

# Aktivkohleadsorption und Flockungsfiltration zur kombinierten Entfernung von anthropogenen Spurenstoffen und Phosphor

Johannes Altmann (TU Berlin)

Dr. Alexander Sperlich (Berliner Wasserbetriebe)

Prof. Dr. Martin Jekel (TU Berlin)

Gefördert von



Partner

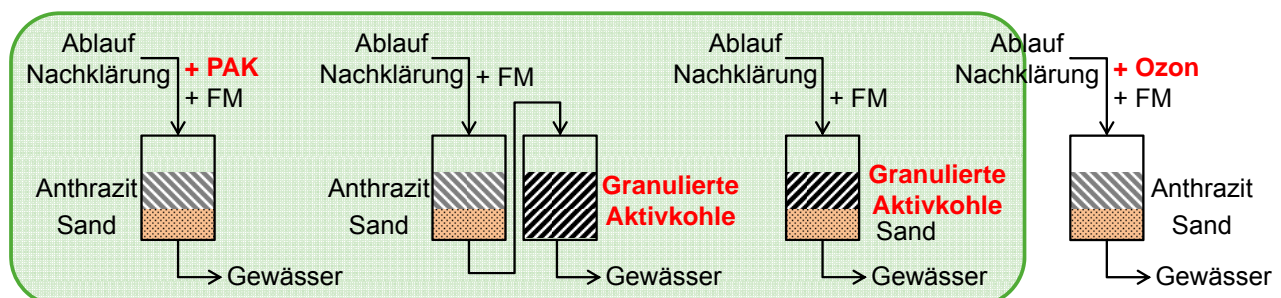


KOMPETENZZENTRUM  
Wasser Berlin

## Integration der Spurenstoffentfernung in Technologieansätze der 4. Reinigungsstufe



- Fokus: paralleler Vergleich von Verfahrensoptionen zur Spurenstoffentfernung und Phosphorentfernung
- Verfahrensvarianten:
  - Flockungsfiltration mit Pulveraktivkohledosierung
  - Aktivkohlefiltration (nachgeschaltet oder als zusätzliche Filterschicht)
  - Flockungsfiltration mit vorheriger Ozonung



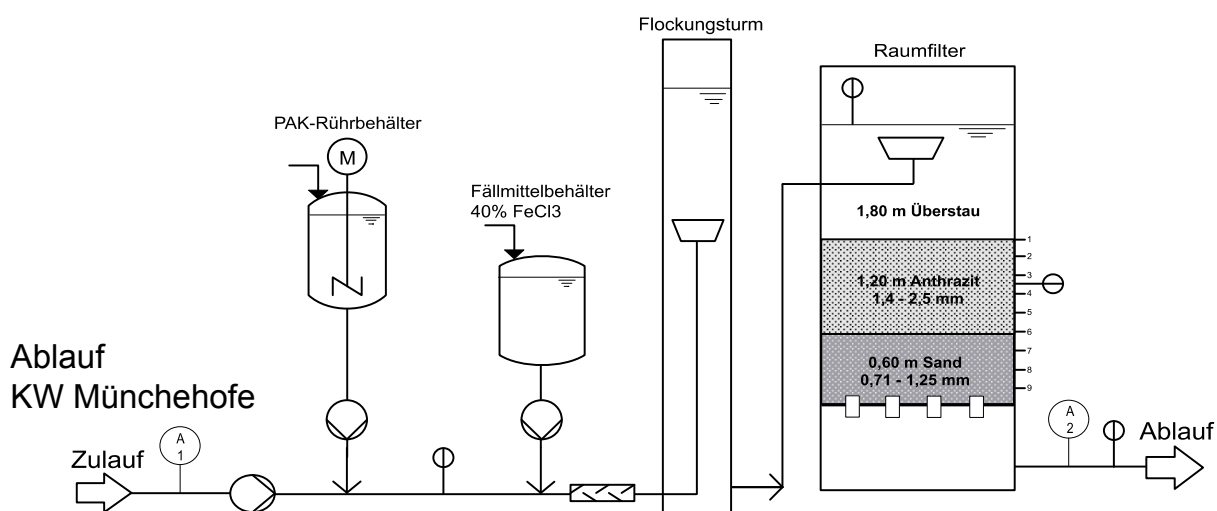
# Pilotanlage zur Pulveraktivkohledosierung



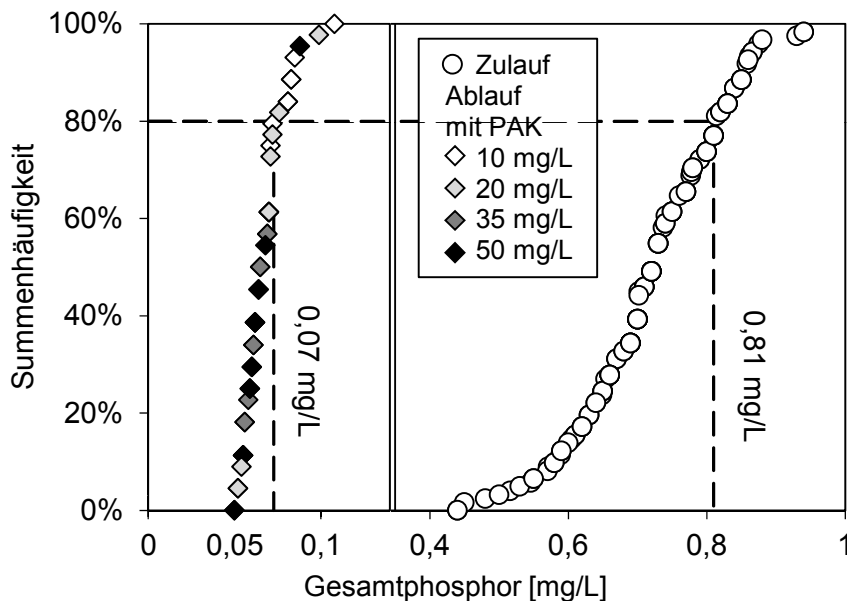
- Zweischichtfilter: 1,2 m Anthrazit, 0,6 m Sand
- Filtergeschwindigkeit: 7,5 m/h (=8,5 m<sup>3</sup>/h)
- Filterlaufzeit: 12 h / 24 h
- Flockungsmitteldosierung: 4-5 mg/L (nach ortho-P Signal)
- PAK-Dosierung: 10, 20, 35, 50 mg/L



## PAK-Pilotanlage

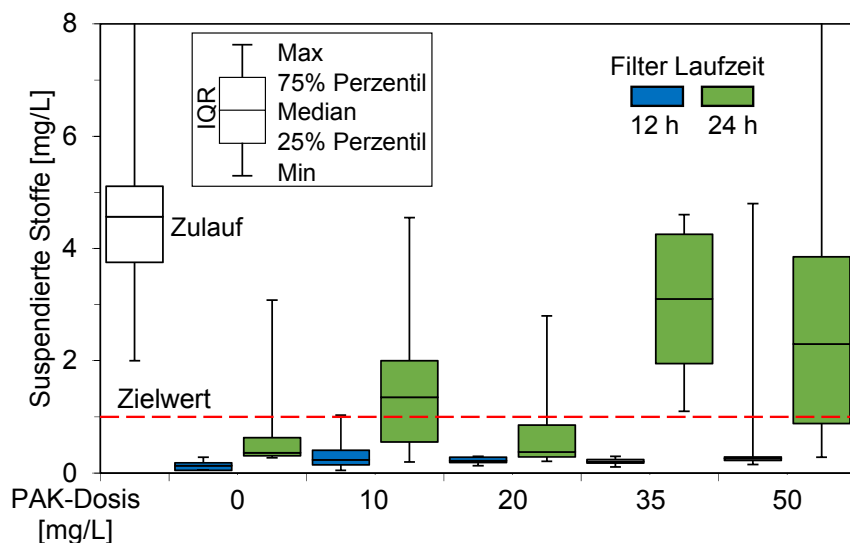


# PAK-Dosierung: Auswirkungen auf Flockungsfiltration Phosphor



- Flockungsfiltration erreicht betriebsstabil  $TP \leq 0,1 \text{ mg/L}$
- PAK-Dosierung zeigt keinen negativen Einfluss

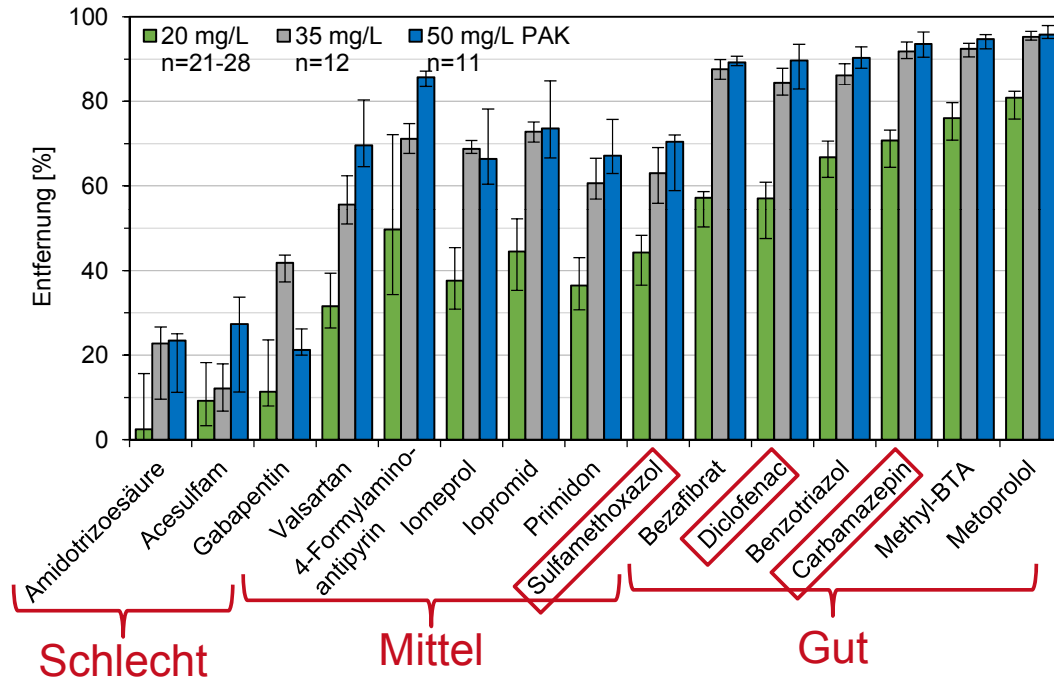
# PAK-Dosierung: Auswirkungen auf Flockungsfiltration II Suspendierte Stoffe



- Filterlaufzeit  $\geq 12 \text{ h}$  bis  $50 \text{ mg/L PAK}$
- PAK-Dosierung besitzt geringe Auswirkung auf Filterdurchbruch
- Hauptfaktor: Flockungsmittelmenge

- Außerdem: geringe Auswirkungen auf den Filterdruckverlust

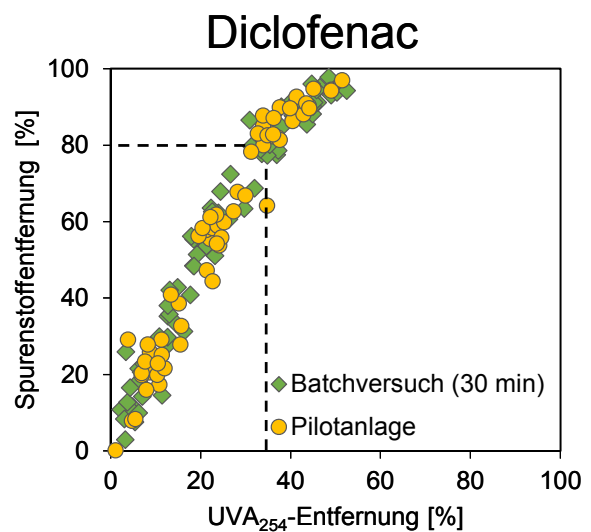
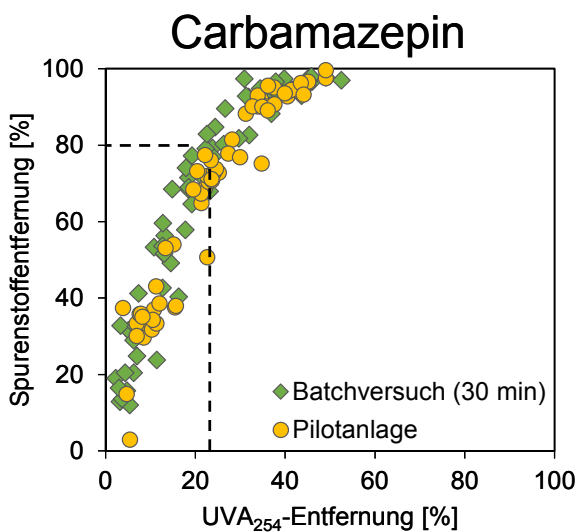
# Spurenstoffentfernung



→ Altmann et al. , Water Research 84 (2015), 58–65

# UV<sub>254</sub>-Absorption als Kontrollparameter

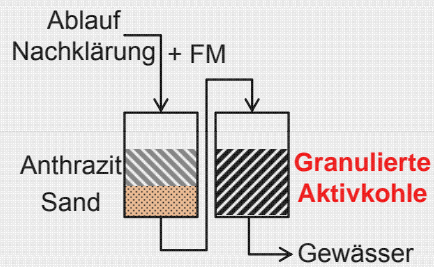
UV<sub>254</sub> = SAK<sub>254</sub> → Überwachung durch Online-Sonde



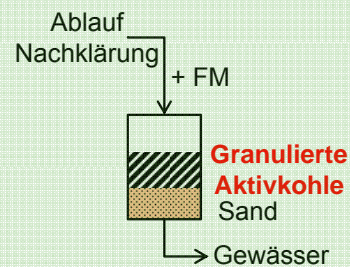
## Einsatz granulierter Aktivkohle



1. Nachgeschaltet im Anschluss an Flockungsfiltration (mit/ohne Ozonung)



2. GAK in Flockungsfiltration integriert
  - Als zweite Filterschicht
  - Einschichtfiltration im Aufstrom



## GAK-Flockungsfiltration Halbtechnische Versuchsanlage

- $\varnothing$  15 cm,  $v = 6$  m/h
- Klarlauf + 4 mg/L Fe
- Zweischichtfilter
  - 1,4 m GAK + 0,6 m Sand
- Aufstromfilter
  - 1,9 m GAK (+10 cm Kiesschicht)

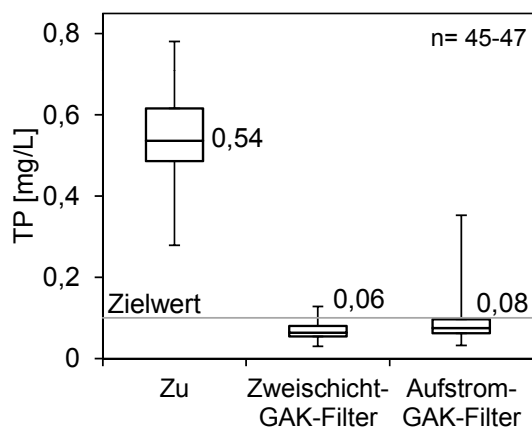


# GAK als Filtermaterial

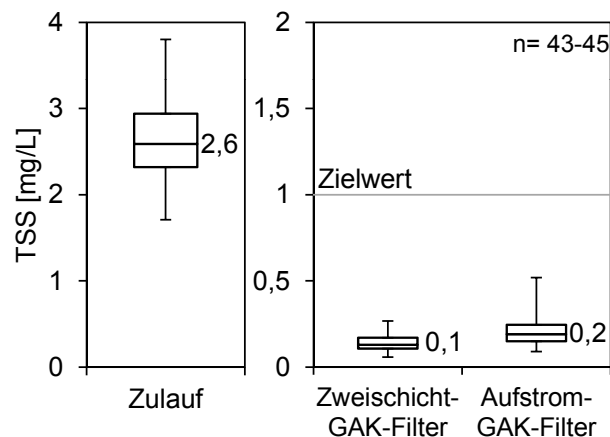
## Auswirkungen auf Flockungsfiltration



### Phosphor



### Suspendierte Stoffe



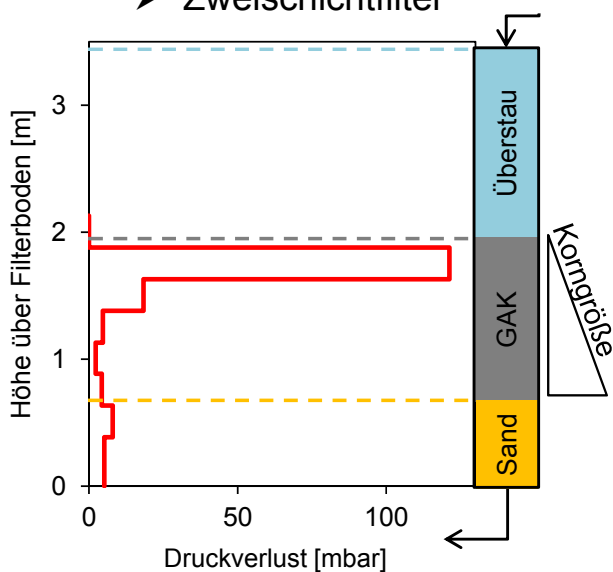
➤ Zielwerte für Phosphor und Suspendierte Stoffe werden erreicht

# GAK als Filtermaterial

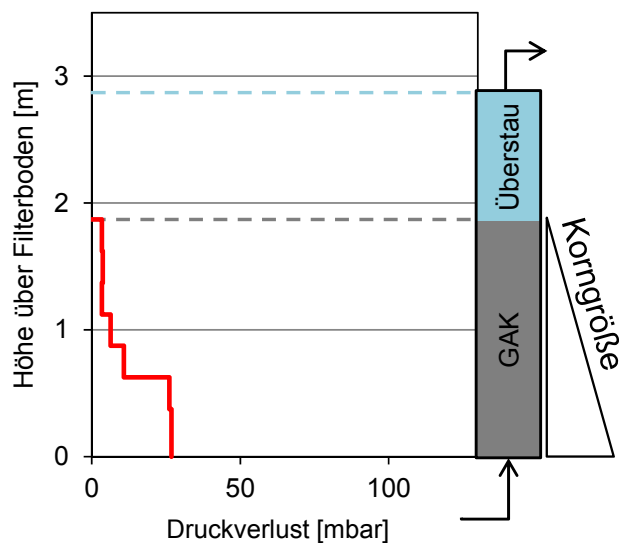
## Druckverlust



### ➤ Zweischichtfilter

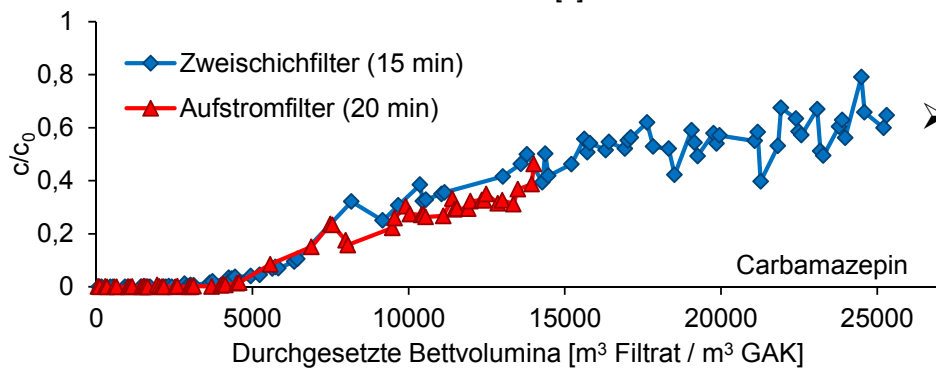
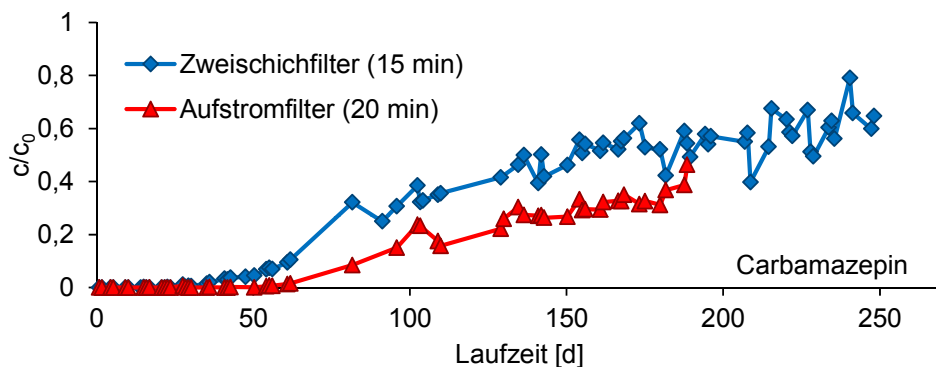


### ➤ Aufstromfilter



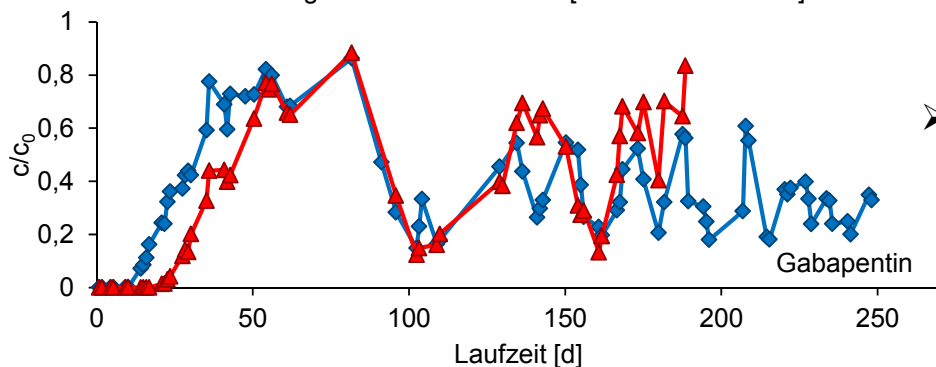
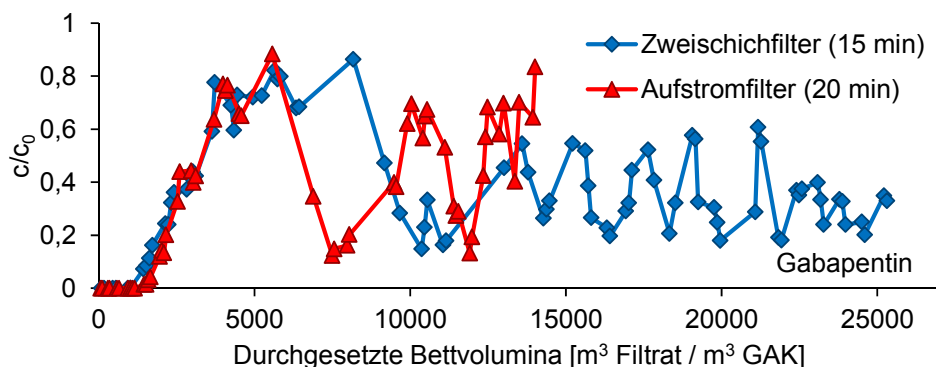
# Spurenstoffentfernung

## Durchbruchkurven



➤ Entfernung durch GAK-Adsorption

# Spurenstoffentfernung

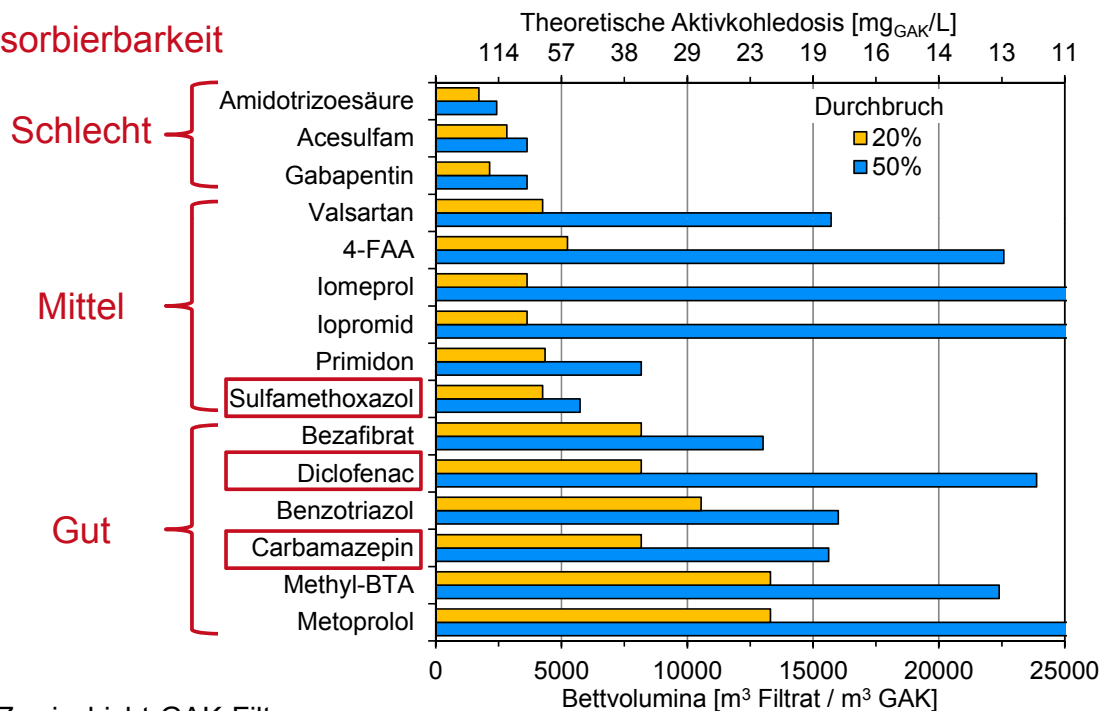


➤ Entfernung durch GAK-Adsorption + biologische Transformation

# Spurenstoffentfernung durch GAK-Filtration



## Adsorbierbarkeit



Zweischicht-GAK-Filter

## Zusammenfassung



### Aktivkohleadsorption und Flockungsfiltration

- Organische Spurenstoffe können durch Adsorption entfernt werden; Eliminationsgrad ist stoffspezifisch
- Aktivkohleadsorption und Flockungsfiltration: Zielwerte für suspendierte Stoffe und Gesamtphosphor können sicher eingehalten werden, zusätzliche Entfernung von CSB (DOC)
- Pulveraktivkohle
  - geringe Auswirkungen auf Filterlaufzeit + Druckverlust, Laufzeit wird primär durch Flockungsmittelmenge bestimmt
  - SAK<sub>254</sub> als Steuerungs-/ Kontrollparameter geeignet
- Granulierte Aktivkohle
  - Als Filterschicht in Flockungsfiltration betreibbar
  - Bestimmende Einflussfaktoren: Korngröße und Aufenthaltszeit



---

## Vielen Dank an:

### Labor TU Berlin

- Uta Ben-Slimane, Elke Profft, Jutta Jakobs u.a.

### Labor BWB Münchehofe

- Siegrid Neideck, Jörn Frankenstein u.a.

### Studierende (Abschlussarbeiten, Hilfskräfte)

- Eva-Linde Geiling, Daniel Sauter, Hannah Brübach, Janis Hanf, Clara Rodenbach, Joana Wiebach, Sarah Rigorth, Julia Pohl, Jan Danner, Daniel Rehfeld, Julia Sturm, Kai Träder, Lukas Massa, Simon Mangold, Fabian König

---

## Vielen Dank für Ihr Interesse.

Dieses Projekt wird gefördert aus Mitteln der Europäischen Union (Europäischer Fonds für regionale Entwicklung) und des Landes Berlin.



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung  
Investition in Ihre Zukunft

