membratec

ALPHA WASSERTECHNIK

EPFL

VILLE DE SION

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU
Office fédéral de l'environnement OFEV
Uffizi federal d'ambient UFAM

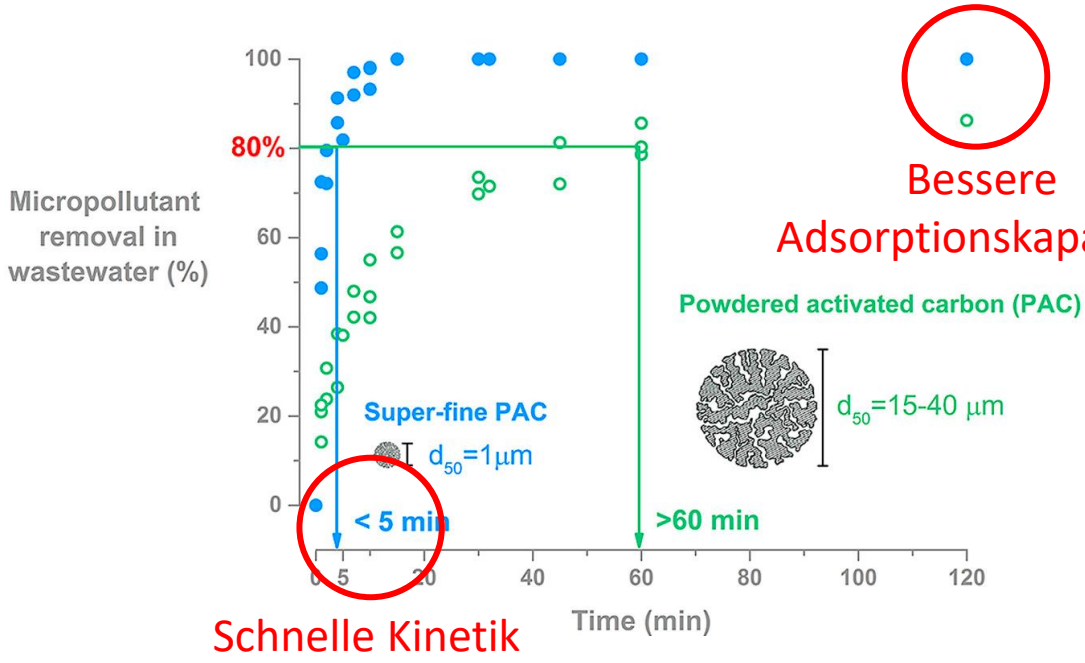
Pilotversuche mit superfeiner PAK (SPAC) und Ultrafiltration auf der ARA Sion

Florence Bonvin, **Loïc Decrey,** Christophe Bonvin, Samuel Lochmatter,
José Motta, Jean-Julien Dessimoz, Emmanuel Bonvin, Prof. Tamar Kohn

Einführung
SPAC- was ist das?

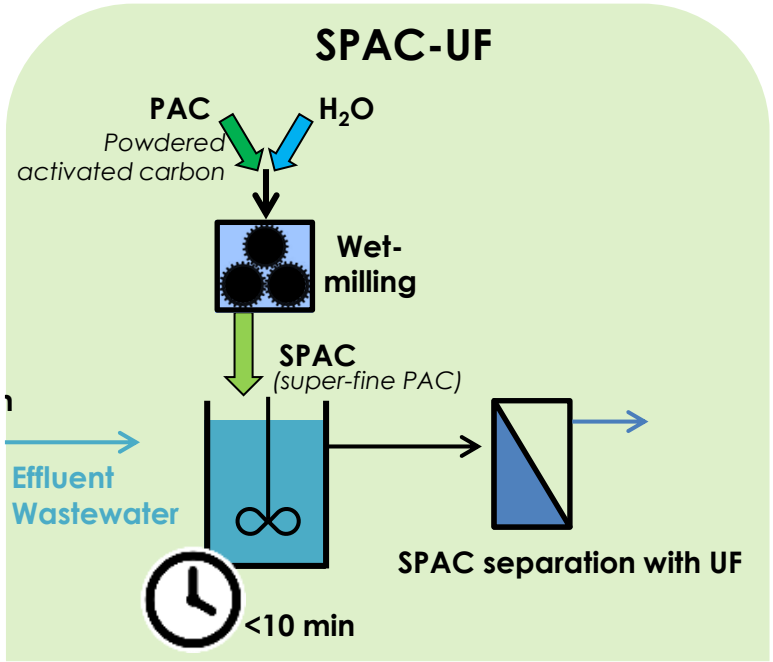
Superfein Pulveractivkohle (SPAC) : eine Alternative zu PAK für die Entfernung von Mikroverunreinigungen aus Abwasser?

Vom Labor…



…zur Pilotanlage

S-PAC kombiniert mit Ultrafiltration



Einführung
Ziele des Projektes

Demonstration der Machbarkeit des SPAC-UF-Verfahrens zur Entfernung von Mikroverunreinigungen mit reduzierter Dosis und Kontaktzeit.

1. **Design, Bau und Optimierung der Pilotanlage** (April 2018- Dez. 2018)

2. Minimierung der Betriebskosten und Maximierung der Entfernung von Mikroverunreinigungen

- Optimierungsphase - Identifizierung von Schlüsselparametern, die die Prozesseffizienz beeinflussen (Jan. 2019- Juli 2019)
- Langfristige Pilotphase - Demonstration von Prozessstabilität und Effizienz (Juli 2019 – Aug. 2020)

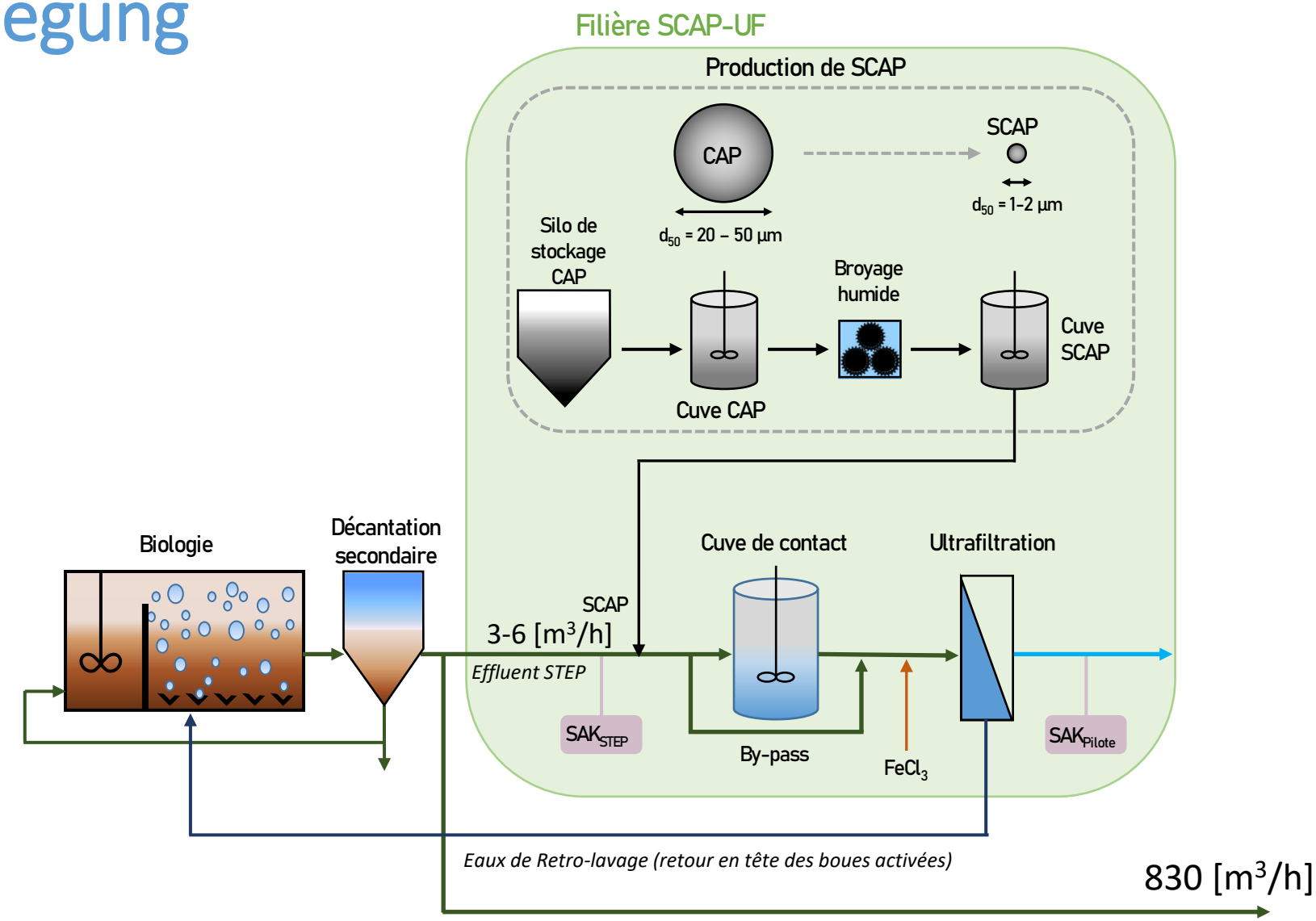
3. Verfeinerung der Wirtschaftsanalyse der S-PAC / UF

- Vergleichen CAPEX-OPEX mit anderen Verfahren (Sept. 2020 – Nov. 2020)

A&G 2021 N°1, Bonvin et al.
STEP DE CHÂTEAUNEUF-SION - Elimination des micropolluants, Pilotage du couplage de CAP super-fin à l'ultrafiltration

SPAC-UF Pilot

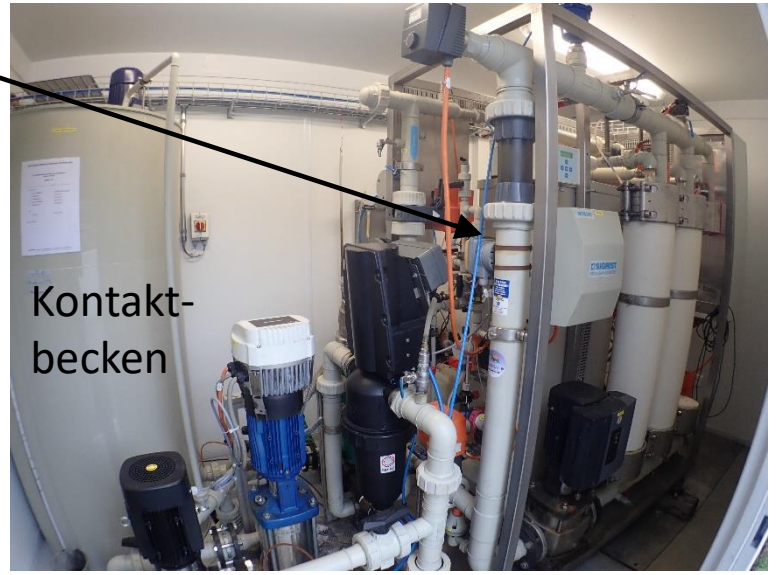
SPAC-UF Pilot
Prozessauslegung



SPAC-UF Pilot
Auf dem Feld

PAK Dosierung zu SPAC Produktion

Automatische SPAC Produktion



Ultrafiltration (0.02 µm)

Modul capillar, PES, in-out

Membranfläche 50 m^2

Vorfiltration 300 µm

SPAC-UF Pilot
ARA Châteauneuf (Sion, CH)

Merkmale der ARA	
Schmutzstoffbelastung	45’000 EW
Hydraulische Belastung	20’000 m^3/Tag 830 m^3/Std

Durschnittlische Belastung (ARA Ablauf) *Pilotphase (Jan. 2019 – Aug. 2020)*	
GUS [mg/L]	9 ± 4.5
CSB [mgO_2/L]	20 ± 10.9
DOC [mgC/L]	7.6 ± 3.2
NH_4 [mgN/L]	3 ± 4
NO_3 [mgN/L]	11 ± 5
P_{tot} [mgP/L]	0.1 ± 0.07

Mittlere Leitsubstanzen Elimination = 13 % (n=49)

Optimierungs-phase

Optimierung
Parameter

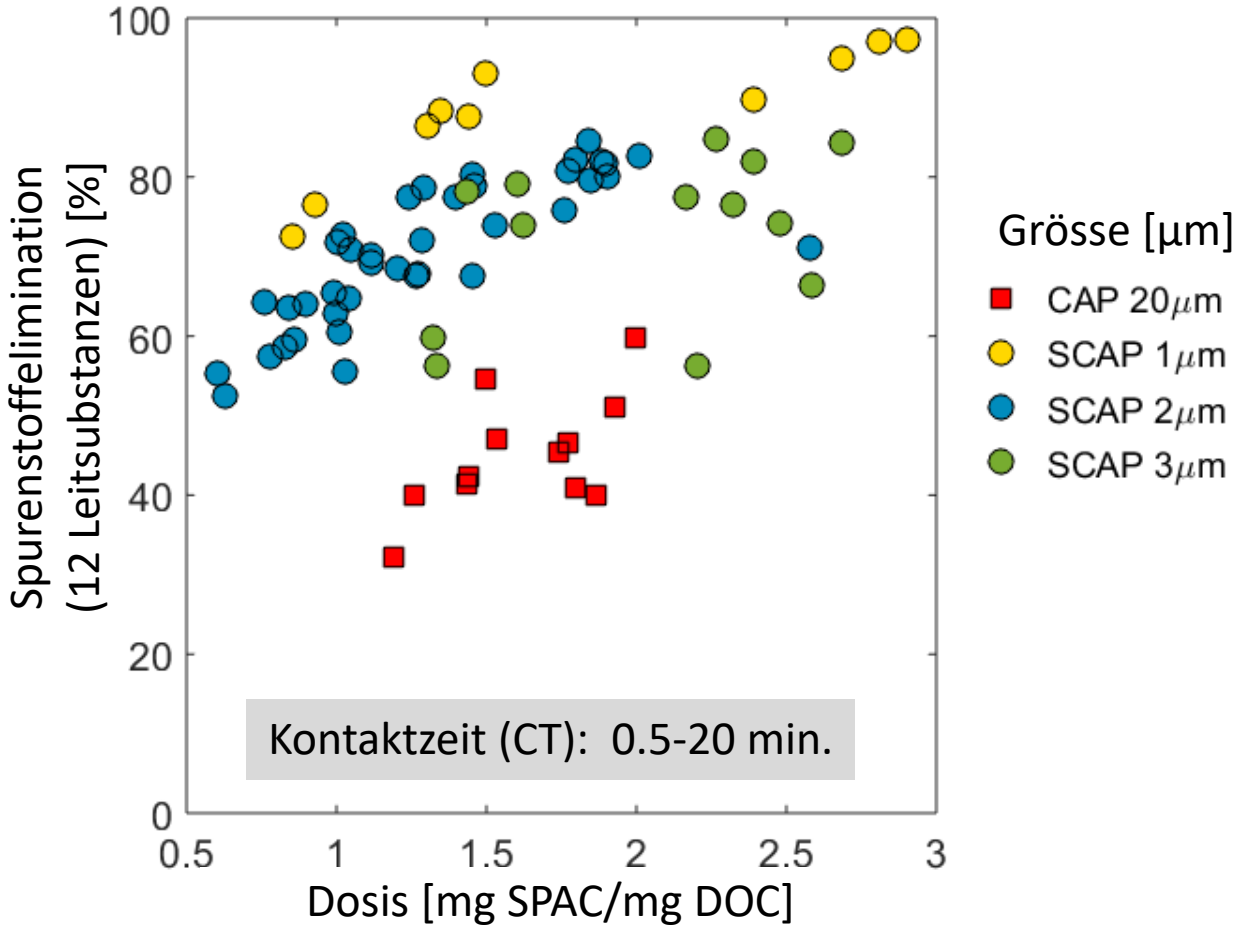
Optimierte Parameter

PAK-Dosis	Kontaktzeit (CT)	Partikelgrösse
7 - 18 mg SPAC/L	0.5 – 30 min.	S-PAC 1, 2 und 3 µm und PAK 20 µm

- Spurenstoffelimination (12 Leitsubstanzen) in Optimierungsphase = **Pilot** Ablauf/**Pilot** Zulauf
- PAK/SPAC Material = Pulsorb FG4 (Chemviron)
- Jede Bedingung wurde 4 x getestet → 76 einstündigen Tests

Optimierung
Resultate

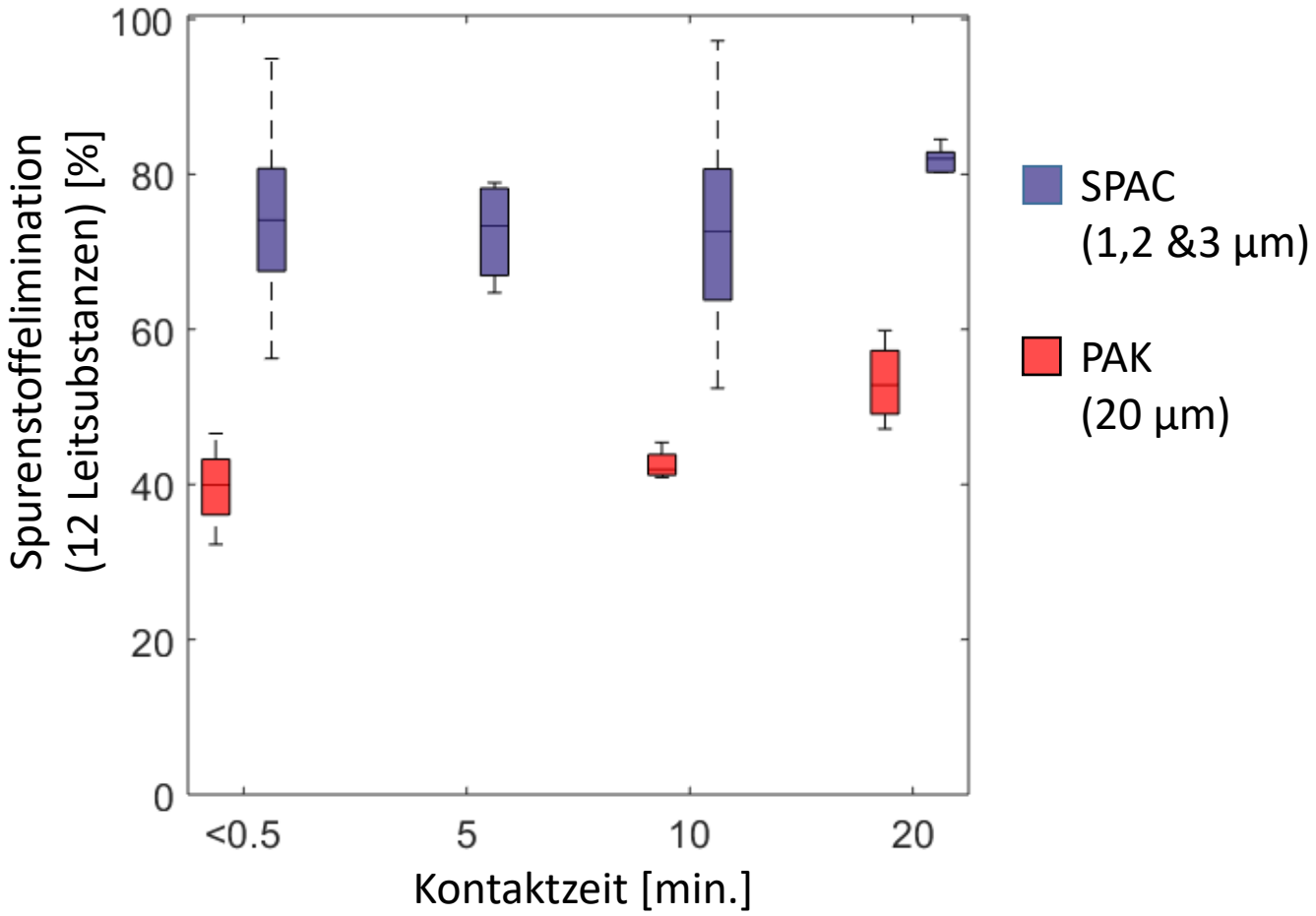
Effekt Partikelgrösse und PAK-dosis



- MV-Entfernung↑ **mit Partikelgrössereduzierung**
- SPAC mindestens **20% effizienter als PAK für CT <= 20 min**
- **Wasserqualität (DOC- dissolved organic carbon)** beeinflusst die erforderliche Dosis

Optimierung
Resultate

Effekt Kontaktzeit (CT)



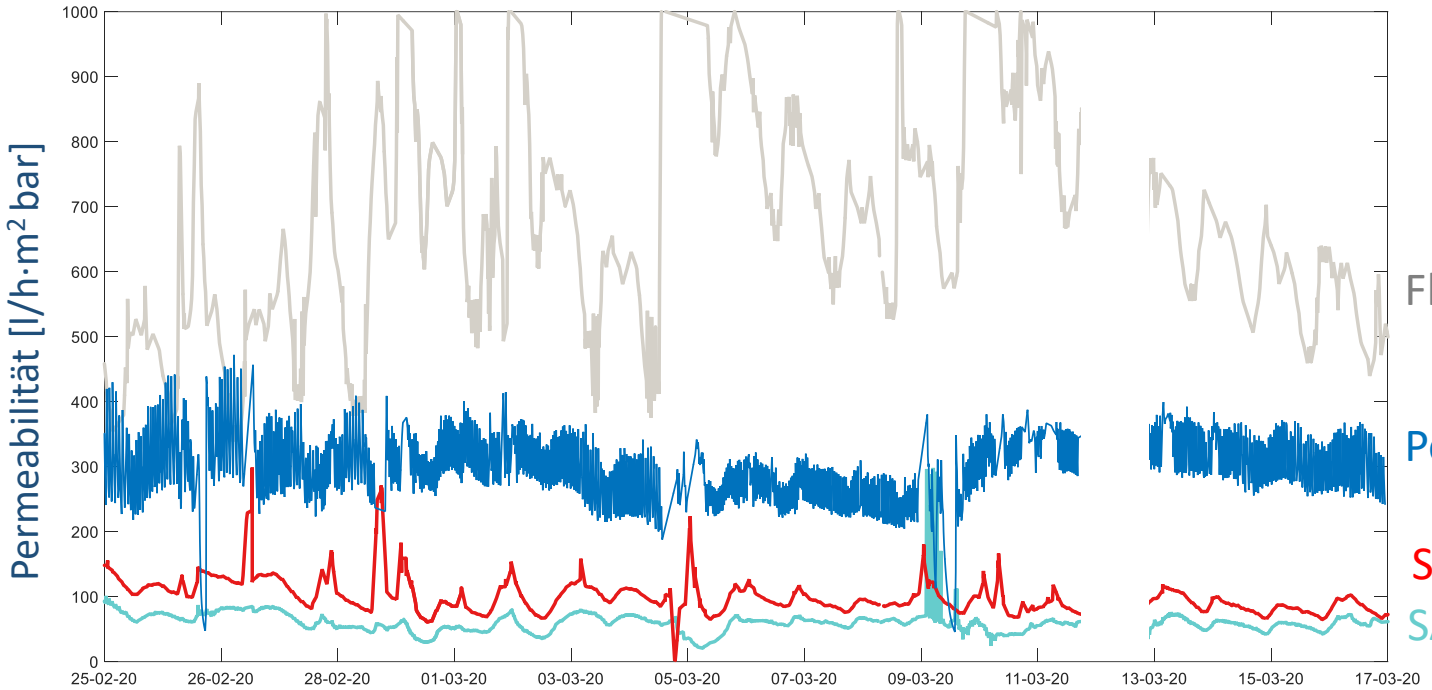
- **Sehr schnelle Kinetik für SPAC** → Bypass als effizient als CT 10 min.
- **< 1 min ausreichend für 80% MV-abnahme**

Langfristige Pilotphase

Langfristige Pilotphase
Ziele

- **Kontinuierlicher** Pilotbetrieb mit SPAC 2 µm (und Vergleich mit PAK)
- **Ständige Optimierung:** Vorfiltration - Rückspülungsfrequenz - Koagulentdosierung - chemischen Reinigungen (Frequenz und Typ)
- Verfahrenskapazität testen bei **konstanten und variablen Durchfluss**
- Messung der Spurenstoffelimination in **24 Std Mischproben** (Pilot Ablauf/ARA Zulauf)

Langfristige Pilotphase
Variabler Durchfluss



Flux: 40 – 100 l/h·m²

Permeabilität : 300 - 400 l/h·m²·bar

SAK vor UF : 6 - 20 m⁻¹

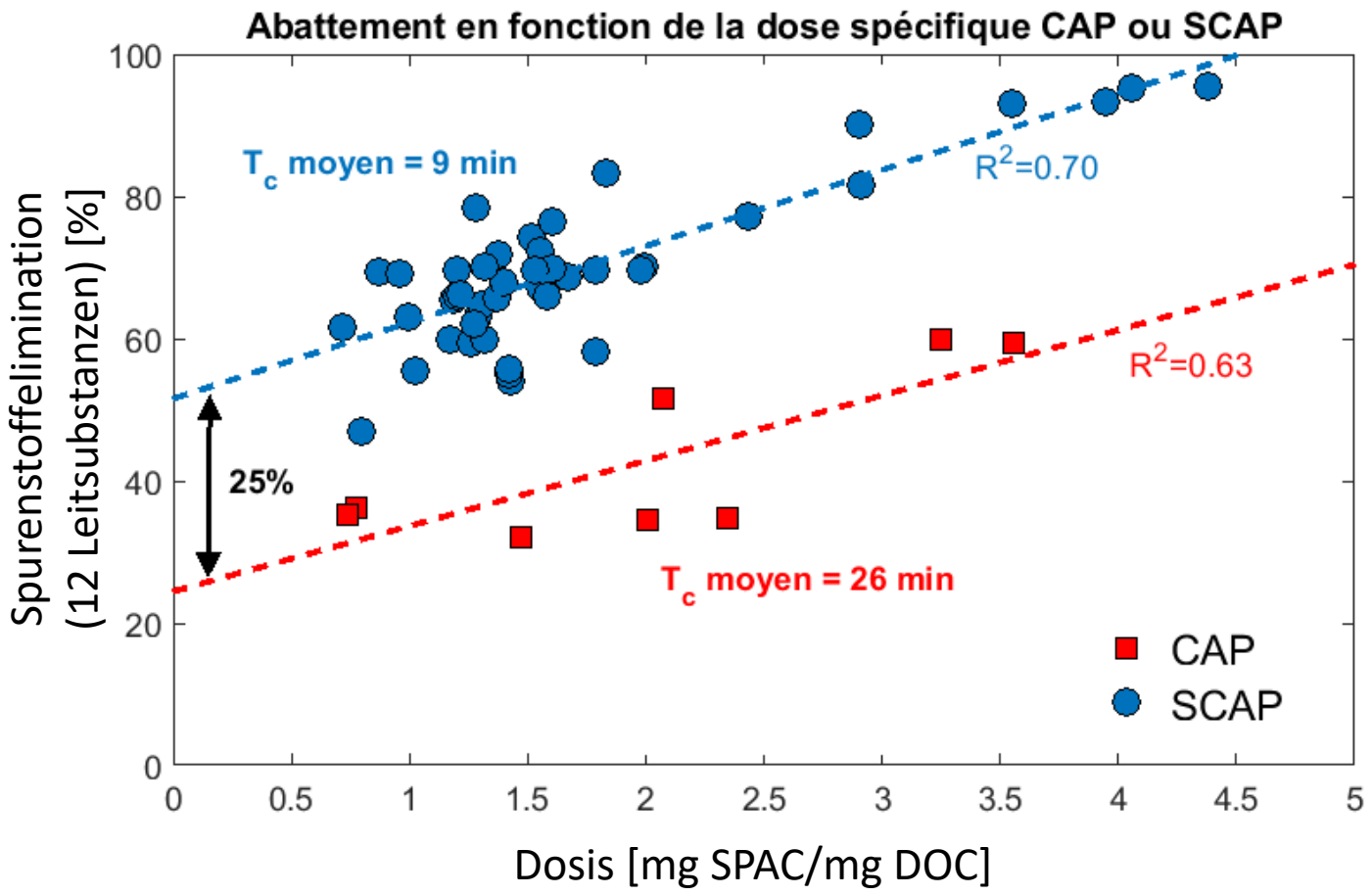
SAK nach UF : 4 - 9 m⁻¹

Stabiler Betrieb der Ultrafiltration

- bei hoher und variabler Flux (bis 100 l/h·m²)

- unabhängig von Schwankungen des Durchflusses und Wasserqualität

Langfristige Pilotphase
Microverunreinigungenabnahme- SPAC Dosis



- Spezifische Dosis: **1.5 – 2.5 mg SPAC/mg DOC** (CT < 10 min)
- MV-Abnahme mit S-PAC **> 25% effizienter als PAK**, auch bei langer Kontaktzeiten (für PAK)

Langfristige Pilotphase
Elimination andere Belastung durch den Pilot

	ARA Ablauf	Pilot Ablauf	Elimination
GUS [mg/L]	9 ± 7	<0.4 (Bestimmungsgrenze)	100%
CSB [mgO2/L]	26 ± 10	10 ± 5	57% ± 21
DOC [mgC/L]	9 ± 5	5 ± 2	34% ± 14
Ptot [mgP/L]	0.2 ± 0.16	0.04	76% ± 25
NH4 [mgN/L]	3.6 ± 3	3 ± 2	0%
NO3 [mgN/L]	12 ± 4	11.5 ± 5	0%
NO2 [mgN/L]	0.4 ± 0.2	0.4 ± 0.2	0%

S-PAC / UF Verfahren
CAPEX-OPEX Vergleich mit anderen Verfahren

Dimensionierungsannahme: 50'000 EW, Qmittel = 170 l/s, Qmax = 330 l/s

		O_3-FS	CAP-FS	SCAP-UF
CAPEX	Installation MP [a]	1400 kCHF	1000 kCHF	2500 kCHF
	Surface au sol [m^2]	560	560	200
	Génie Civil [b]	2000 kCHF	2000 kCHF	700 kCHF
	Total	**3400 kCHF**	**3000 kCHF**	**3200 kCHF**
OPEX	Consommation électrique [kWh/m^3]	0,056	0,015	0,110
	OPEX total [CHF/m^3] [c]	**0,017**	**0,032**	**0,040**
Amortissement	**Total [ct/m^3] [d]**	**5,7**	**6,6**	**7,7**

sur 15 ans

SPAC-UF Verfahren
Hauptvorteile/-nachteile

Vorteil	Nachteil
+ **Verbesserte Qualität des Abflusswassers** • 100% Partikelrückhaltung • Gute Entfernung von organischen Stoffen • Verbesserte mikrobielle Wasserqualität (Desinfektion mit UF) • Höhe P-Elimination **+ Reduzierte Landnutzung -** Schnelle Kinetik & UF • Sehr kompakt: **60 - 80% weniger Platzbedarf** im Vergleich zu PAK-SF bzw. Ozon **+ Reduzierte PAK dosis-** ca. 20% weniger PAK	- **Hohere Kosten insgesamt (CAPEX – OPEX)** - **SPAC nicht regenerierbar (im Gegensatz zu GAK)**

SPAC-UF Verfahren
Take-home message

- SPAC Produktion: **Funktionell und zuverlässig!**
- Effiziente Entfernung von MV: **reduzierte Dosis und geringe Kontaktzeit im Vergleich zu PAK** → Kompaktes Verfahren
- SPAC-UF zusammen: **stabiler Betrieb** mit hohem & variablem Flux
- **Verbesserte Ablaufqualität**

→SPAK-UF Verfahren besonders geeignet für ARA mit Platz und/oder Ableitungsbeschränkungen in sensiblen Umgebungen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.