

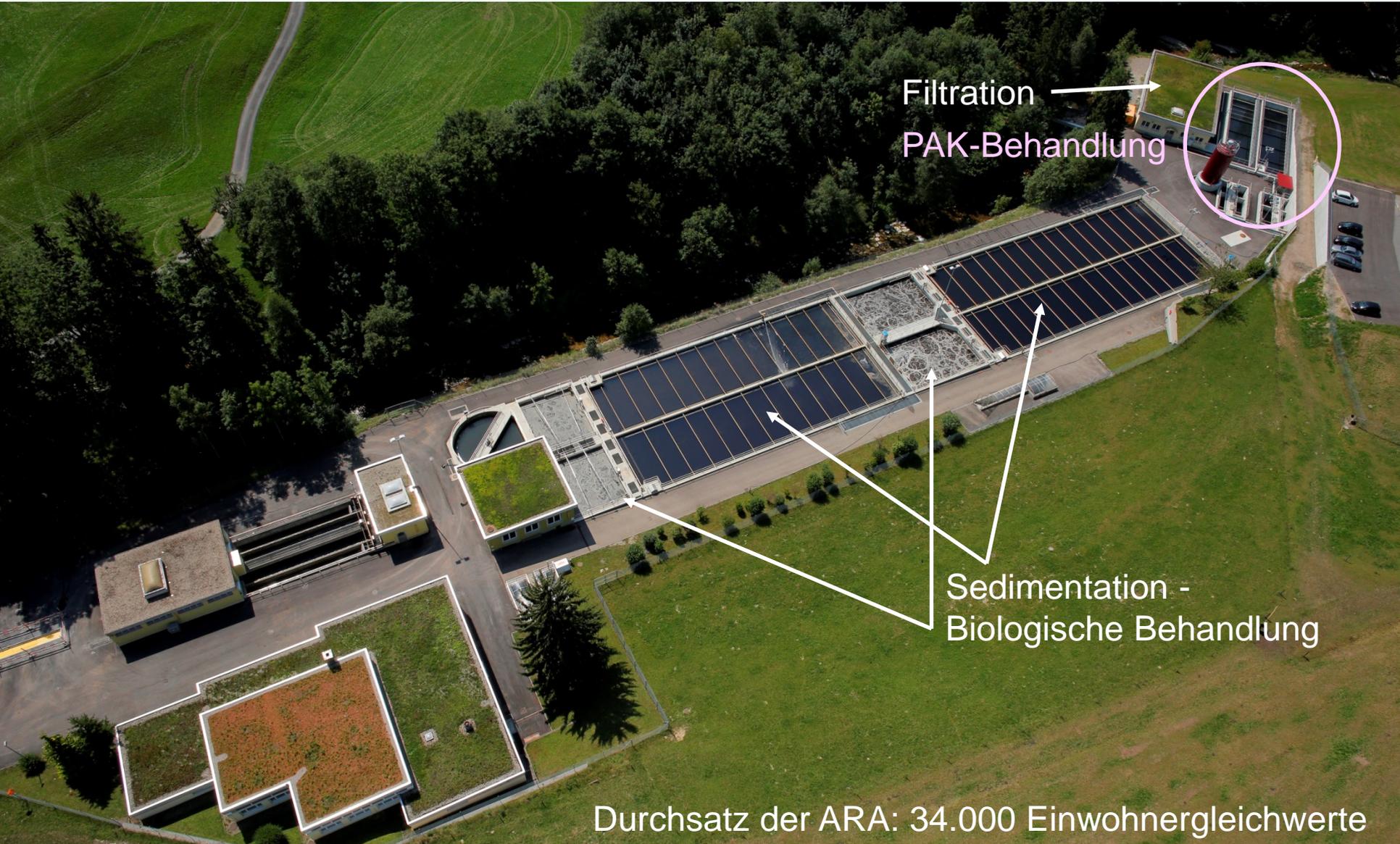
# Biologische Reinigung und Aktivkohlebehandlung von Abwässern

Adriano Joss, Eawag

Eawag Infotag 3.9.2015



# Die Kläranlage von Herisau: Die erste ARA in der Schweiz mit Einsatz von PAK



Filtration  
PAK-Behandlung

Sedimentation -  
Biologische Behandlung

Durchsatz der ARA: 34.000 Einwohnerggleichwerte

PAK = Pulveraktivkohle

Foto: H. Messmer, August 2015

Herisau: Ort der Einleitung, Dezember 2008  
Schaum: Textilindustrie (Färberei)  
Verdünnung (Q347) ~1:2



Foto: A. Joss

Herisau: Ort der Einleitung, August 2015



Foto: H. Messmer

# Inhalt dieses Vortrags

1. Biologische Behandlung
2. Behandlung mit Pulveraktivkohle (PAK)
3. Behandlung mit granulierter Aktivkohle (GAK)
4. Kombination AK und Ozon

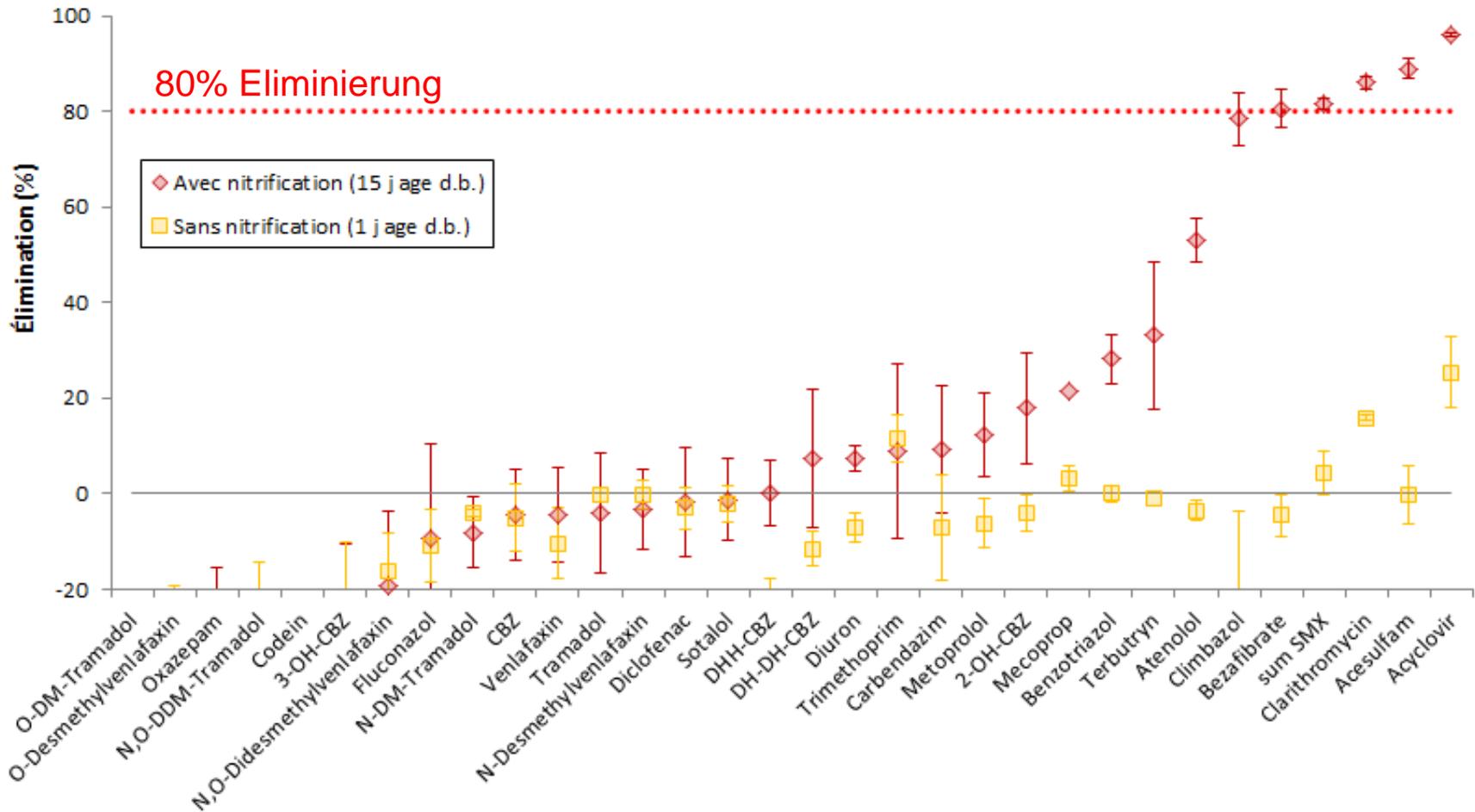


**LEGENDE:**

PROJEKT ZUSÄTZLICHE PAK-STUFE



# ARA in der heutigen Zeit: mit und ohne Nitrifikation



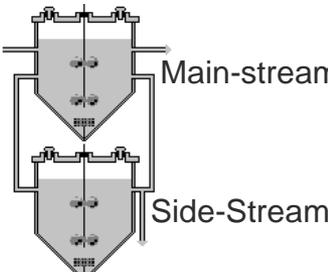
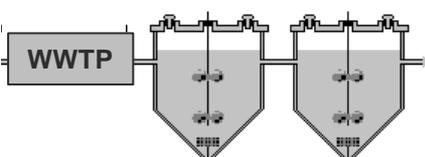
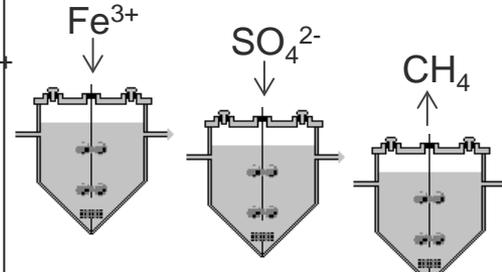
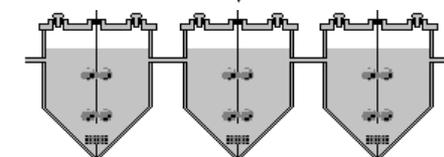
Falas et al., bei Water Research zur Publikation eingereicht

# Biologische Behandlung: Alternativen

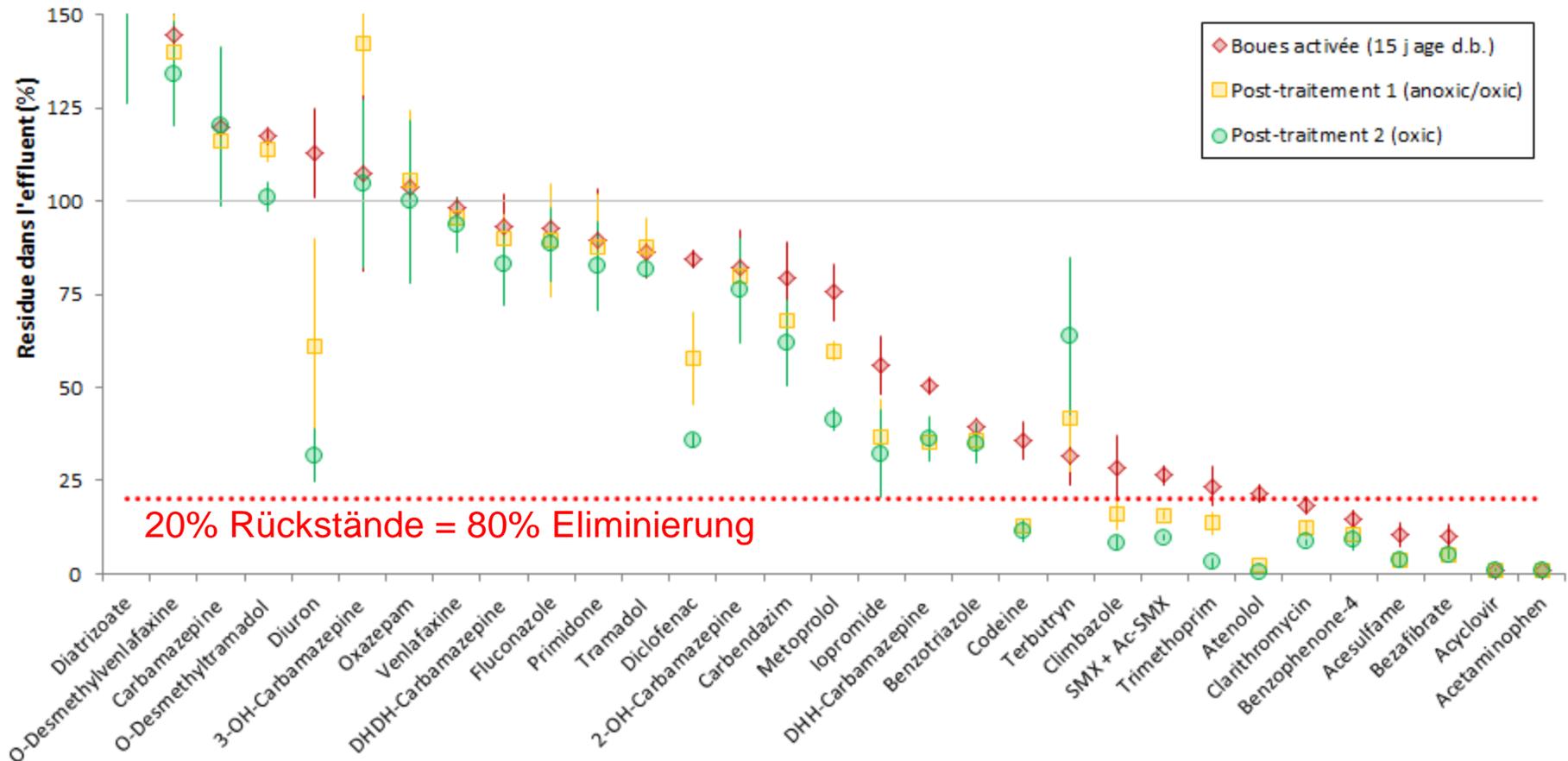


European Research Council

# Das Projekt ATHENE: Vergleich der biologischen Behandlungsstufen

	Belebtschlamm, 25, 40 und 100 d Schlammalter (3x2 Reaktoren)	Belebtschlamm, aerobe Nachbehandlung (3 Reaktoren)	Anaerobe Behandlung (6 Reaktoren ; 2 HRT)	Anaerobe Nachbehandlung (3 Reaktoren)
Konfiguration	 <p>Main-stream Side-Stream</p>	<p>Azetat oder <math>\text{NH}_4^+</math>    Azetat oder <math>\text{NH}_4^+</math></p>  <p>WWTP</p>	<p><math>\text{Fe}^{3+}</math>    <math>\text{SO}_4^{2-}</math>    <math>\text{CH}_4</math></p> 	<p>Azetat</p> 
Rohwasser	Synthetisch	Städtisch	Städtisch	Städtisch
HRT	Main-stream: 15 Std. Side-stream: 12-20 d	1 d; 1 d; 1 d	1 d oder 7 d	12 Std.; 7 d; 7 d

# Fortschrittliche biologische Behandlungsmethoden



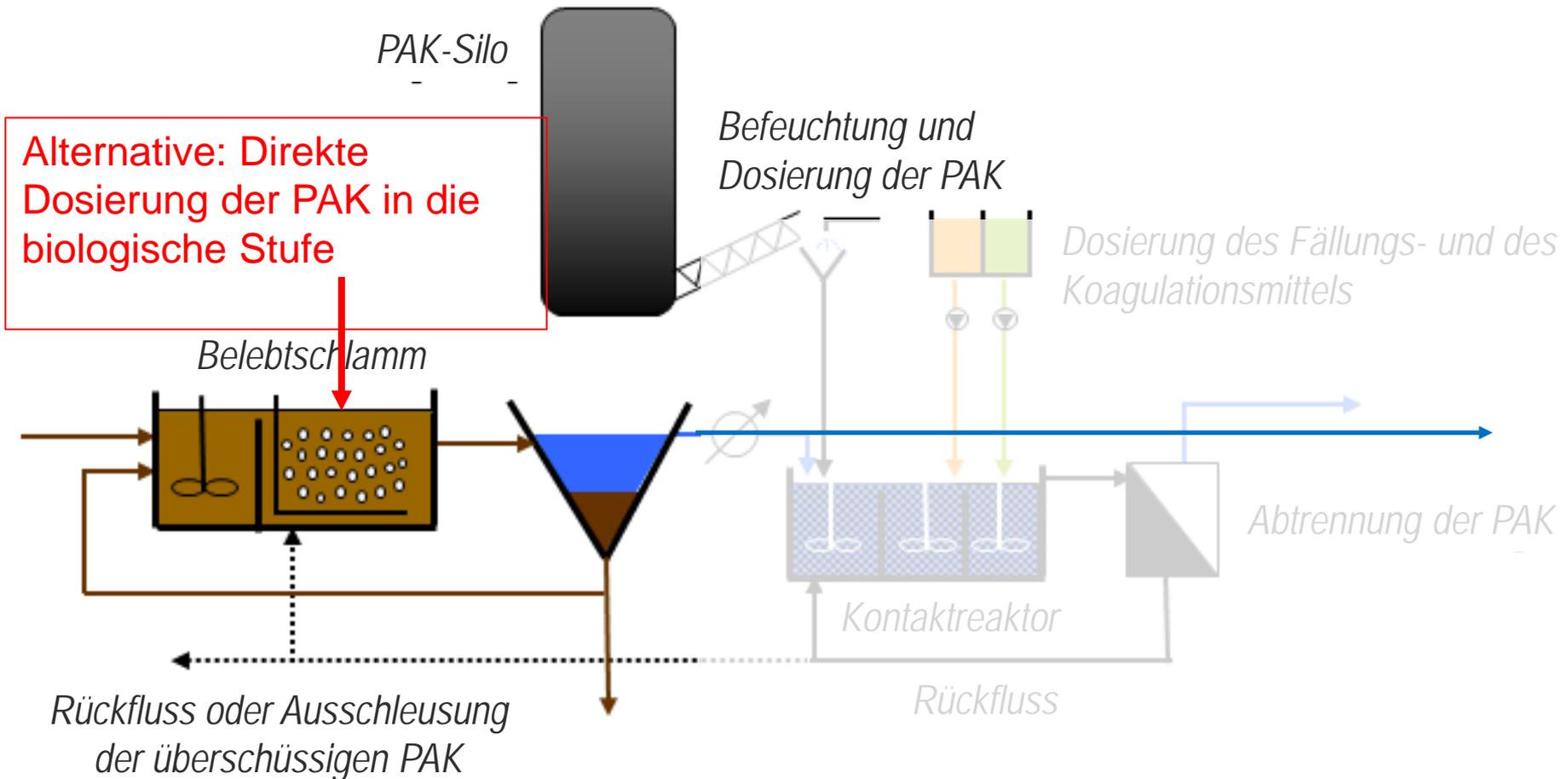
**Biologischer Abbau = Umwandlung,  
aber nicht immer Mineralisierung**

# Biologische Behandlung: Begrenztes Optimierungspotenzial

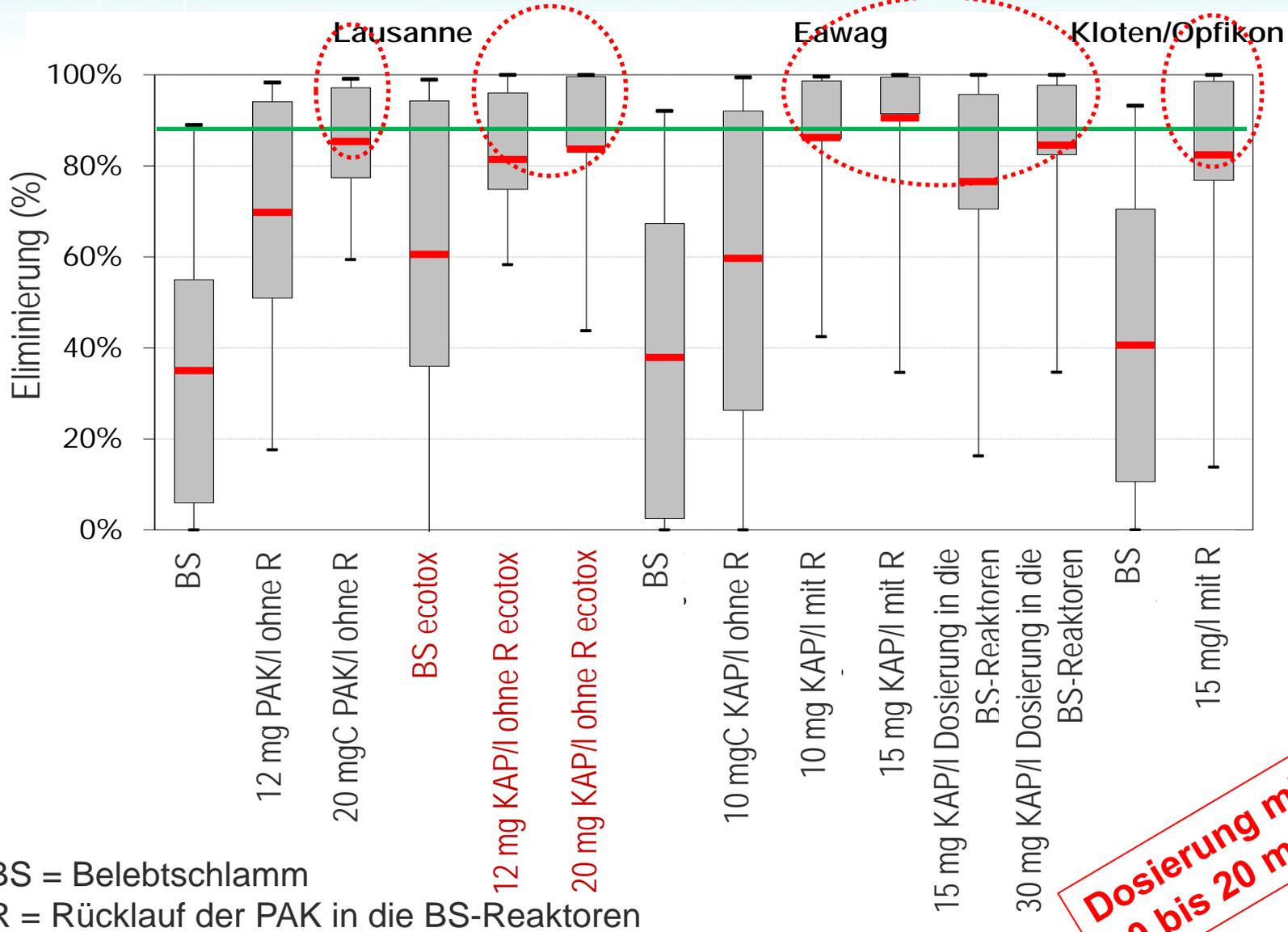
- **Beseitigung durch heutige ARA:**
  - Mit Nitrifikation etwa 50% der Belastung durch Mikroverunreinigungen
  - Ohne Nitrifikation etwa 30% der Belastung durch Mikroverunreinigungen
- **Optimierung der biologischen Behandlung:**
  - Verbesserung der Eliminierung auf bestimmte Substanzen beschränkt
- **Zahlreiche getestete Varianten:**
  - Eawag (Projekt Athene): 12 Reaktoren, Reaktorkaskaden, anaerobe Verfahren, Anammox-Verfahren, aerobe Verfahren, Biofilm (insgesamt >15 Jahre Erfahrung im Umgang mit Reaktoren)
  - EPFL (Doktorarbeit von Jonas Margot): Nachbehandlung über Biofilm aus Pilzorganismen
  - FHNW: Behandlung mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen

# Pulveraktivkohle (PAK):

## Behandlungsweg



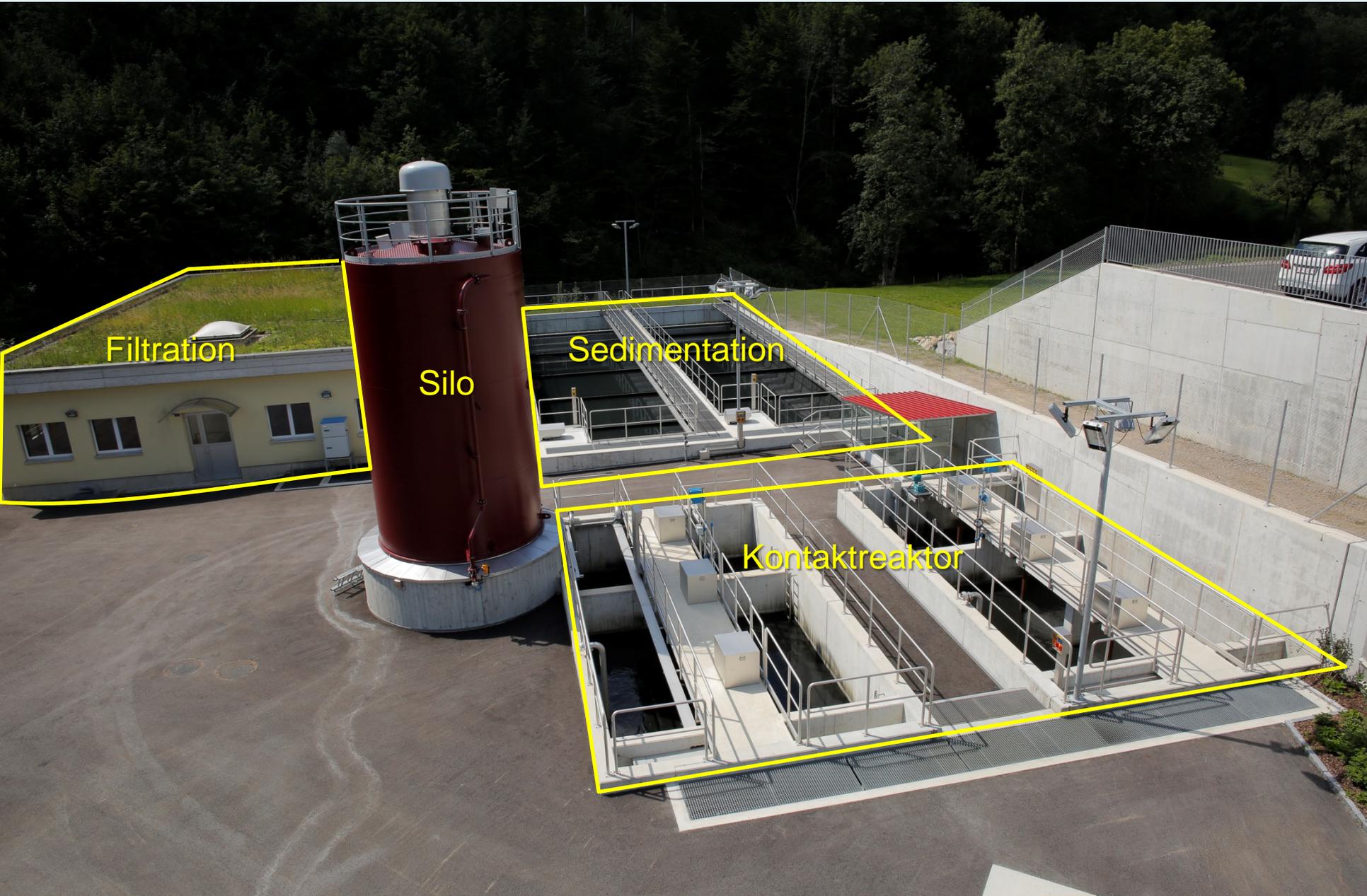
# Pulveraktivkohle (PAK): Eliminierung



**Dosierung mit Rücklauf:  
10 bis 20 mg PAK/L**

BS = Belebtschlamm  
R = Rücklauf der PAK in die BS-Reaktoren  
ecotox = Ökotoxizitätstest

# Pulveraktivkohle (PAK)



Filtration

Silo

Sedimentation

Kontaktreaktor

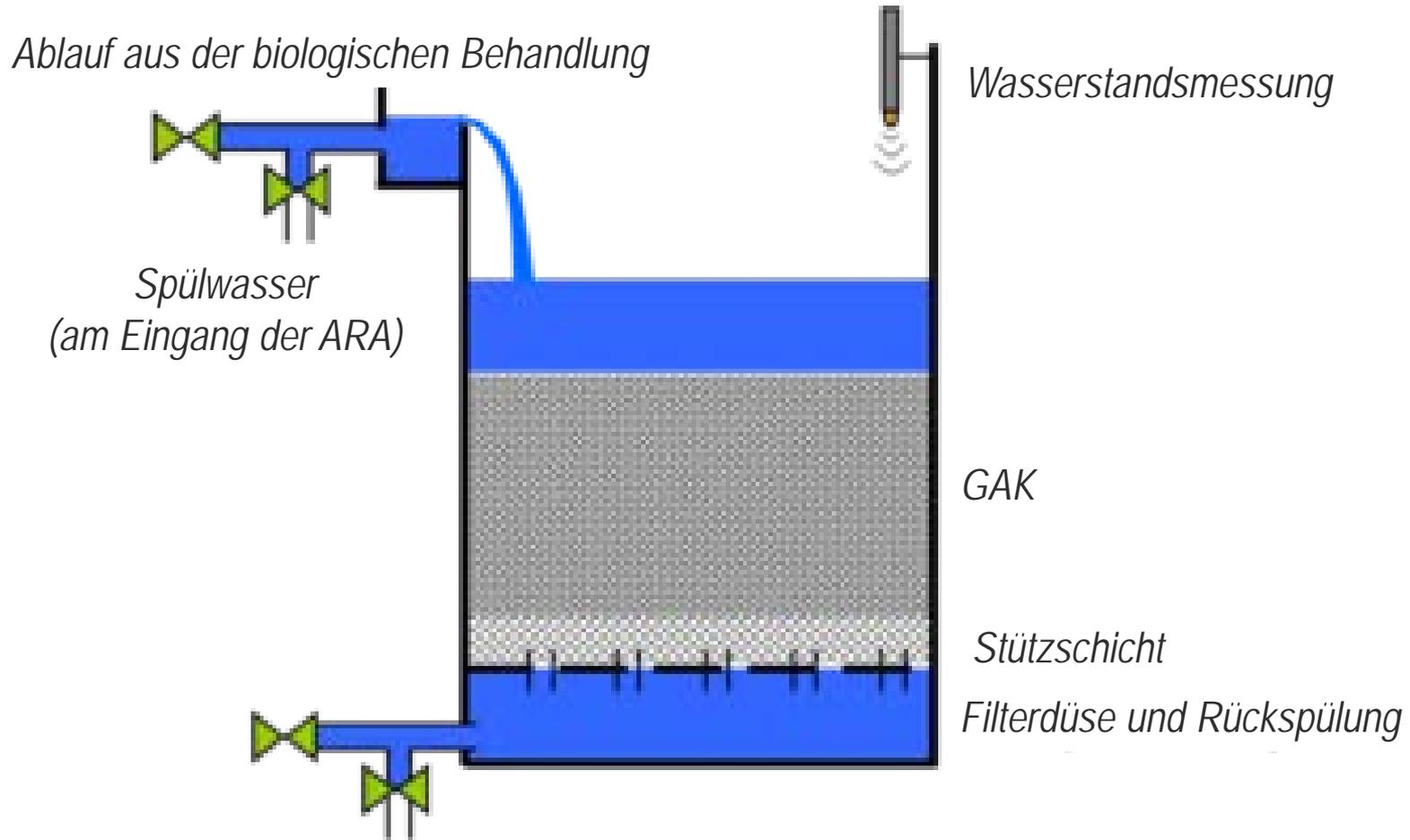
# Actifilt-Projekt (Ergolz I): PAK Behandlungsweg ohne Sedimentation



**Flächenbedarf  
vergleichbar mit Ozon**

# Granulierte Aktivkohle (GAK):

## Behandlungsweg



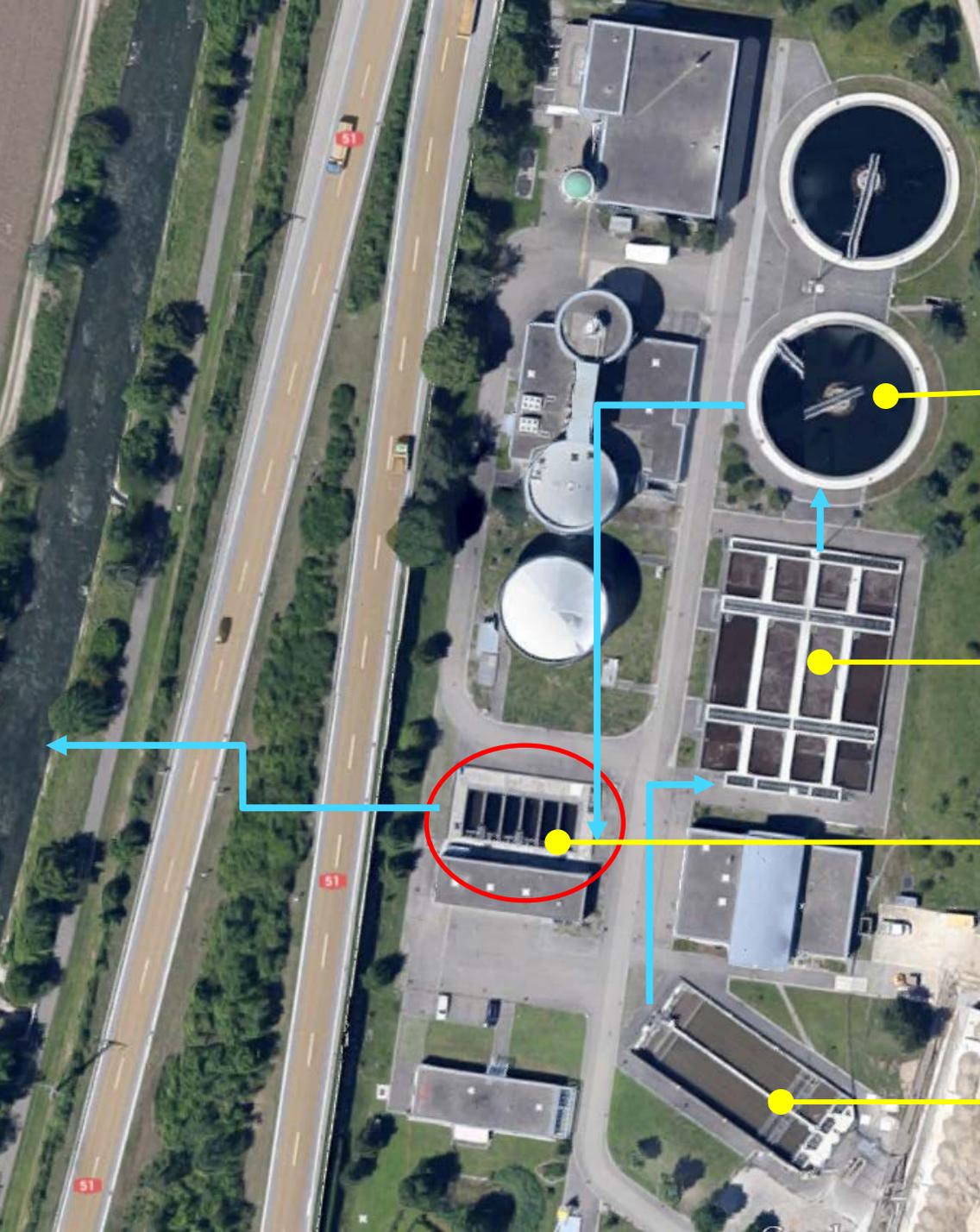
# Granulierte Aktivkohle (GAK): Projekt ARA Bülach

Sedimentation

Belebtschlamm (Nitrifikation)

Sandfiltration: Sand durch GAK in 2 von 6 Filtern ersetzt

Vorklärung



# Granulierte Aktivkohle (GAK): Projekt ARA Bülach

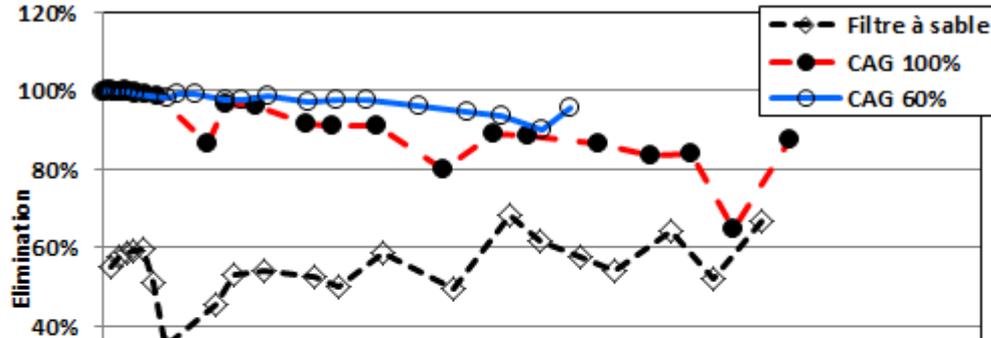


Speicher bei der Sedimentation

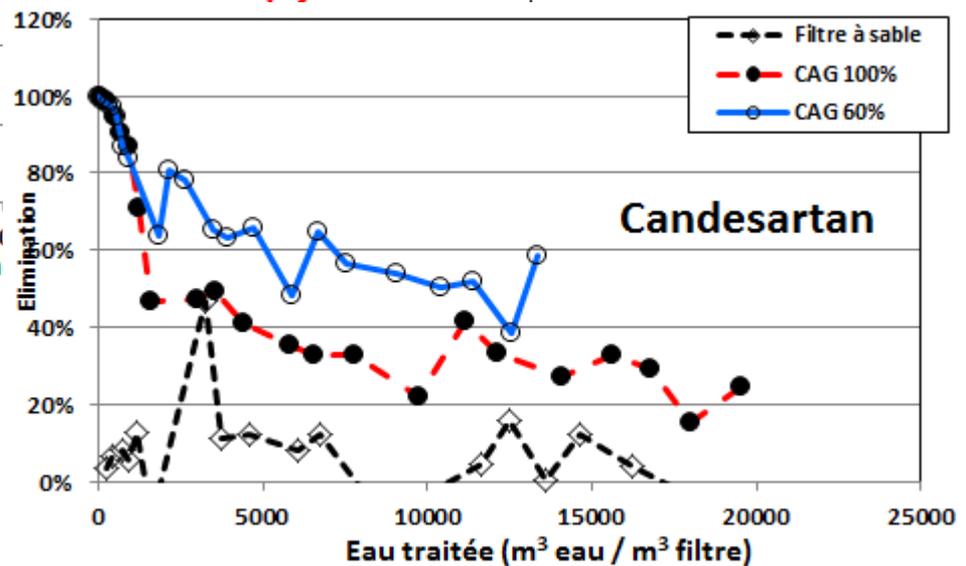
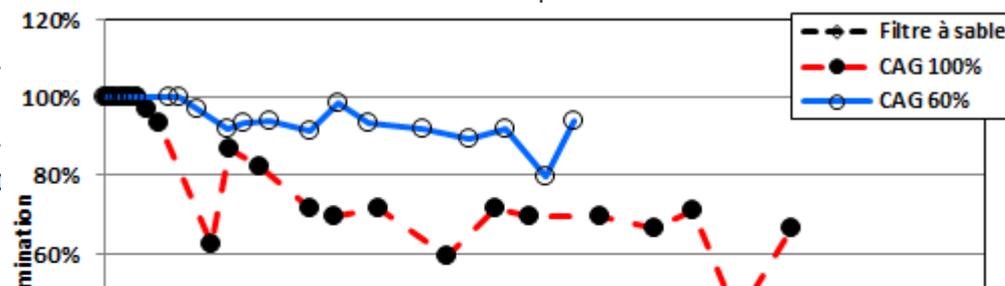
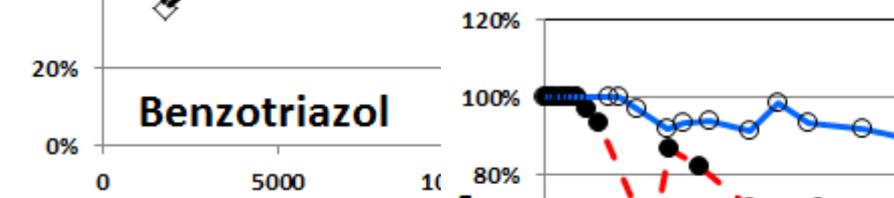


(Korngrösse: 1,2 bis 2,3 mm)

# GAK-Bülach: Beseitigung der Mikroverunreinigungen



Um mit PAK vergleichbar zu sein:  
20.000 bis 25.000 M<sup>3</sup> Wasser / m<sup>3</sup> Filter  
vor einer Regenerierung der GAK



**Vorläufiges Ergebnis:  
GAK ergänzt eine  
partielle Entfernung**

# Kombination Aktivkohle und Ozon

- Ozon vor PAK
  - Standorte, wo die Ozondosierung aufgrund der Bildung von Sekundärprodukten begrenzt ist (z.B. wegen der Belastung durch Bromide am Eingang)
  - Pilotversuch in Basel (ARA ProRhen)
- Ozon vor GAK
  - Zusatzeffekt von GAK?
  - Ist der Kosten-Nutzen-Aufwand günstig?
  - 2. Phase des Projekts ARA-Bülach

# Behandlung mit Aktivkohle

- PAK:
  - Kleine ARA: direkte Dosierung
  - Nachbehandlung: Rückfluss von PAK in den Bio-Reaktor senkt Dosierung
  - Sedimentation der PAK überflüssig  
→ Flächenbedarf vergleichbar mit Ozon
- GAK:
  - Beseitigung eindeutig besser als mit Sandfilter
  - GAK ergänzt eine partielle Entfernung
- Kombination mit Ozon:
  - Pilot-Versuch läuft
  - Kosten-Nutzen-Aufwand ist zu analysieren

**Danke**

