

Projekt OXERAM

(2010 – 2013)

Prozessoptimierung in der weitergehenden
Abwasserbehandlung zur Phosphorentfernung

24. April 2013

U. Miehe, C. Remy

M. Langer, J. Stüber, M. Boulestreau

M. Godehardt (TU Berlin)

C. Bartholomäus, K. Draht (BWB)

Finanziert durch:



Überblick OXERAM 2

Ziele:

- Ermittlung der Leistungsfähigkeit neuer Verfahrenskombinationen für die weitergehende Abwasserreinigung
- Vergleich verschiedener Verfahren hinsichtlich Kosten, Ressourcenverbrauch und möglicher Ablaufqualität

Herausforderungen:

- Weitergehende Phosphorentfernung
 - Ablauf: $< 50 / 80 / 120 \mu\text{g P/L ?}$
- Desinfektion
- Geringer Flächenbedarf
- Hydraulische Rückbelastung $< 5 \%$
- Niedriger Energie-/ Ressourcenverbrauch

Finanzierung: (OXERAM 2 + 2b)

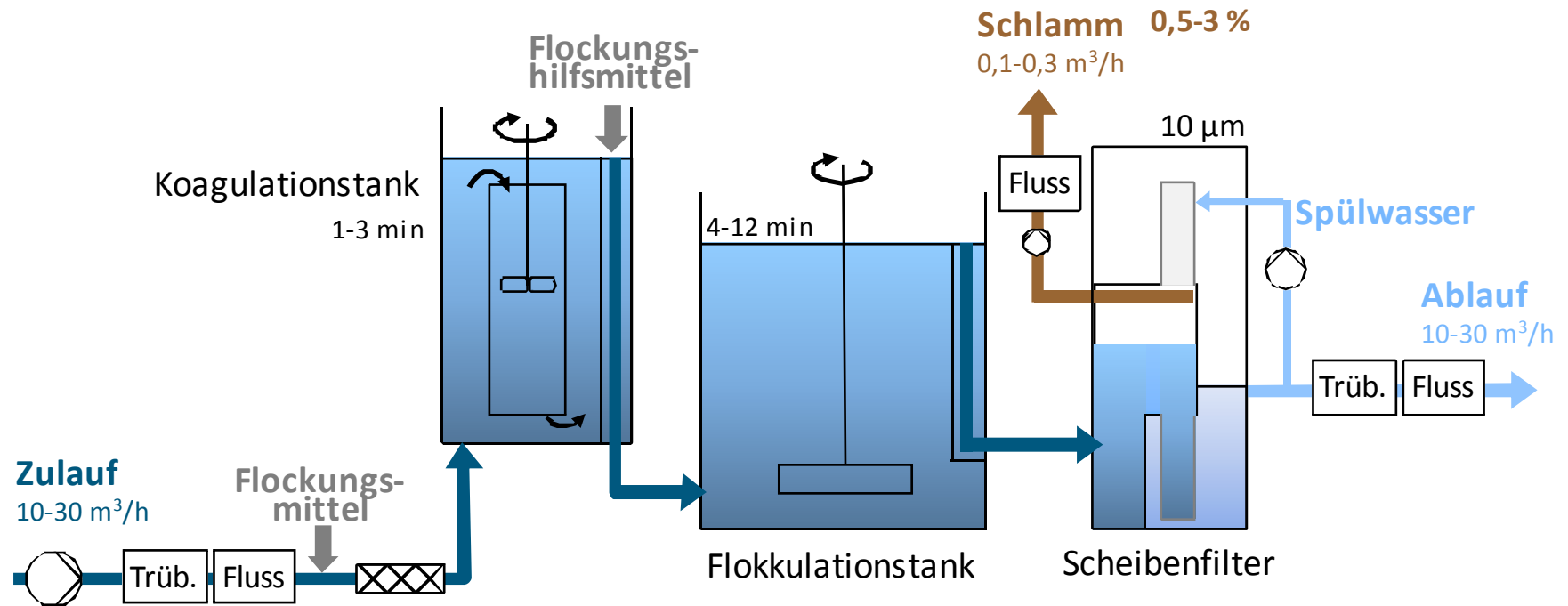
50 % UEP (Senat und EFRE)

33 % BWB (inkl. in-kind)

17 % Veolia



Mikrosieb: Pilotanlage



PO₄-P

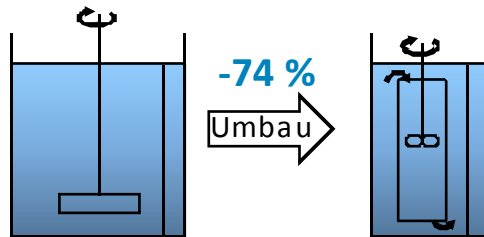
Signal von KA Ruheleben
(Gesamtablauf: Block A, B + C)

Fluss

Signal von KA Ruheleben
(Block A, B und C separat)



Mikrosieb: Optimierung und Prozesssteuerung



- Optimierung
 - Wechsel von FeCl_3 zu PACl
 - Verkleinerung des Koagulationstanks (-74 %) + Installation eines TurboMix™
 - Erhöhung der Turbulenz im Flokkulationstank

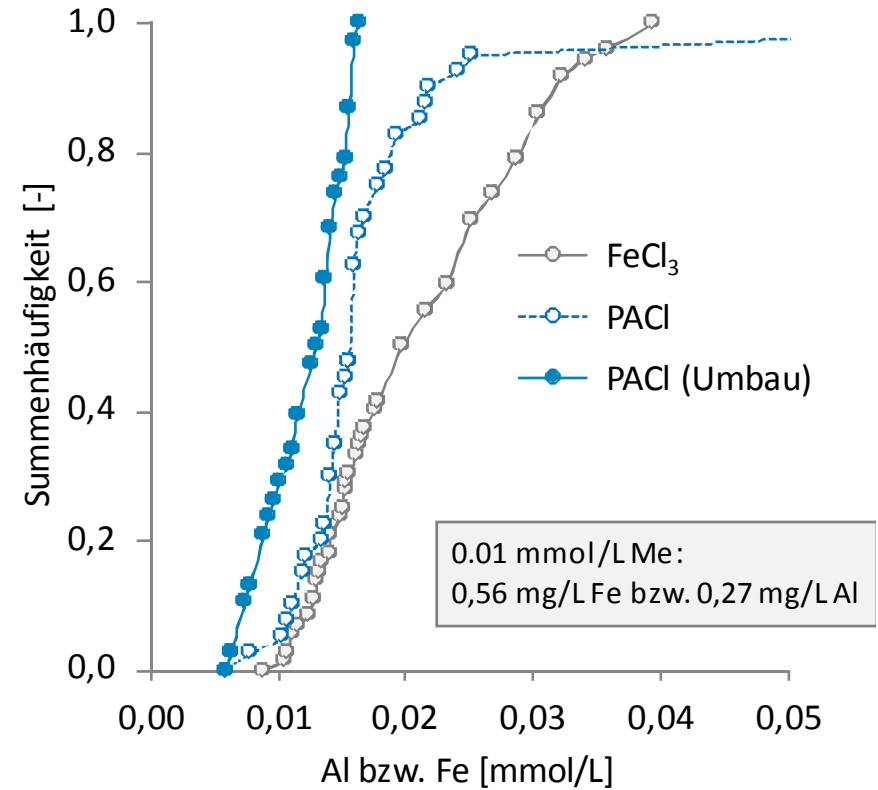
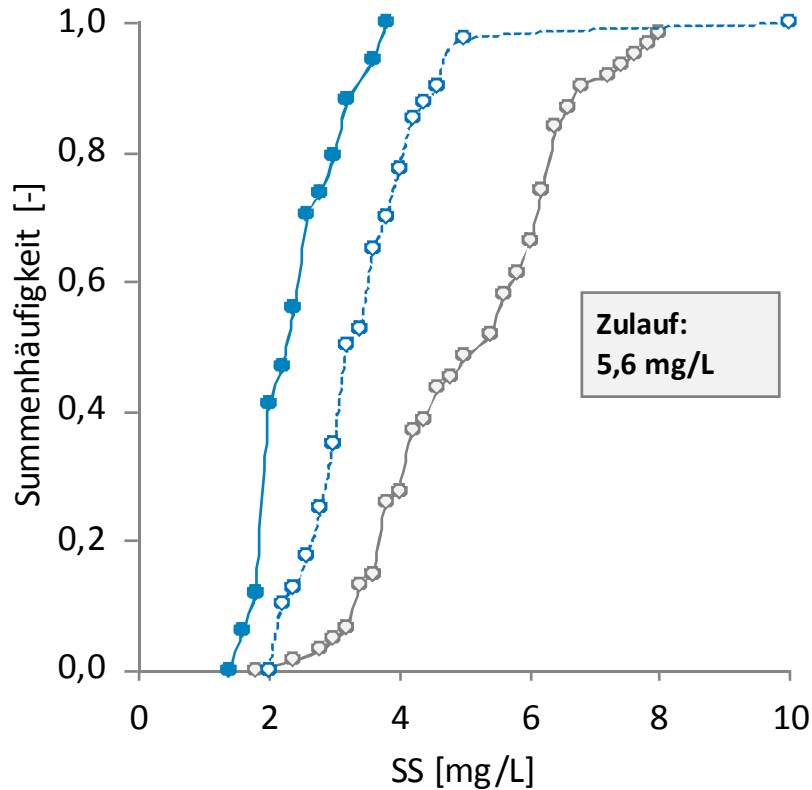
- Prozesssteuerung
 - Variable Beschickung in Abh. vom Kläranlagen-Betrieb
 - Frachtproportionale Dosierung von FM und FHM
 - Automatische Anpassung der Rührgeschwindigkeit im Koagulationstank

- Durchschnittliche Dosierung:
 - Verbesserte Einmischung (nach Umbau) erlaubt Reduktion des FHM-Bedarfs um 63 %!

	FM [mg Me/L]	FHM [mg/L]
FeCl_3	4,1	1,7
PACl	2,2	1,7
PACl (Umbau)	2,0	0,6

↓ -63 %

Mikrosieb: SS-Entfernung und FM-Durchbruch



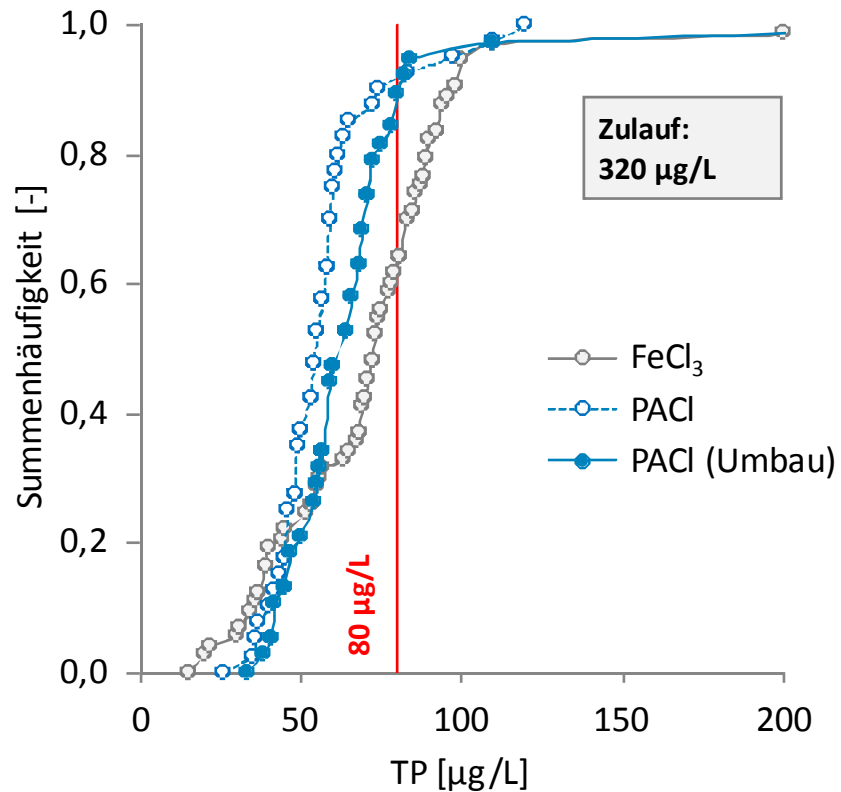
SS-Entfernung:

- Einsatz von FeCl₃: SS (Abl.) ≈ SS (Zul.)
- Deutlich bessere Entfernung mit PACI
- Trotz stark reduzierter FHM-Dosierung im Mittel nur 2,2 mg/L SS (nach Umbau)

FM-Durchbruch:

- Starker Durchbruch von FM wenn FeCl₃ eingesetzt wurde (0,5 - 2 mg/L)
- Besserer Rückhalt mit PACI: 0,25 bis 0,35 mg/L Al (nach Umbau)

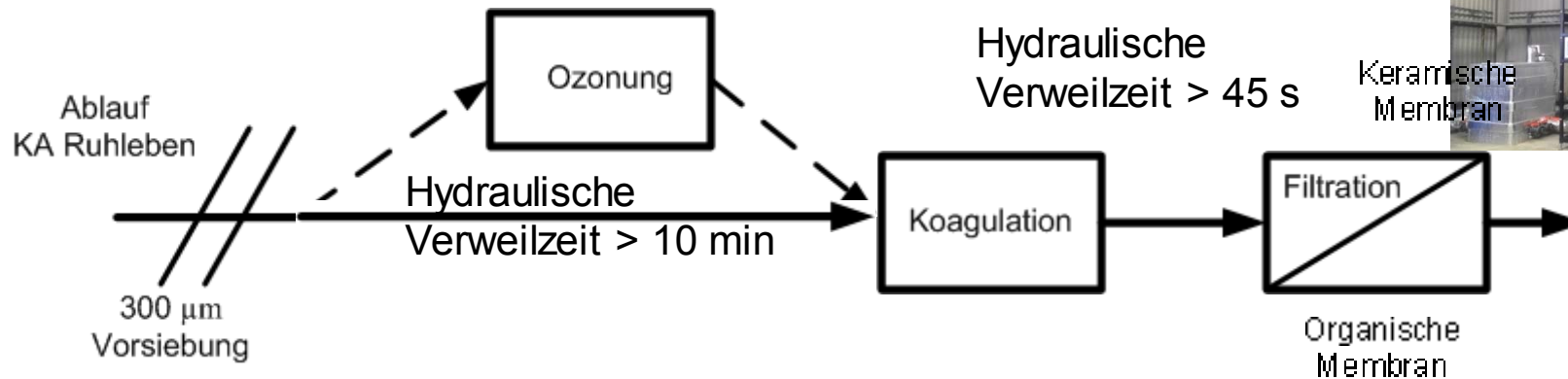
Mikrosieb: P-Entfernung



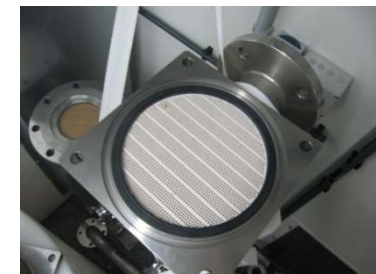
P-Entfernung:

- Erreichung des Zielwerts $< 80 \mu\text{g/L}$ TP nur mit PACI
- Nach Umbau leicht höhere TP-Werte (+ 5-10 $\mu\text{g/L}$) wahrscheinlich als Folge saisonaler Schwankungen

Membranfiltration: Aufbau Pilotanlagen

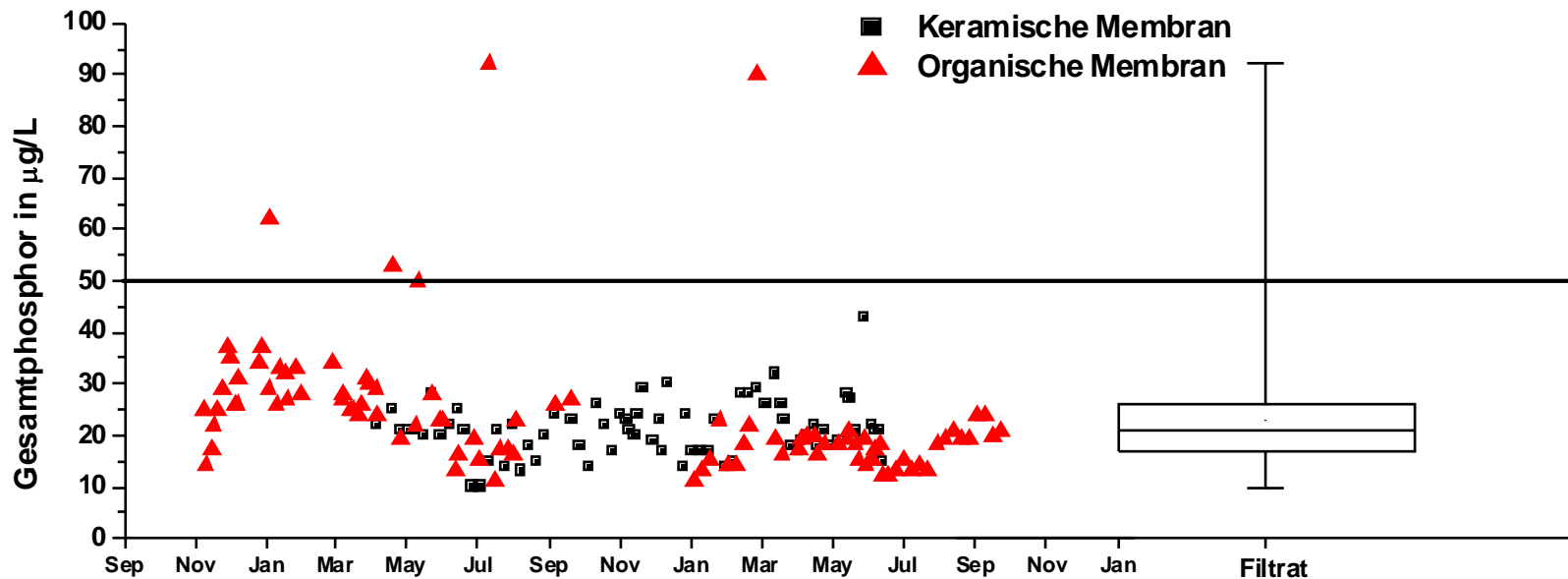


- Organische Membran (Inge)
 - Vergleich 0,9 und 1,5 mm Kapillaren
 - Material: PES
 - Ultrafiltration UF: Porengröße 20 nm
- Fe und Al als Flockungsmittel
- Nicht ozonbeständig
- Monolythische Keramik Membran (Metawater)
 - 25 m² Membranfläche
 - Material: Al₂O₃
 - Mikrofiltration MF: Porengröße 100 nm
- Fe als Flockungsmittel
- Ozonbeständig



Membranfiltration: Ablaufqualität

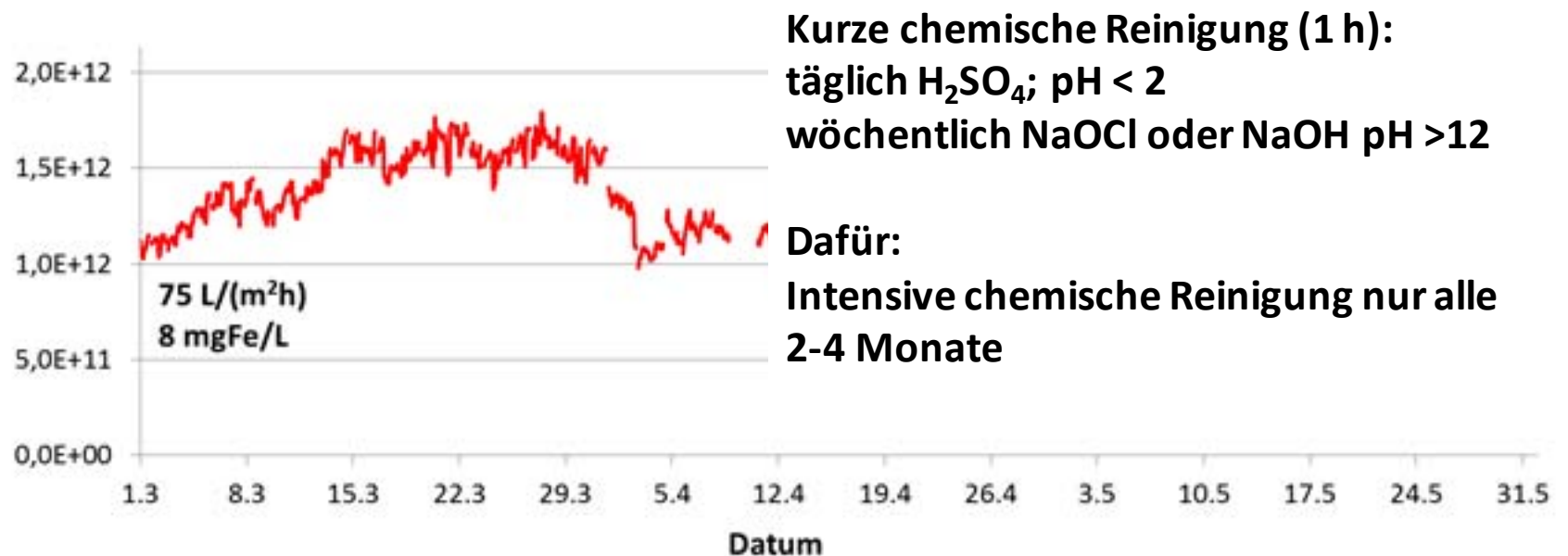
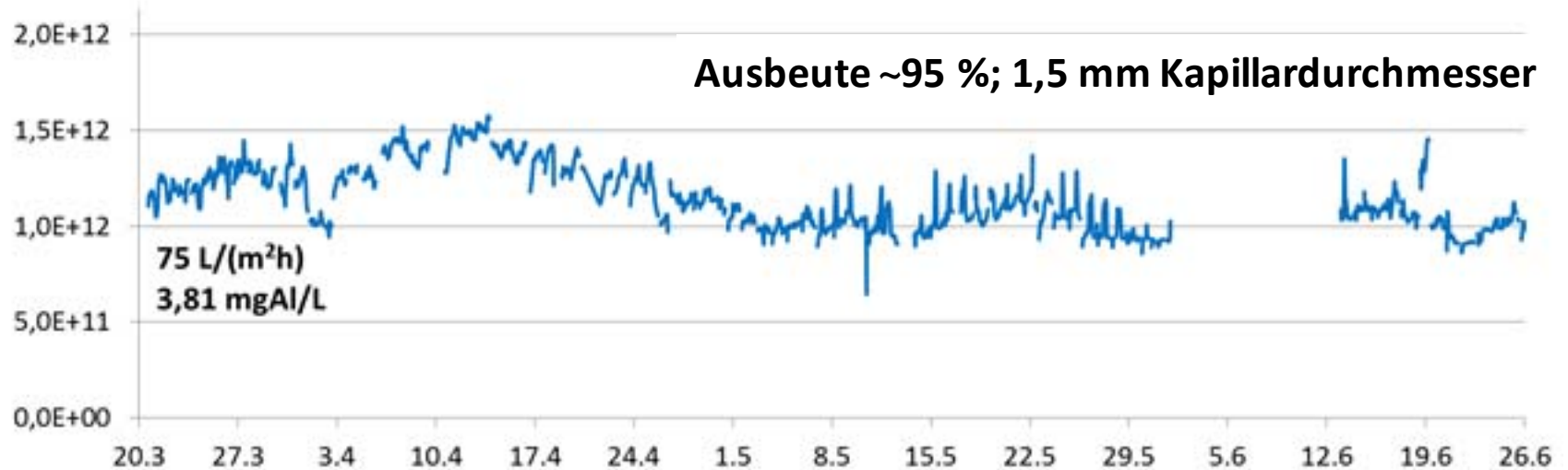
Parameter		Zulauf	Filtrat	Entfernung	N
		Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert	
TP	µg/L	360	23	94 %	169
SS	mg/L	5,4	< 0,1	-	184
CSB	mg/L	38	26	32 %	163



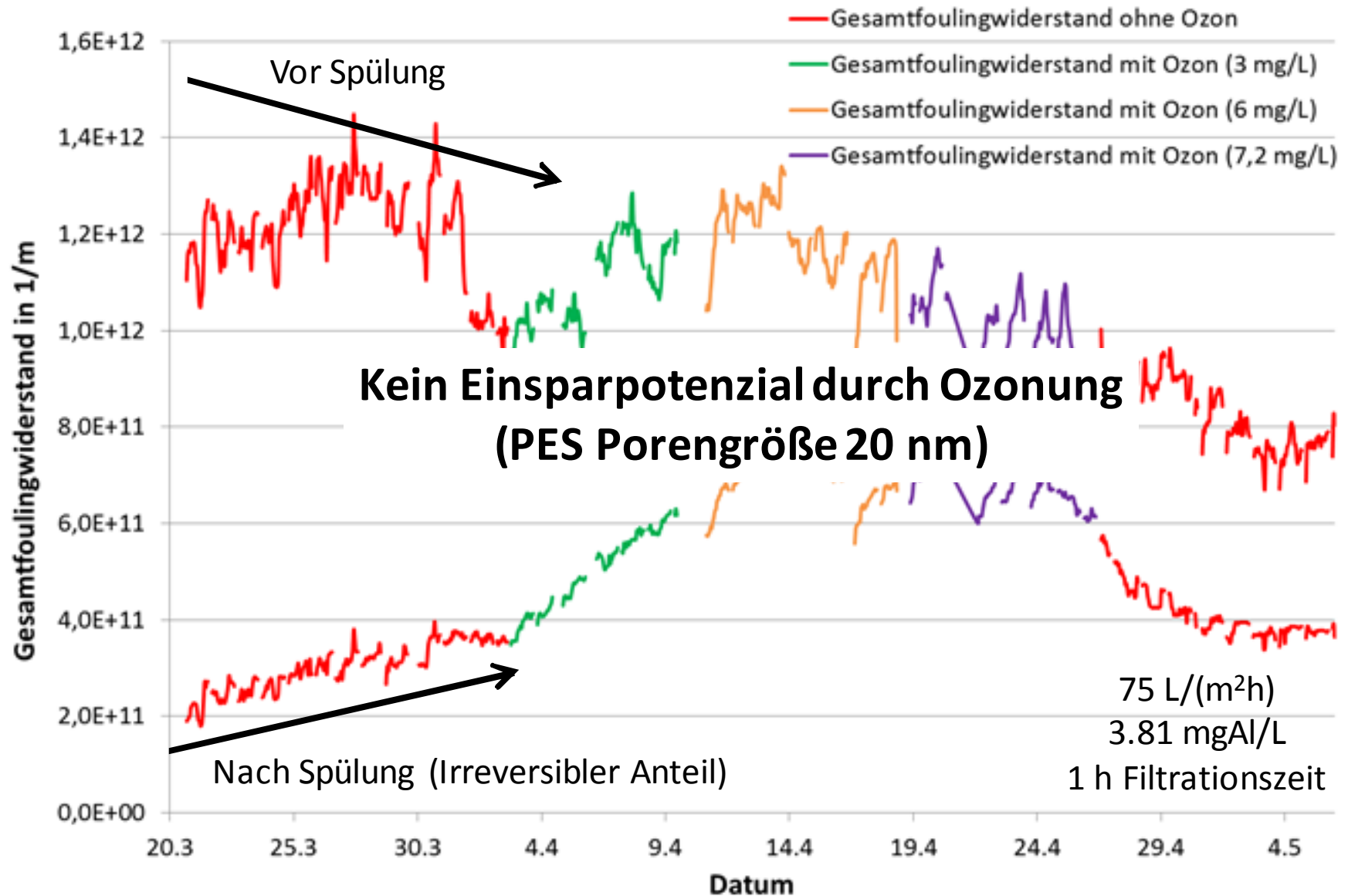
- 24 h Mischproben und Stichproben
- Hohe Ablaufqualität zuverlässig erreichbar
- Nur geringe Unterschiede zwischen Membrantypen

Membranfiltration: Langzeitbetrieb organische Membran

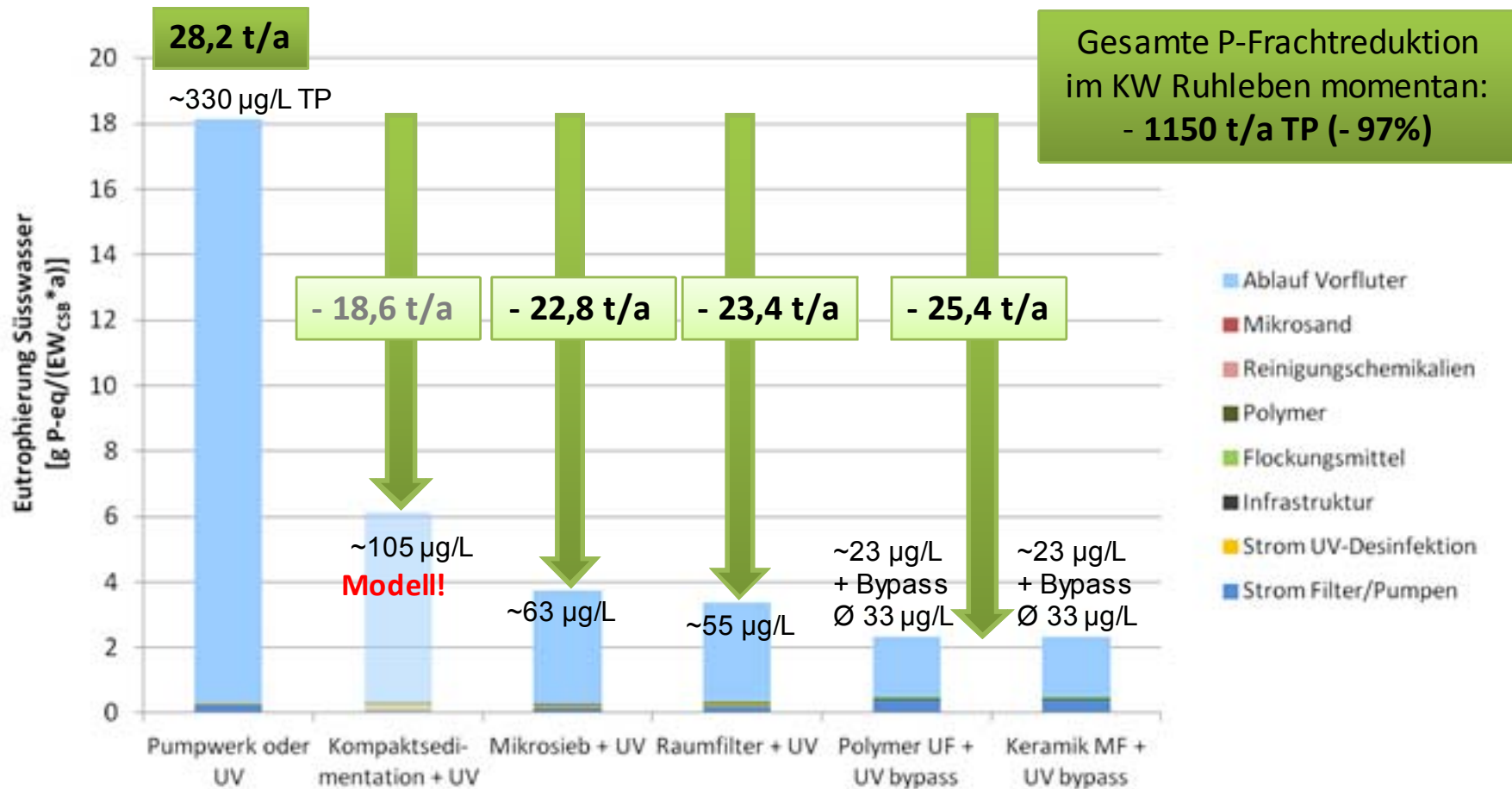
Gesamtfoulingwiderstand in 1/m



Membranfiltration: Organische Membran und Ozon

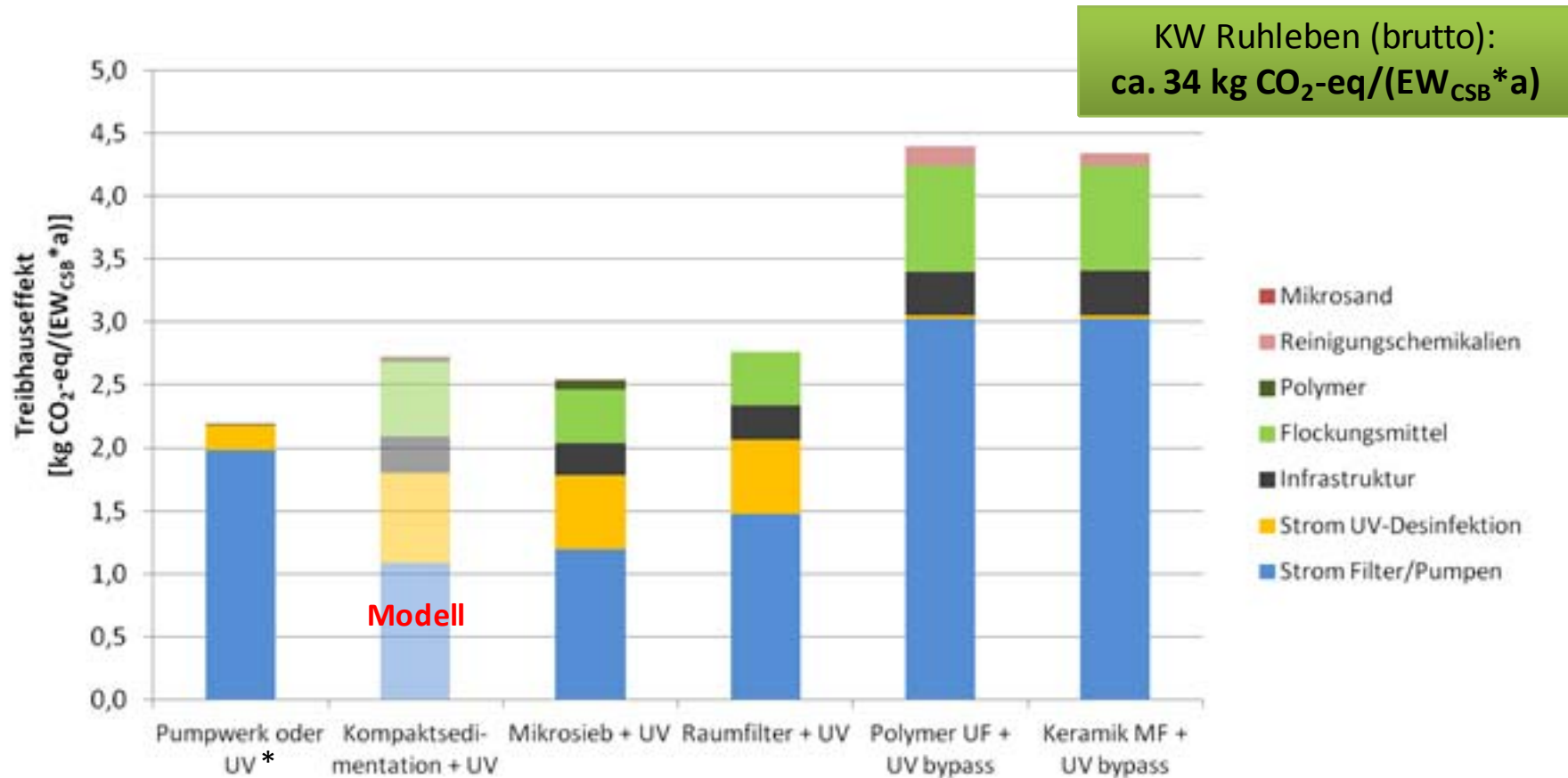


Ökologische Vorteile: verringerte Eutrophierung



- Reduktion der momentanen Phosphorfracht des KW Ruhleben (28,2 t/a) um 19-25 t/a
- Hohe Ablaufqualität der Membrananlage wird durch Bypass im Regenwetterfall teilweise ausgeglichen

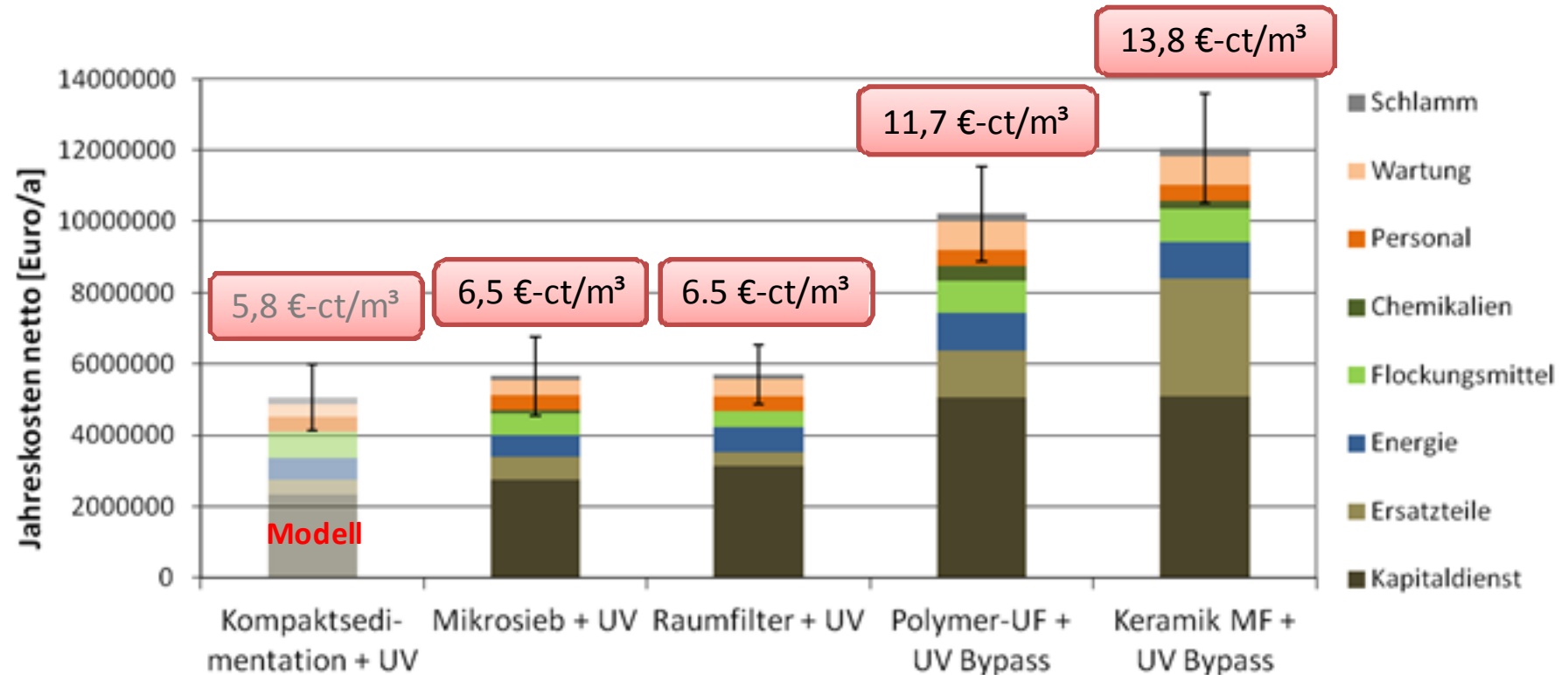
Umweltwirkungen: Treibhauseffekt („carbon footprint“)



- Eng korreliert mit Stromverbrauch und Chemikalienbedarf
- Niedrigenergieverfahren mit UV: 4000 t CO₂-eq/a (vergleichbar mit Druckleitung/UV)
- Membranen: 7000 t CO₂-eq/a

*Pumpwerk: 155 Wh/m³, 38% von Q_a
UV: 1000 J/m², 12% von Q_a

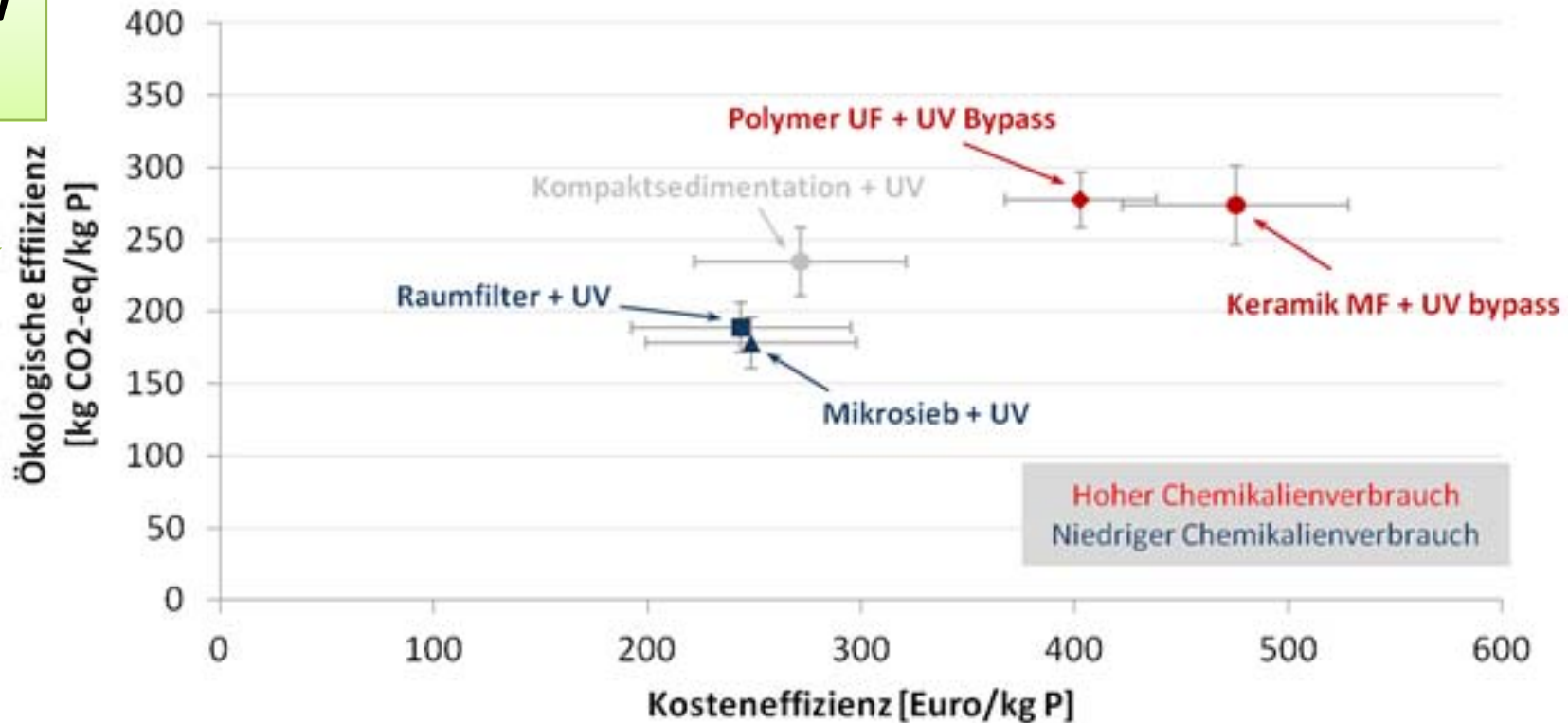
Jahreskosten für 4. Reinigungsstufe in Ruhleben



- Lineare Abschreibung der Investitionen für jährlichen Kapitaldienst (Zinssatz: 3%)
- Nutzungsdauer nach LAWA und Herstellerangaben (Membranen, UV, Mikrosiebe)
- Keine Preissteigerung oder Inflation berücksichtigt

Ökologische und ökonomische Effizienz verschiedener Technologien zur Phosphorentfernung pro kg P_{elim}

LOW
CO₂



LOW COST

- Ökologische und ökonomische Effizienz pro kg eliminiertem Phosphor (kg P_{elim}⁻¹)
- Niedrigenergie-Verfahren sind kosteneffizient und minimieren Carbon footprint und Chemikalienverbrauch pro kg entferntem Phosphor!



OXERAM

www.kompetenz-wasser.de
ulf.miehe@kompetenz-wasser.de



Dieses Vorhaben wird vom
Land Berlin und von der
Europäischen Union
koffinanziert.
(Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung)
Investition in Ihre Zukunft!



Senatsverwaltung
für Stadtentwicklung
und Umwelt



Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit!