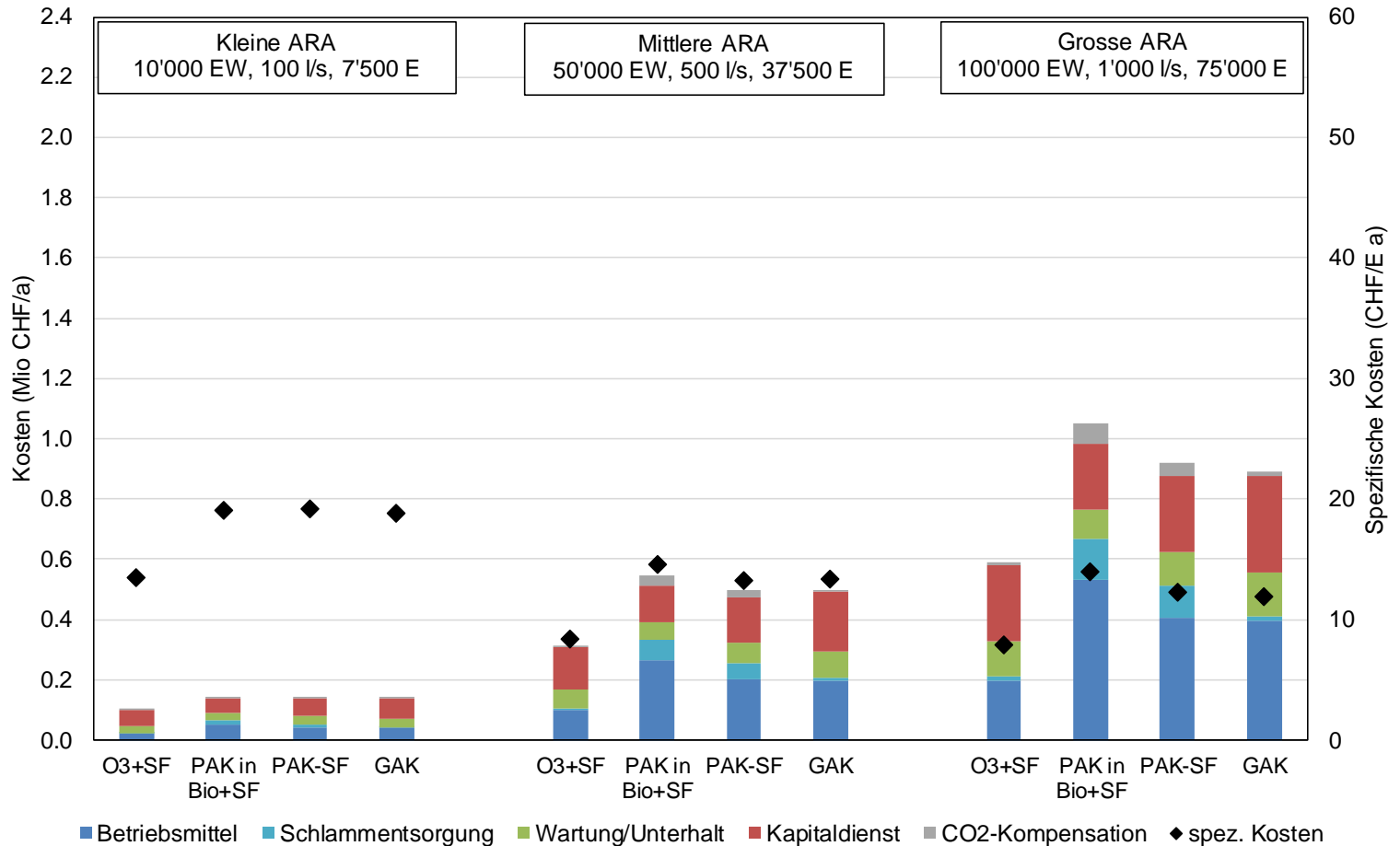
Kosten pro Jahr ohne Berücksichtigung Abgeltung (Grobanalyse Neubau)



# Wirtschaftlichkeit und Anlagengrösse



Kosten pro Jahr mit Berücksichtigung Abgeltung (Grobanalyse Neubau)



# Bemerkungen Wirtschaftlichkeit



- Vorangehende Graphiken resultieren aus Grobberechnungen mit dem Ziel, relevante Einflussgrößen auf die Wirtschaftlichkeit zu zeigen. Jedes Projekt benötigt eine individuelle Berechnung der effektiven Kosten und Wirtschaftlichkeit – gerade weil die Kostenunterschiede relativ gering sein können!
- Relevanteste Einflussgrößen
  1. Investitionskosten, bzw. Kapitaldienst
    - Betrachtung mit/ohne Abgeltung, bzw. langfristig
    - Berechnung Kapitaldienst? Ausrüstung: 15 a, Bau: 50 a, 3%?
  2. Betriebsmittel (Ozon oder AK)
  3. Schlamm Entsorgung
  4. Allfällige Berücksichtigung CO<sub>2</sub>-Kompensation

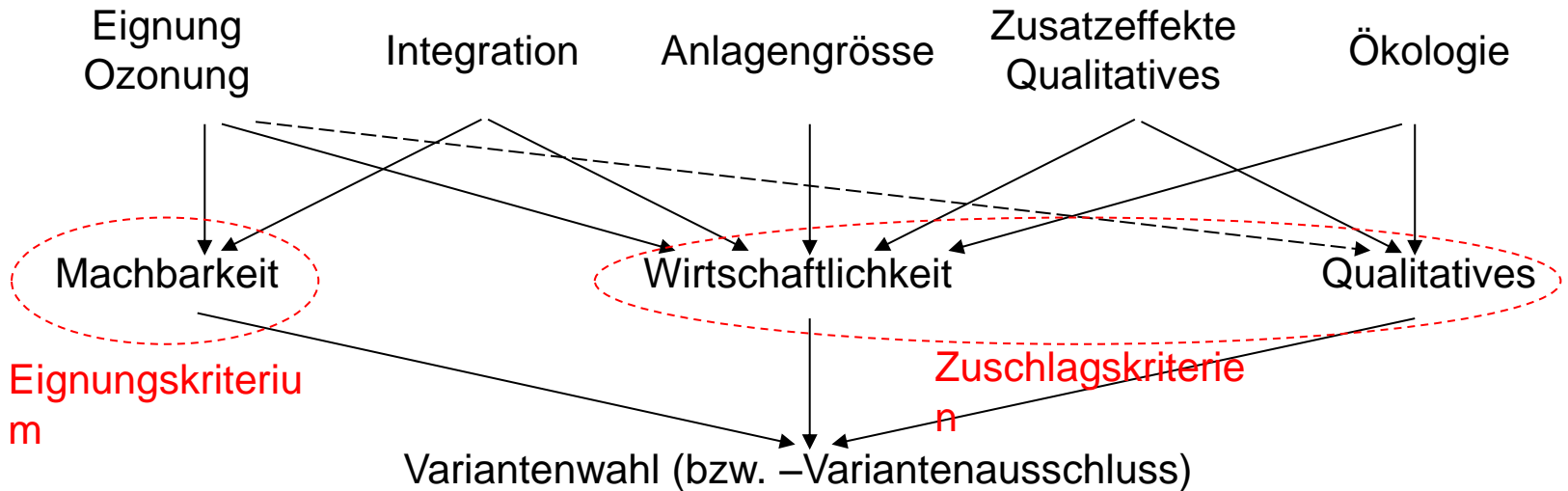
# Qualitatives



- Beispiele:
  - Platzbedarf
  - Zusatzeffekte
  - Organisation Lieferungen (Beschaffung...)
  - Betriebsaufwand mit Betriebsmittel (z.B. GAK-Wechsel)
  - Beanspruchung Reservekapazität ARA
  - Entwicklungspotential bei Aktivkohle
  - «Bauchgefühl»
- Diverse Elemente lassen sich auch teilweise quantitativ ausdrücken
  - Bewertung aber teilweise schwierig
- Andere Elemente lassen sich nur qualitativ ausdrücken

Qualitative Kriterien können bei ähnlicher Wirtschaftlichkeit entscheidend werden

# Umsetzung Ingenieur



Zweistufiges Vorgehen: zuerst Machbarkeit von Verfahren prüfen, dann Vergleich

# Beispiel: Ozonung



ARA Aadorf: Ausbau auf 27'000 EW / 300 l/s

- Relevante Faktoren:
  - Ozoneignung gegeben, Mittlere Anlagengrösse
  - Platz für Neubau Ozonung und Sandfilter vorhanden
- Spezielles: Gesamtausbau (Bio+MV) erlaubt gemeinsame Nutzung Gebäude auch für Ausbau Biologie; angepasster Kostenteiler bezüglich der anrechenbaren Kosten



# Beispiel: PAK-Direktdosierung Biologie I/II



## ARA Zimmerberg

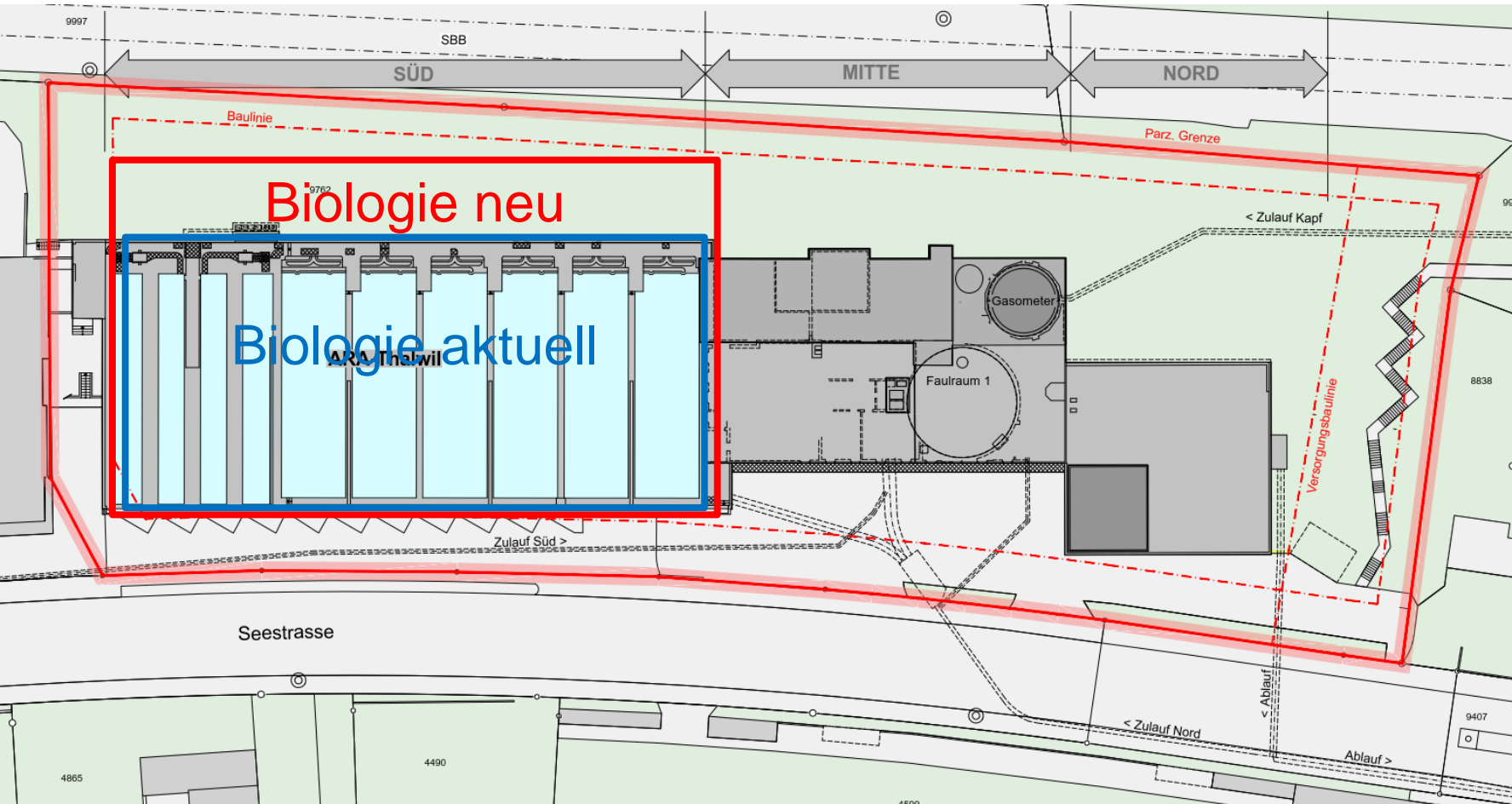
- Zusammenschluss ARA Horgen + Thalwil, Ausbau auf 78'000 EW / 800 l/s
  - Integrierte Planung Ausbau Biologie und MV
- Relevante Faktoren
  - Horgen hat KVA (Ozoneignung nicht gegeben)
  - Extrem wenig Platz: Ausbau nur mit Biofilter oder Membranbiologie: Biofilter mit MV-Stufe aber grösser und Ausbau könnte erst 2035 erfolgen, wenn Zusatzgelände frei wird. Bis dann wären Ertüchtigungsmassnahmen auf beiden Anlagen notwendig
    - > Kostenvergleich zugunsten Membranbiologie
- Spezielles:
  - Membranbiologie: PAK-Dosierung hat minimalen Einfluss auf Grösse Biologie und Dimensionierung Membran
  - Abgeltungen auf Basis Vergleichskosten

# Beispiel: PAK-Direktdosierung Biologie II/II



Aktuell: 33'750 EW und C-Elimination

Neu: 78'000 EW inkl. DN, N + Elimination von Mikroverunreinigungen



# Beispiel: PAK vor Sandfiltration



ARA Esslingen (Egg-Oetwil am See): 17'000 EW / 200 l/s

- Relevante Faktoren
  - Ozoneignung nicht gegeben (Deponie)
  - Filtration vorhanden und geeignet für Direktdosierung von PAK
  - Kontaktbecken schon erstellt (ursprünglich für Ozonung gedacht)

Weitere Beispiele

mit ähnlicher Konstellation:

- Cham-Schönau (neues Kontaktbecken notwendig)
- Gossau-Grüningen ZH
- Bioggio: bedingte Ozoneignung, diverse Industrie und ev. Anschlüsse, GAK nicht anwendbar wegen Fällung



Luzern, 14.03.2019

# Beispiel: GAK



ARA Glarnerland: 105'000 EW, 667 l/s

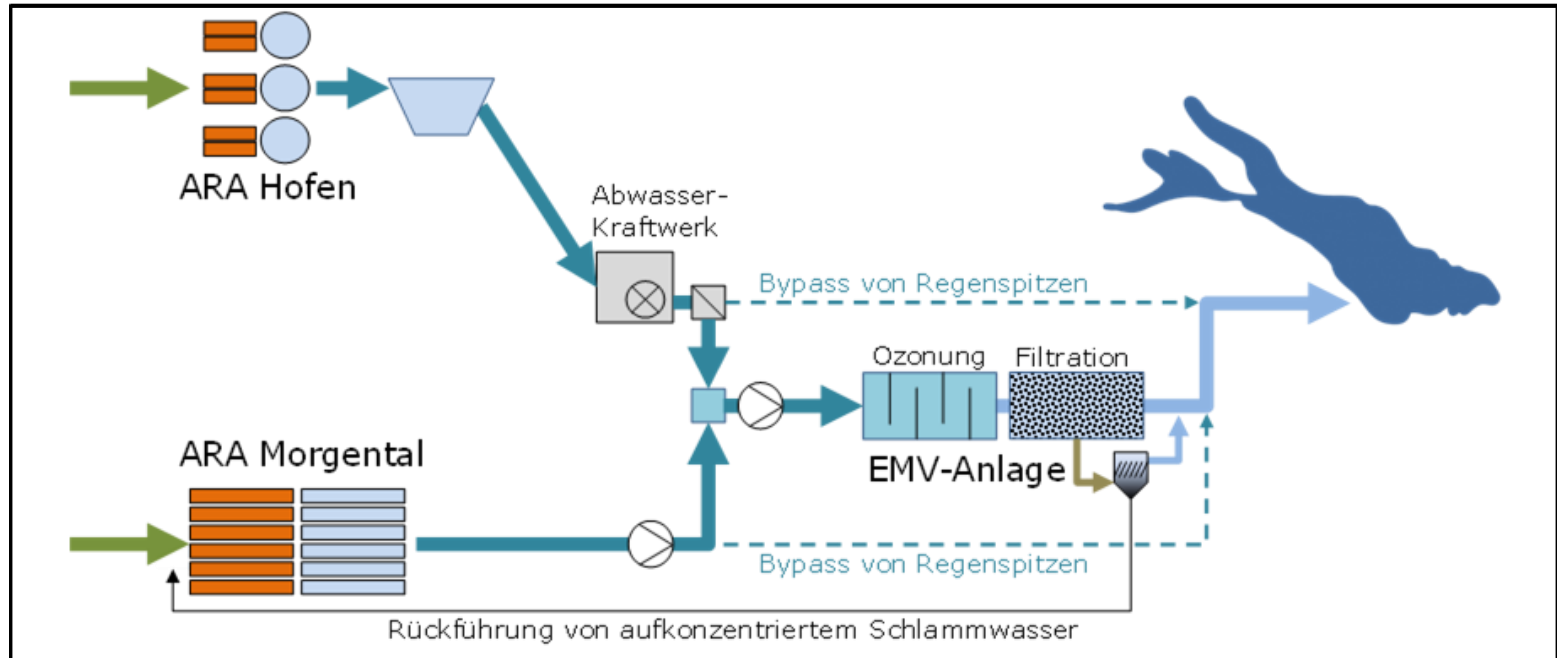
- Relevante Faktoren
  - stark industriegeprägtes Einzugsgebiet: keine Vollozonung
  - Integration
    - PAK vor Sandfilter mit schlechterer Wirtschaftlichkeit, da Rückführung in die Biologie zur Zeit unklar (Verfahren Biologie S::Select<sup>®</sup> mit Zyklonen zur Anreicherung von schwerem Schlamm): ohne PAK-Rückführung in die Biologie sinkt Wirtschaftlichkeit aufgrund Mehrverbrauch PAK
    - Platz vorhanden
- Pilotierung im Gang
  - Prüfung Teilozonung und Nachbehandlung mit GAK sowie «nur» GAK
  - Ermittlung Dimensionierungsgrundlagen

# Beispiel: Ozonung / Option Ozon+GAK I/II



- ARA Hofen + ARA Morgental (Standort), max 1'500 l/s
- Relevante Faktoren
  - Ozoneignung gegeben
  - Integration: Platz vorhanden, aber keine hydr. Kapazität für Rückläufe
- Spezielles
  - Teilstrombehandlung 900 von 1'500 l/s
  - Separate Behandlung des Schlammwassers der Filtration
  - Dimensionierung Filter für Kombination Ozon-GAK dimensioniert (Flexibilität); spezieller Kostenteiler bezüglich der anrechenbaren Kosten

# Beispiel: Ozonung / Option Ozon+GAK II/II

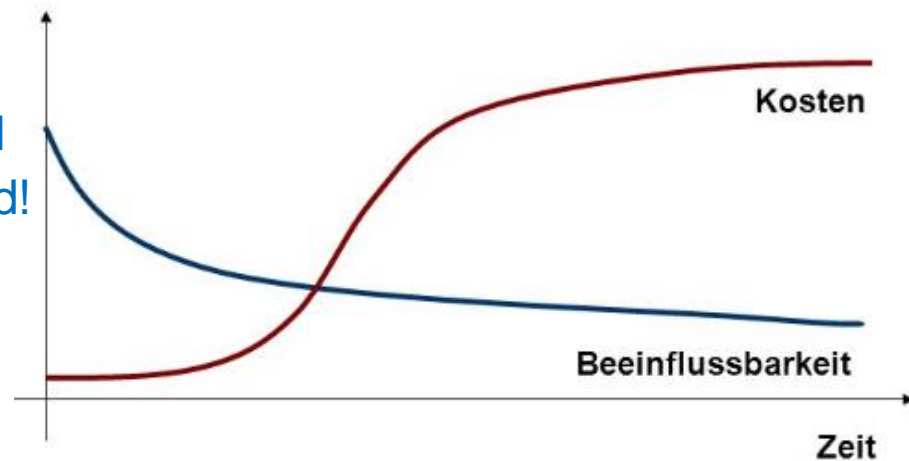


# Fazit



- Zuerst machbare Verfahren bestimmen
  - Projektanpassungen können manchmal «nicht machbare» Varianten zu «machbaren» machen
- Anschliessend Variantenvergleich (Wirtschaftlichkeit, Qualitatives)
  - Qualitative Kriterien können teilweise auch wirtschaftlich ausgedrückt werden
  - Je ähnlicher die Wirtschaftlichkeit, desto wichtiger wird das Qualitative
- Gesamtausbauprojekte (inkl. Biologie) erweitern Spielraum und bieten Chancen

Seriöse Variantenvergleiche sind die Basis für den guten Entscheid!



Luzern, 14.03.2019

**Danke!**



Martin Baggenstos, Hunziker Betatech AG  
martin.baggenstos@hunziker-betatech.ch

Luzern, 14.03.2019