

2 Highlights aktueller Projekte in Nordrhein-Westfalen

Andreas Nahrstedt

**Treffen VSA-Plattform VM
am 04.05.2017 auf der ARA Thun**

Projekt **DEM@AC** Kläranlage Aachen Soers

Auftraggeber:



Partner:



INSTITUT
FÜR
UMWELT-
FORSCHUNG



Förderung: **Ministerium für Klimaschutz, Umwelt,
Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen**



Kompetenzzentrum

Mikroschadstoffe.NRW

Projektziele

- **Demonstrationsanlage zur Vollstromozonung**
- **Evaluierung der Ozonung**
- **Evaluierung des Gewässers "Wurm" (vorher/nachher)**
 - **340 %-iger Abwasseranteil bei $MNQ_{\text{Wurm}} = 219 \text{ l/s}$**
- **Verfahrenstechnische Optimierung**

EW : 458.300 E

Q_{max}: 2.988 l/s

JAM : ≈ 25 Mio. m³

Überwachungswerte

CSB: 40 mg/l

P_{ges}: 0,4 mg/l

NH₄-N: 1 mg/l

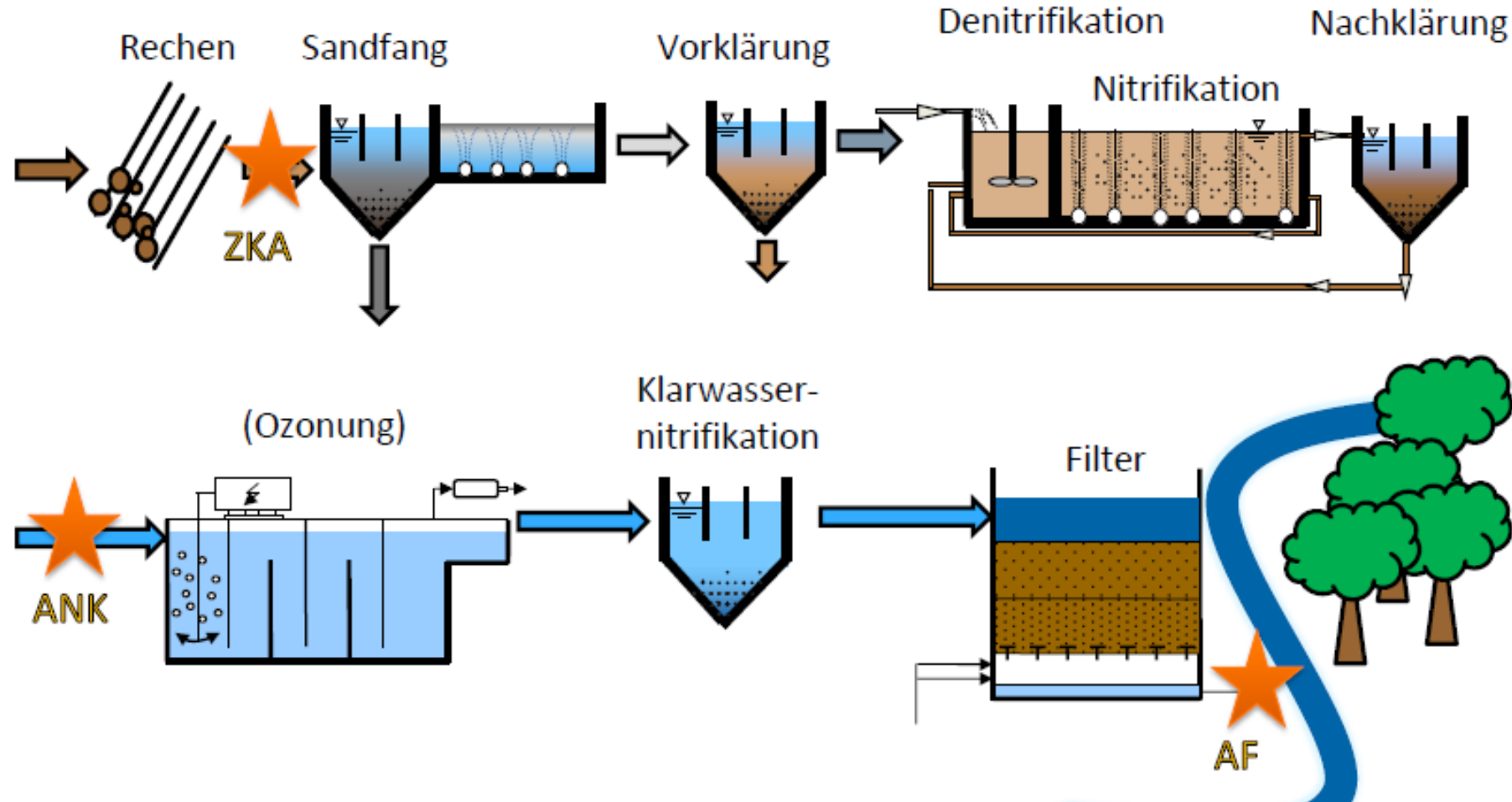
N_{anorg,ges}: 13 mg/l



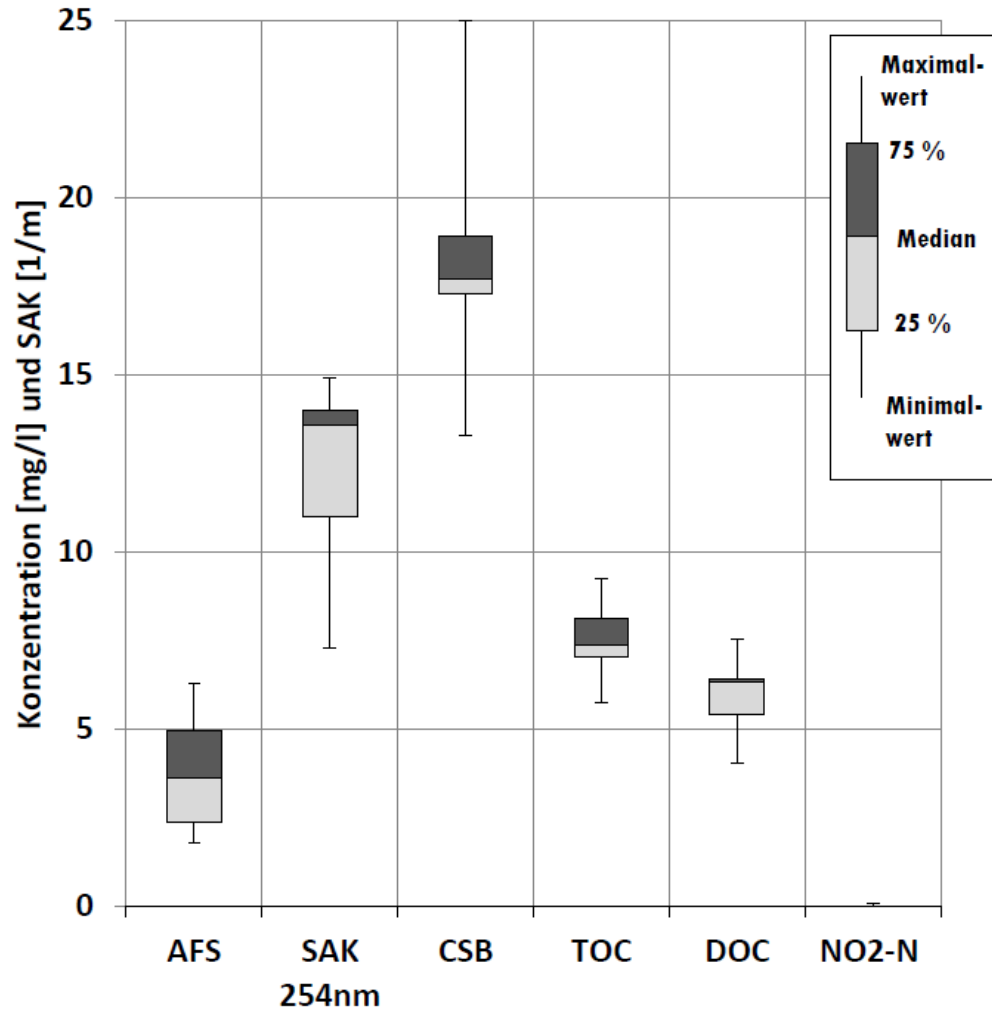
Kompetenzzentrum

Mikroschadstoffe.NRW

Probenahmestellen auf der Kläranlage Aachen-Soers



Zulauf Ozonung - Standardparameter-DEM^{AC}



- Gut gereinigtes Abwasser
- Wenig Feststoffe in den gezogenen Proben
- DOC-Konzentration im Mittel ca. 7 mg/l
- Sehr selten Nitrit > BG (0,001 mg/l)
- Bromid-Konzentrationen von 0,04 – 0,4 mg/l

n = 18



DEMO₃- Phase 1: Substanzauswahl

- Diclofenac
- Tramadol
- Clarithromycin

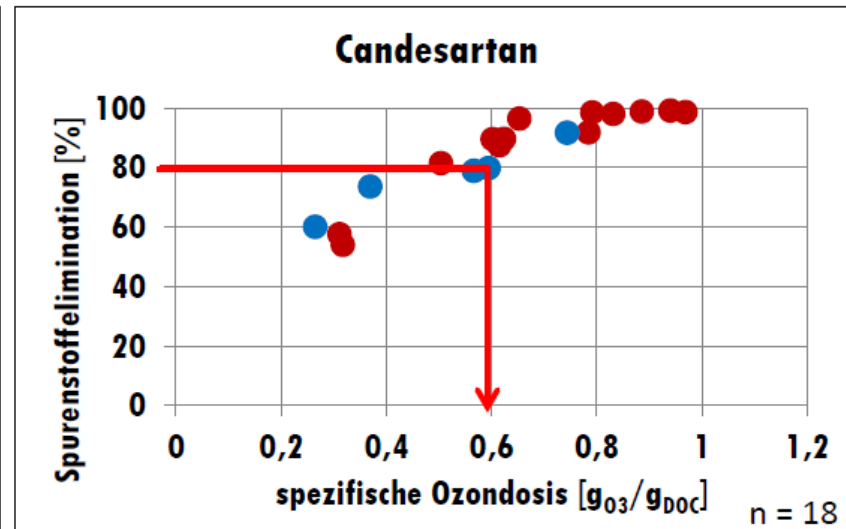
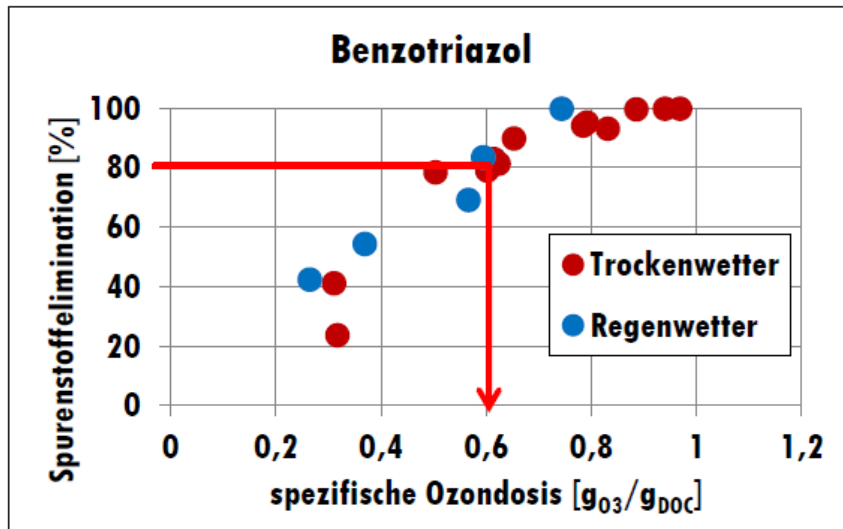
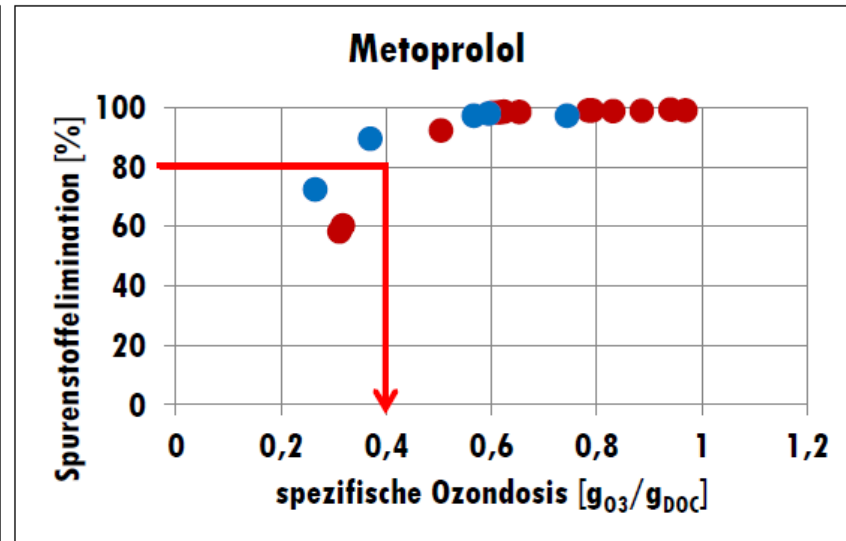
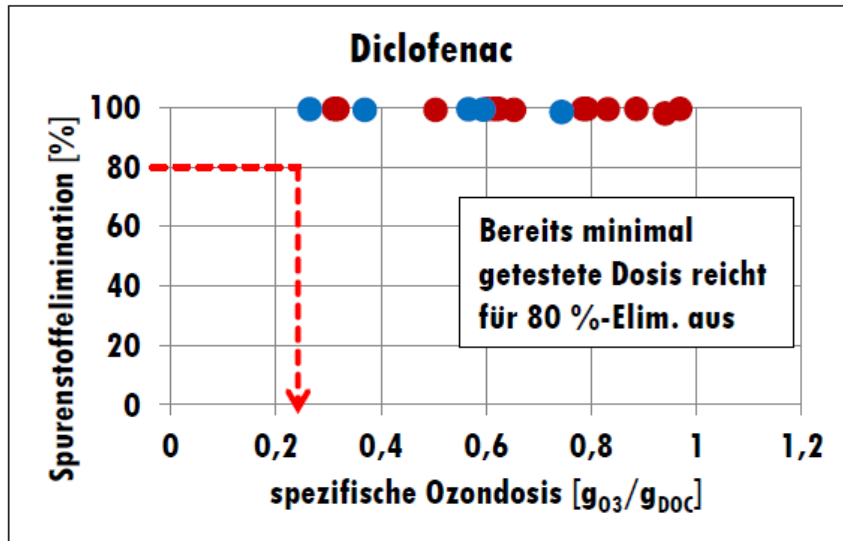
=> 3 Stoffe sehr gut eliminierbar

- Candesartan
- Benzotriazol
- Metoprolol

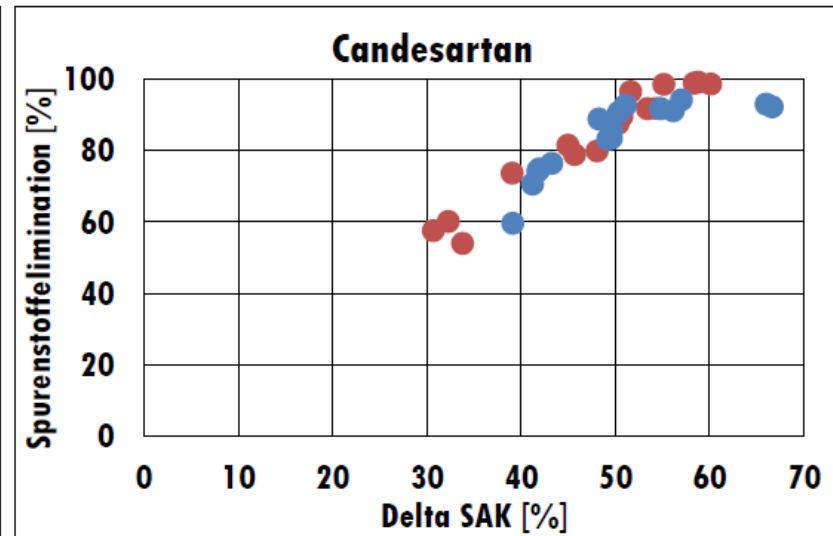
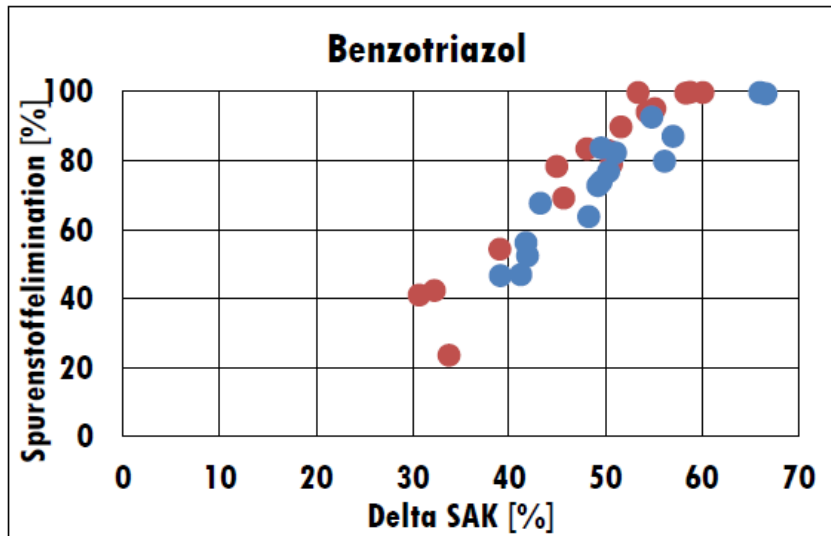
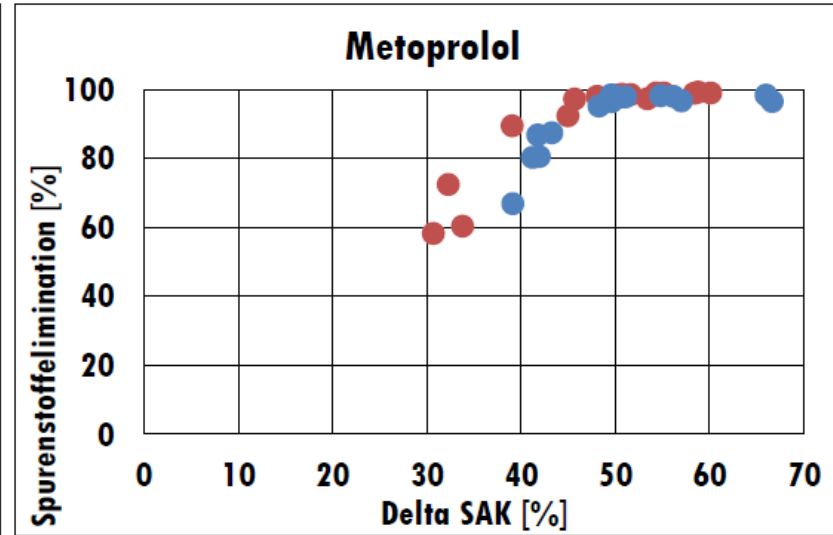
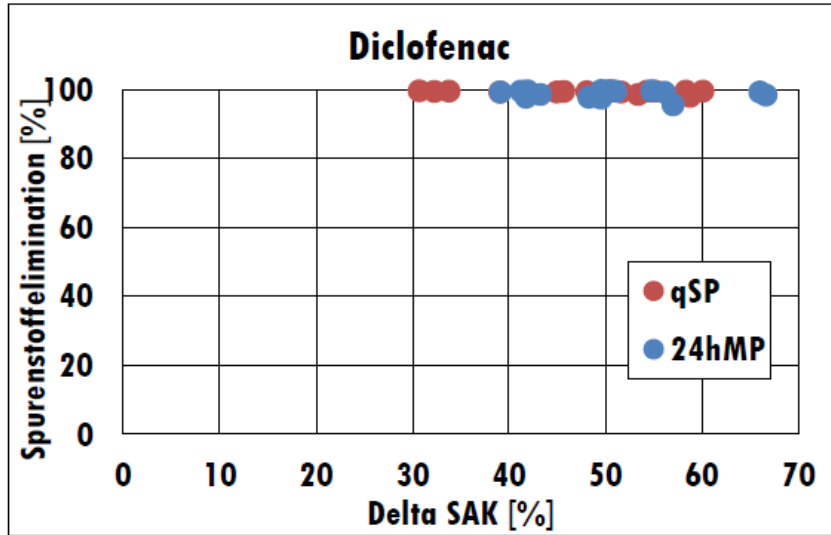
=> 3 Stoffe gut bis mäßig eliminierbar



Spurenstoffelimination -spezifische Ozondosis-^{DEMO}

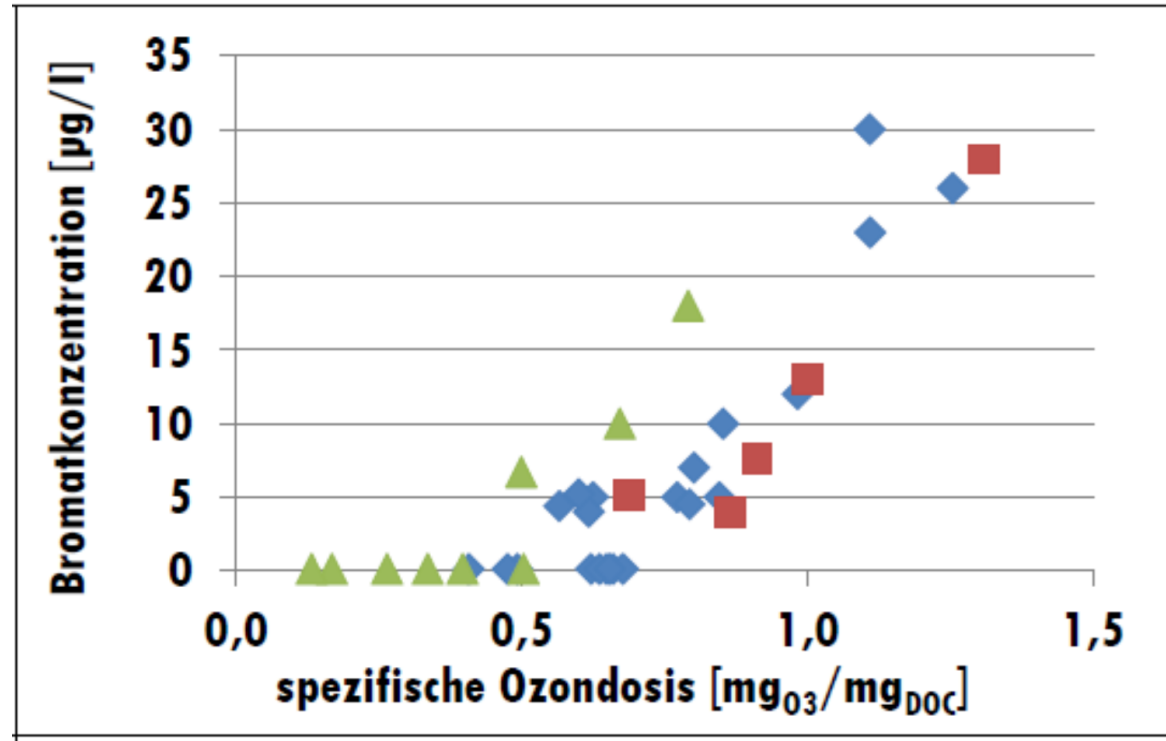


Delta SAK₂₅₄ als Regelgröße



Bromatbildung

- Bromid-Konzentrationen von 0,04 – 0,4 mg/l



- **3 – 4 mg/l O₃ (0,5 – 0,7 mgO₃/mgDOC) für Spurenstoffelimination ausreichend**
 - Aufenthaltszeit: geringer Einfluss
 - Weitergehende biologische Reinigung: kaum Einfluss
 - SAK möglicher Parameter zur Regelung
- **Einfluss Ozonung auf Mikrobiologie**
 - Deutliche Reduktion von E. coli (> 1,5 log-Stufen) und Int. Enterokokken (beide häufig < BG)
 - Ozondosis und Keimreduktion: kein eindeutiger Zusammenhang
 - Antibiotikaresistenzen: nehmen absolut und relativ ab
- **biologische Nachbehandlung**
 - leichter Anstieg der Bakterienkonzentrationen
 - kein vermehrter Anstieg der antibiotikaresistenten Bakterien
- **Bromat**
 - immer < 30 µg/l
 - für eine Ozondosis von 4 mg O₃/l in der Regel ≤ 10 µg/l

Projekt Ozonung + BAK Kläranlage Detmold



Hochschule Ostwestfalen-Lippe
University of Applied Sciences



Detmolder Abwasser GmbH

Hydro  Ingenieure



Projektziele

- **Pilotierung der Verfahrenskombination Ozonung + biologisch wirksame Aktivkohle (BAK)**
- **Laborversuche Ozonung**
- **Evaluierung**
 - **der Effektivität der Prozesse**
 - **der Kosten der Prozesse**

Beschreibung des Klärwerks

- Ausbaugröße: 135.000 EW
- Trockenwetterzufluss 301 l/s
- Regenwetterzufluss 771 l/s
- Mechanische Reinigungsstufe
- 4-straßige Belebungsanlage mit 4 Nachklärbecken
- Flockungsfiltration
- Schlammfäulung und maschinelle Entwässerung
- Einleitung in die Werre (→ Weser)



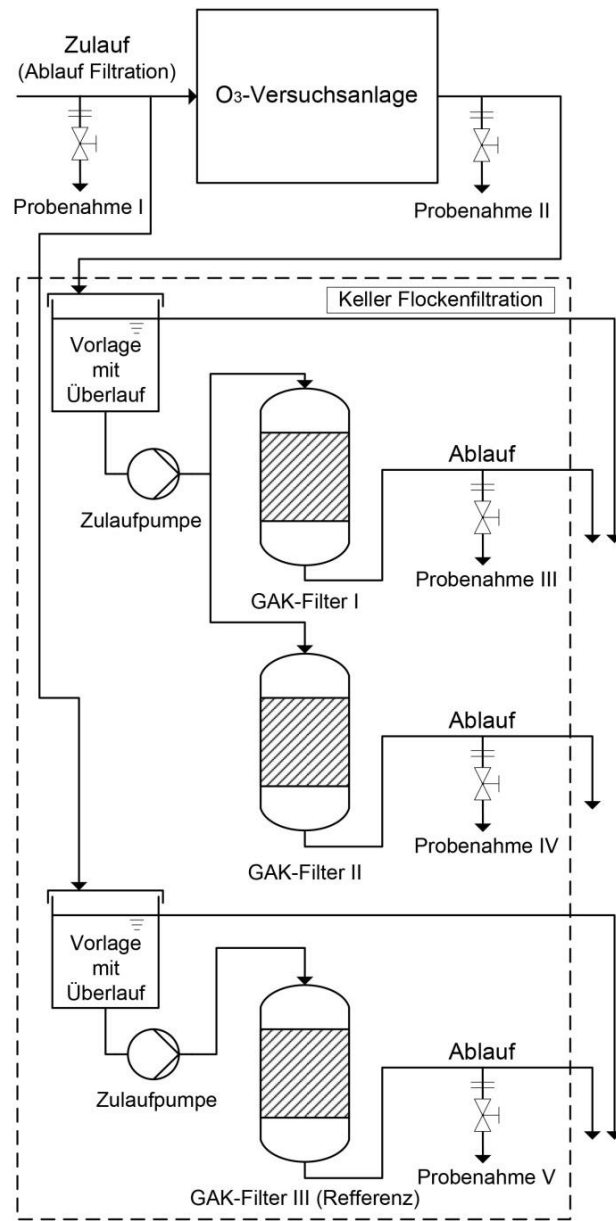
GAK-Anlage im Keller der Filtration



Ozonanlage



Anlagen- aufbau



Ozonung

- Ozondosis: 2 mg/L
- spez. Ozondosis: 0,24 mg O₃/mg DOC
- Kontaktzeit: 15 Minuten

1. BAK Filter (AquaSorb 5000)

- Beaufschlagung mit Ozon: Ja
- Kontaktzeit: 50 Minuten
- Filterbetthöhe: 2,5 m

2. BAK-Filter (AquaSorb 5000)

- Beaufschlagung mit Ozon: Ja
- Kontaktzeit: 25 Minuten
- Filterbetthöhe: 2,5 m

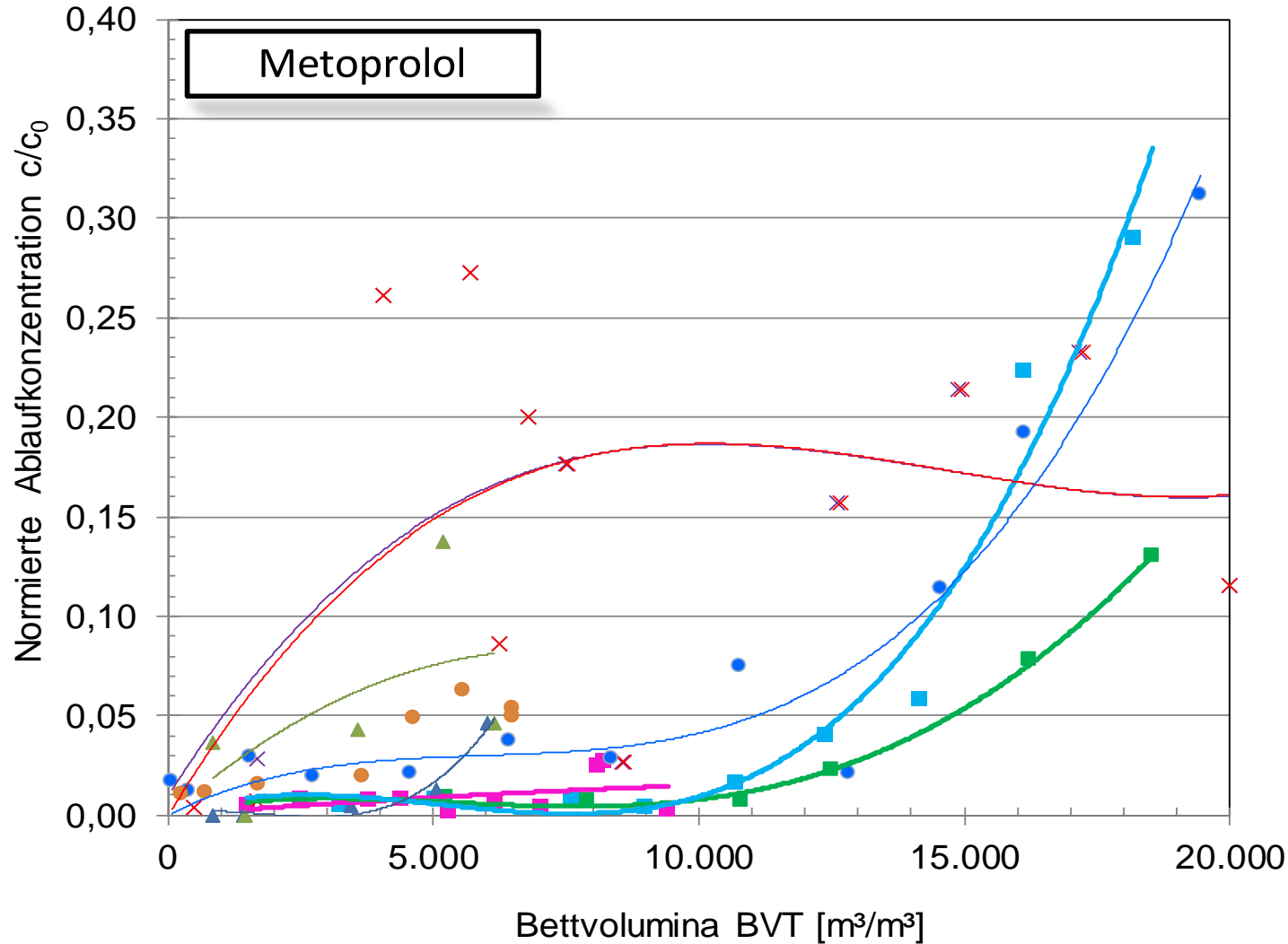
3. GAK-Filter (AquaSorb 5000, Referenzfilter)

- Beaufschlagung mit Ozon: Nein
- Kontaktzeit: 25 Minuten
- Filterbetthöhe: 2,5 m

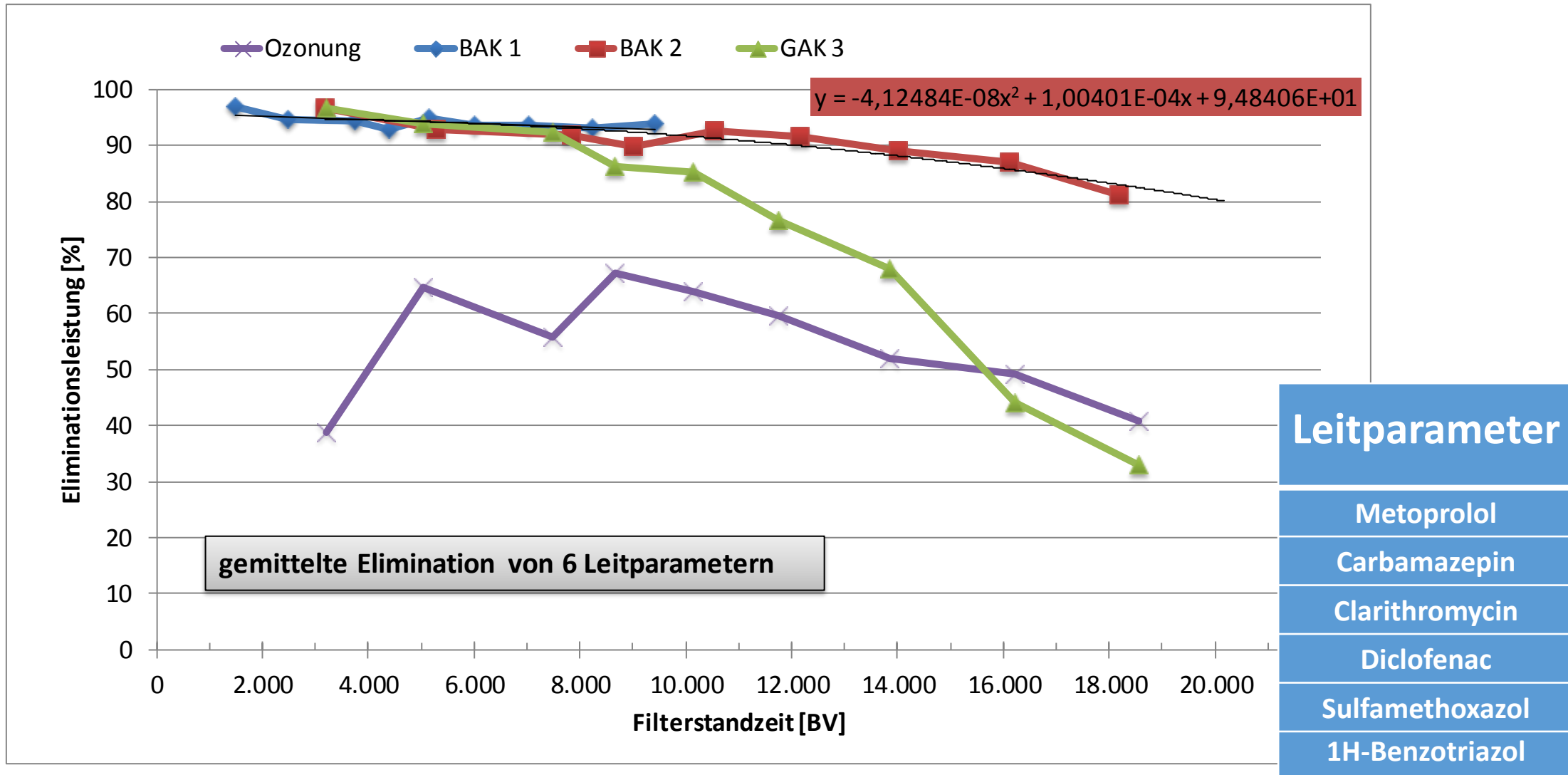


Kompetenzzentrum

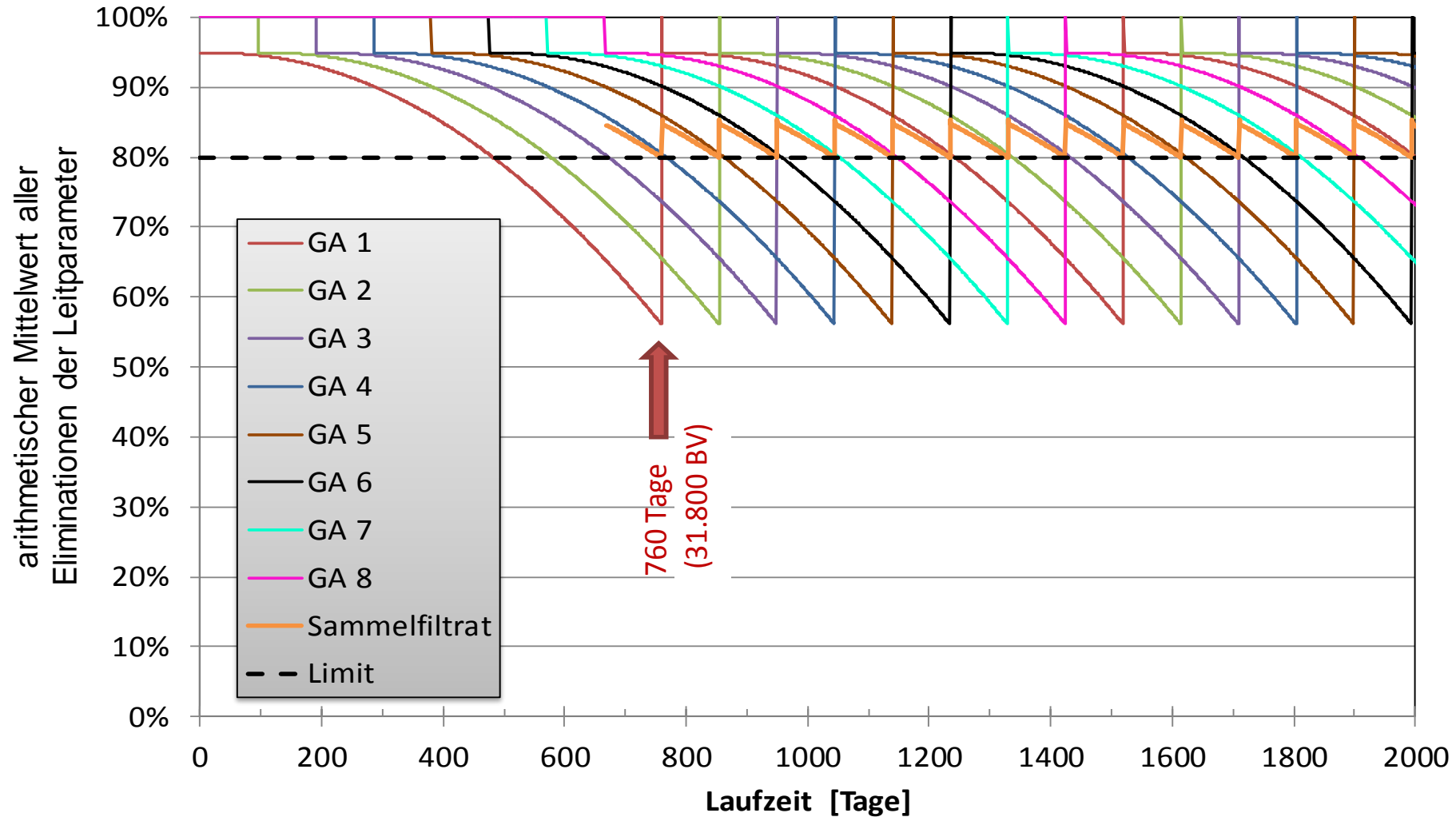
Mikroschadstoffe.NRW



- KA Detmold BAK1, Ozon + AquaSorb 5000 frisch, EBCT = 50 min
- KA Detmold BAK2, Ozon + AquaSorb 5000 frisch, EBCT = 25 min
- KA Detmold GAK3, AquaSorb 5000 frisch, EBCT = 25 min
- ▲ KA Obere Lutter, AquaSorb 5000 frisch, EBCT = 75 min
- ▲ KA Obere Lutter, AquaSorb 5000 Reaktiv, EBCT = 75 min
- × KA Gütersloh-Putzhagen, Hydrffin AR frisch, EBCT = 30 min
- × KA Gütersloh-Putzhagen, Hydrffin AR Reaktiv, EBCT = 30 min
- KA Bad Oeynhausen, Hydrffin AR frisch, EBCT = 28 min
- KA Harsewinkel, AquaSorb 5000 frisch, EBCT = 40 min



Hochrechnung der Ergebnisse für BAK 2



Kompetenzzentrum

Mikroschadstoffe.NRW



Tabelle 35: Übersicht Jahreskosten		Variante-Ozonung		Variante-Ozonung/BAK	
		%	€/a	%	€/a
Kapitalkosten	%	%	€/a	%	€/a
1. Anteil Bau	%	%	€/a	%	€/a
%	Investitionskosten (€)	427.985-€	24.942-€/a	672.315-€	39.181-€/a
%	Abschreibungsdauer (Jahre)	40	%	40	%
%	Verzinsung (%)	5,0	%	5,0	%
%	<u>Kapitalwiedergew. -fakt.</u>	0,0583	%	0,0583	%
2. Anteil Maschinentechnik	%	%	€/a	%	€/a
%	Investitionskosten (€)	720.905-€	57.847-€/a	1.267.208-€	101.684-€/a
%	Abschreibungsdauer (Jahre)	20	%	20	%
%	Verzinsung (%)	5,0	%	5,0	%
%	<u>Kapitalwiedergew. -fakt.</u>	0,0802	%	0,0802	%
3. Anteil EMSR-Technik	%	%	€/a	%	€/a
%	Investitionskosten (€)	161.209-€	20.877-€/a	290.000-€	37.556-€/a
%	Abschreibungsdauer	10	%	10	%
%	Verzinsung (%)	5,0	%	5,0	%
%	<u>Kapitalwiedergew. -fakt.</u>	0,1295	%	0,1295	%
%	%	%	%	%	%
%	Summe Investitionskosten (€)	1.310.099-€	%	2.229.524-€	%
Summe Kapitalkosten	%	%	103.667-€/a	%	178.422-€/a
Betriebskosten Gesamt	%	%	142.445-€/a	%	124.701-€/a
Jahreskosten (netto)	%	%	246.112-€/a	%	303.122-€/a
+ 19% MwSt.	%	%	46.761-€/a	%	57.593-€/a
Jahreskosten (brutto)	%	%	292.873-€/a	%	360.716-€/a

