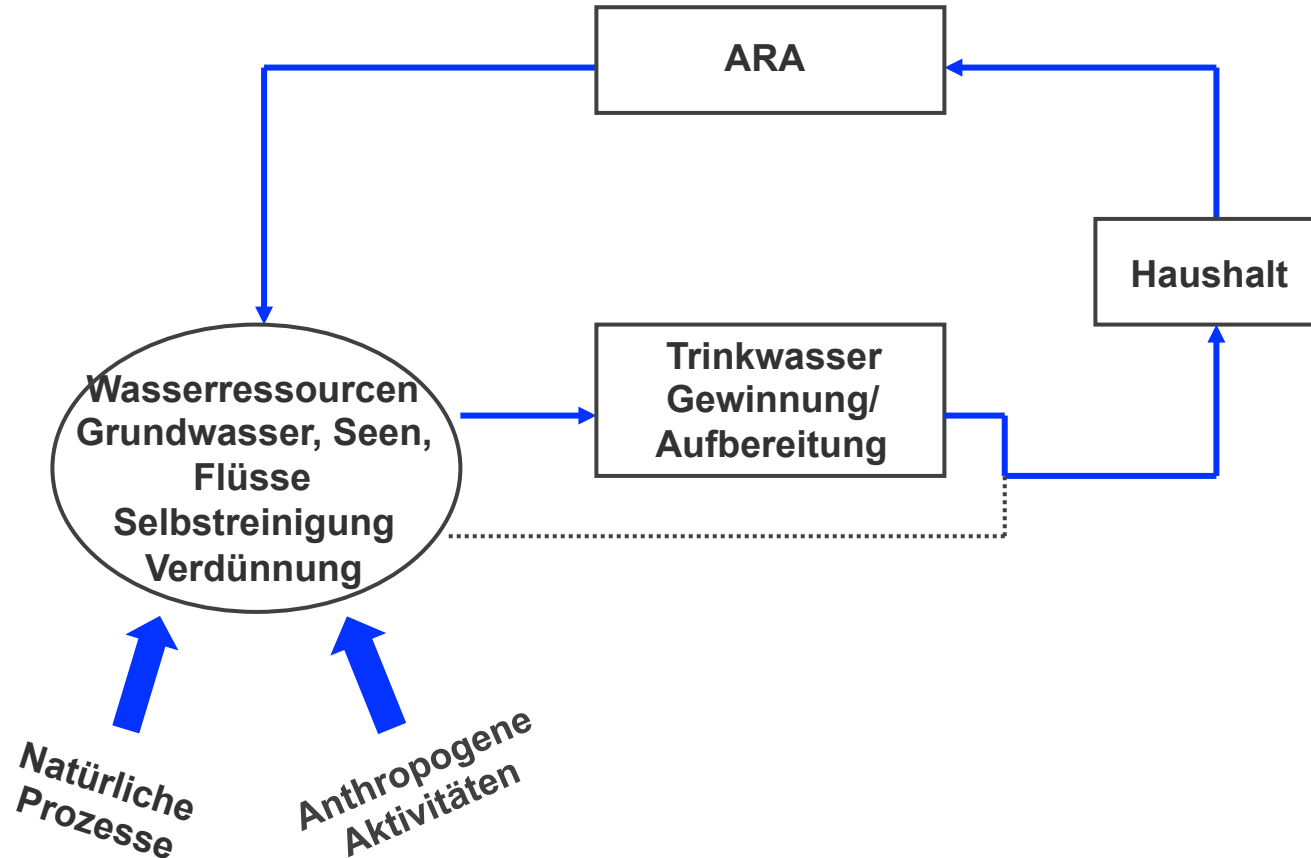


Trinkwasser aus Uferfiltrat - noch sauber genug? Uferfiltration als Teil eines Multibarrierensystems



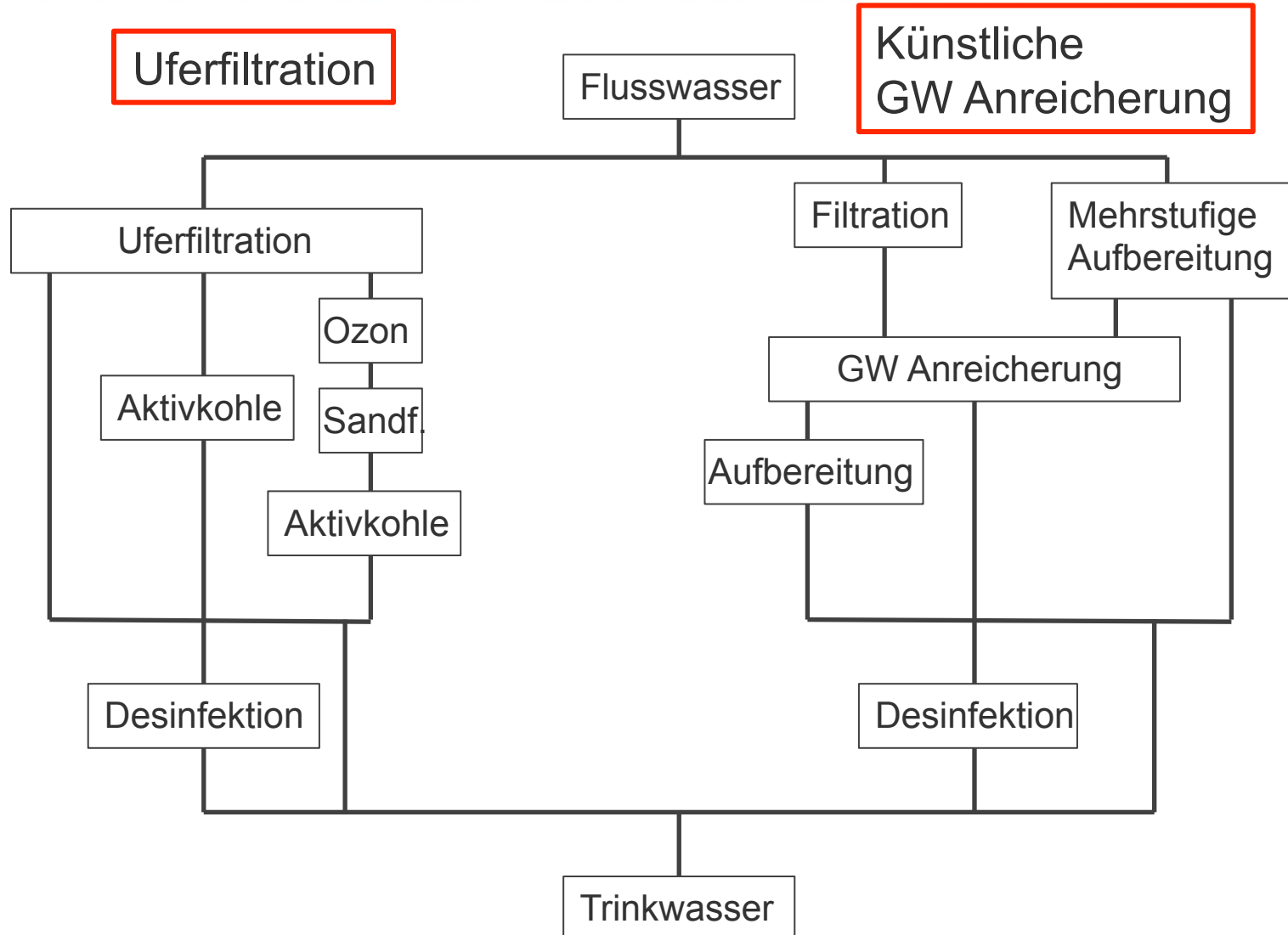
Urs von Gunten

Trinkwasser im anthropogenen Wasserkreislauf



- Umfassender Gewässerschutz unter Einbezug aller Kompartimente
- Wichtige Wechselwirkung zwischen Trinkwassergesetzgebung und Gewässerschutz

Vom Flusswasser zum Trinkwasser



Uferfiltration unter Druck?

Anthropogene Aktivitäten

- Siedlungswasserwirtschaft
- Landwirtschaft
- Industrie
- Verkehr
- Klimawandel
- Revitalisierung

Uferfiltration

Selbstreinigung:
Filtereffekt
Biologischer
Abbau
Adsorption

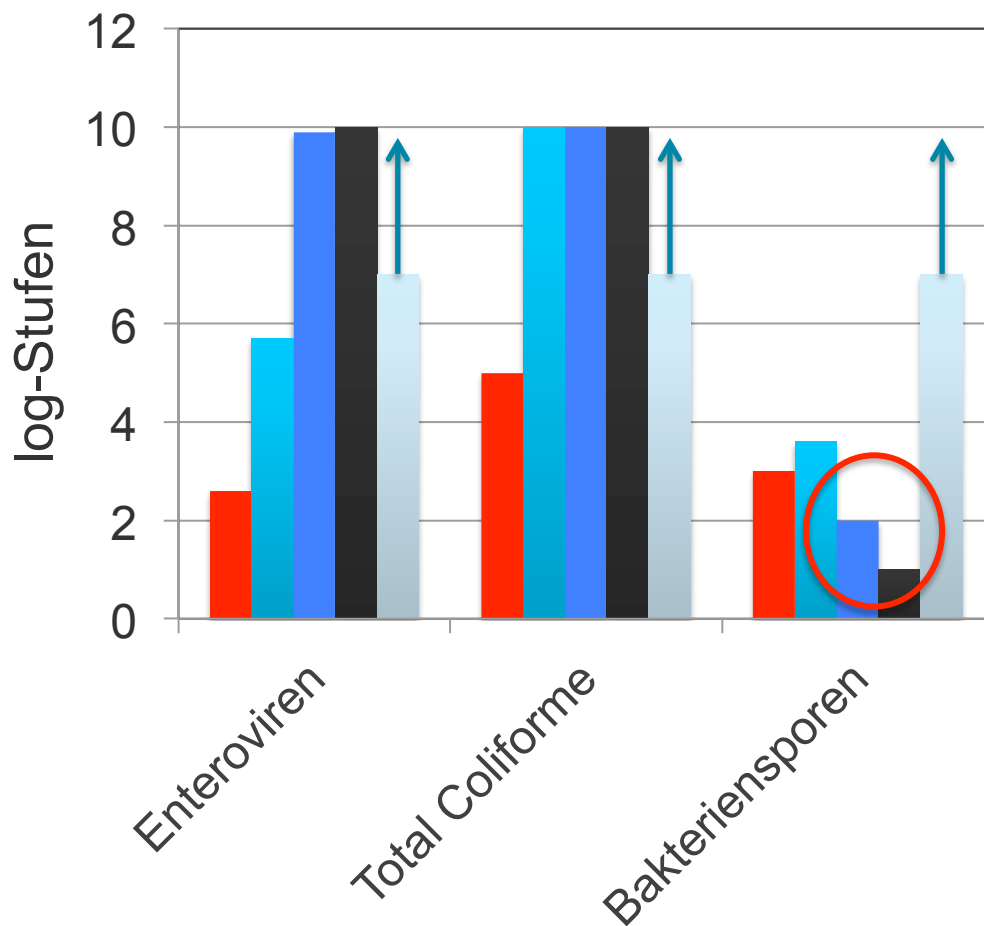
Trinkwasser

Wasserqualität

- Hygiene
- Spurenstoffe
- Ästhetik

- Wie gut ist die Selbstreinigungskapazität der Uferfiltration?
- Was leistet eine zusätzliche Aufbereitung?

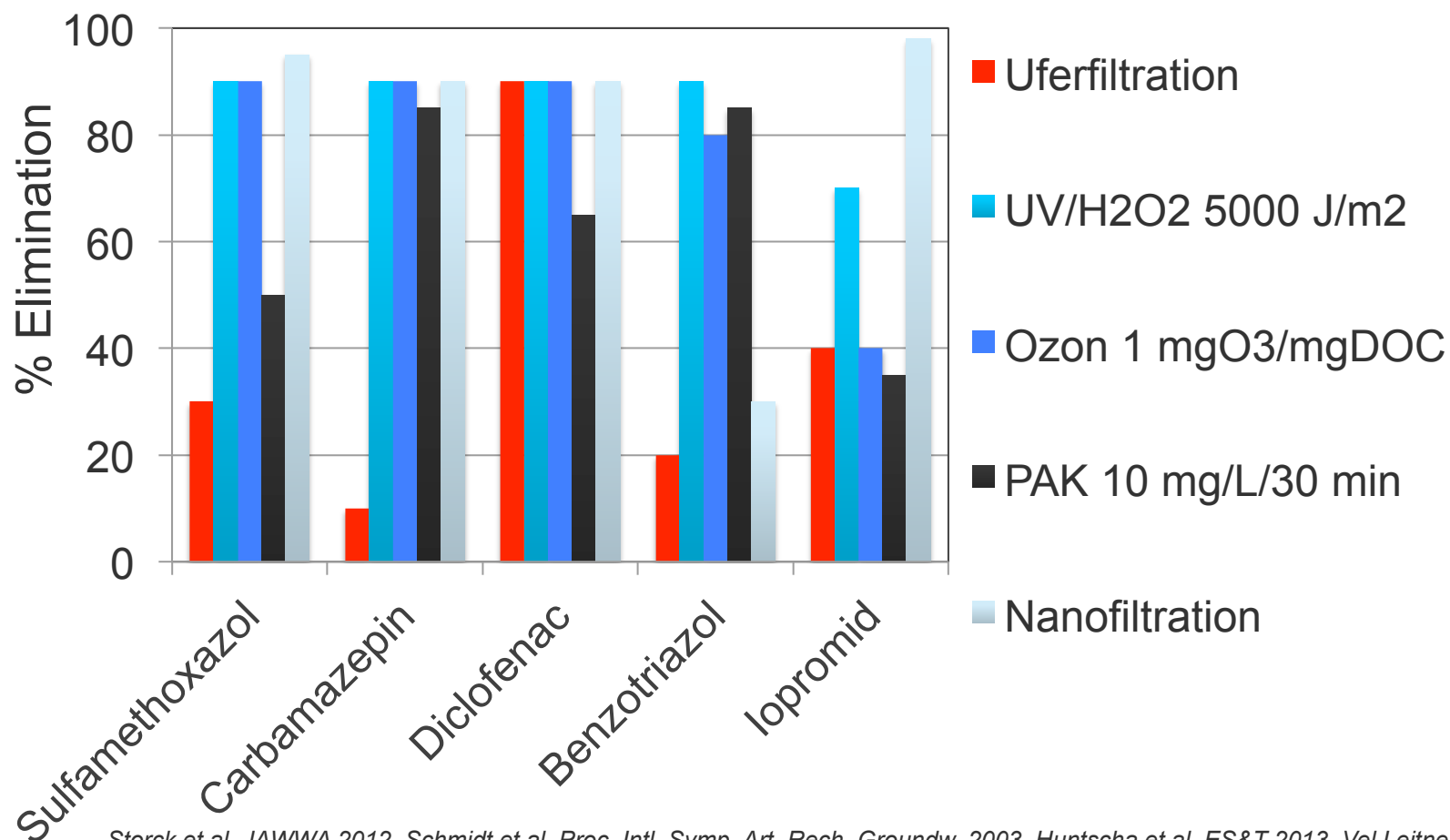
Elimination von Mikroorganismen: Reinigungsleistung der Uferfiltration und der Trinkwasseraufbereitung



- Uferfiltration 15 Tage
- UV 400 J/m²
- Ozon 1 mg/L*min
- Chlor 50 mg/L*min
- Ultrafiltration

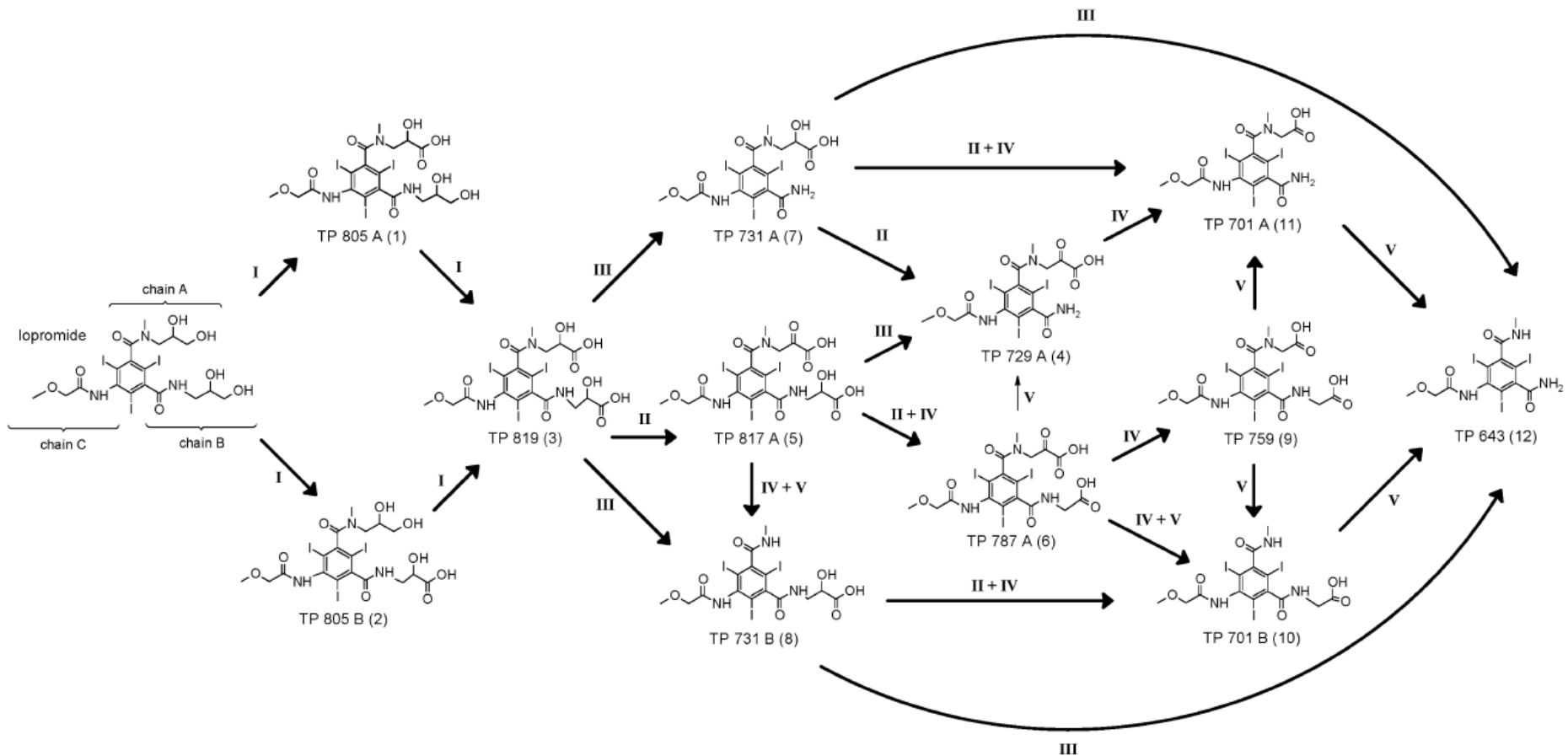


Elimination von Spurenstoffen: Reinigungsleistung der aeroben Uferfiltration und der Trinkwasseraufbereitung



Iopromid

Bildung von Transformationsprodukten bei der Uferfiltration

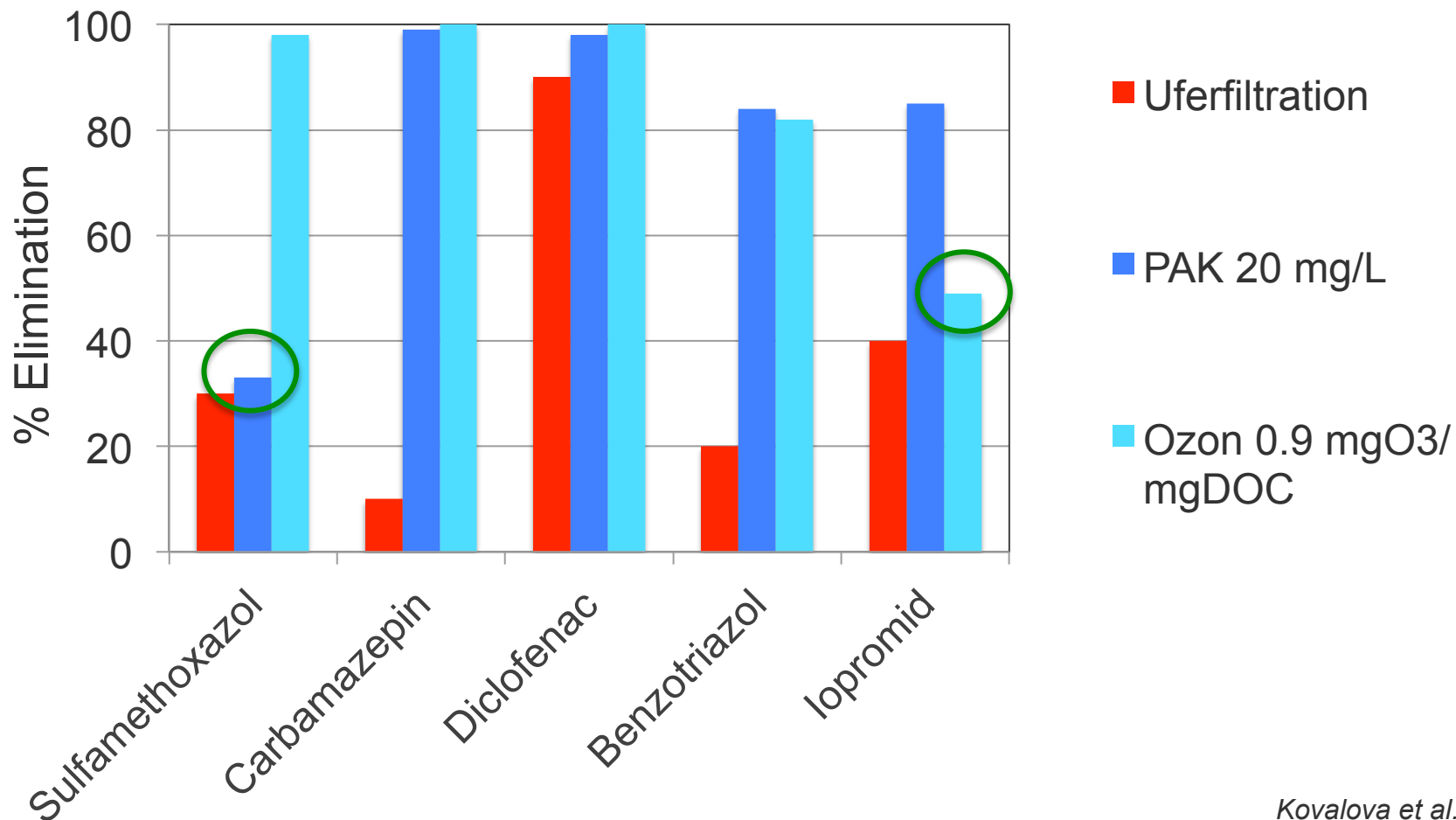


Spurenstoffe aus der ARA

- Wesentlicher Beitrag zur Fracht an Spurenstoffen in den Flüssen
- Viele dieser Spurenstoffe werden in der Uferfiltration nur teilweise abgebaut

- **Weitergehende Abwasserreinigung**
- Elimination von Spurenstoffen (Ozon oder Pulveraktivkohle)
- Verminderung der Fracht um 50%
- Entfernung von DOC/POC (-> Redoxprozesse bei der Uferfiltration)
- Primär ökologische Ziele, auch positiv für Uferfiltrate - Trinkwasser

Elimination von Spurenstoffen: Reinigungsleistung der aeroben Uferfiltration und der weitergehenden Abwasserreinigung



Klimawandel - Redoxmilieu

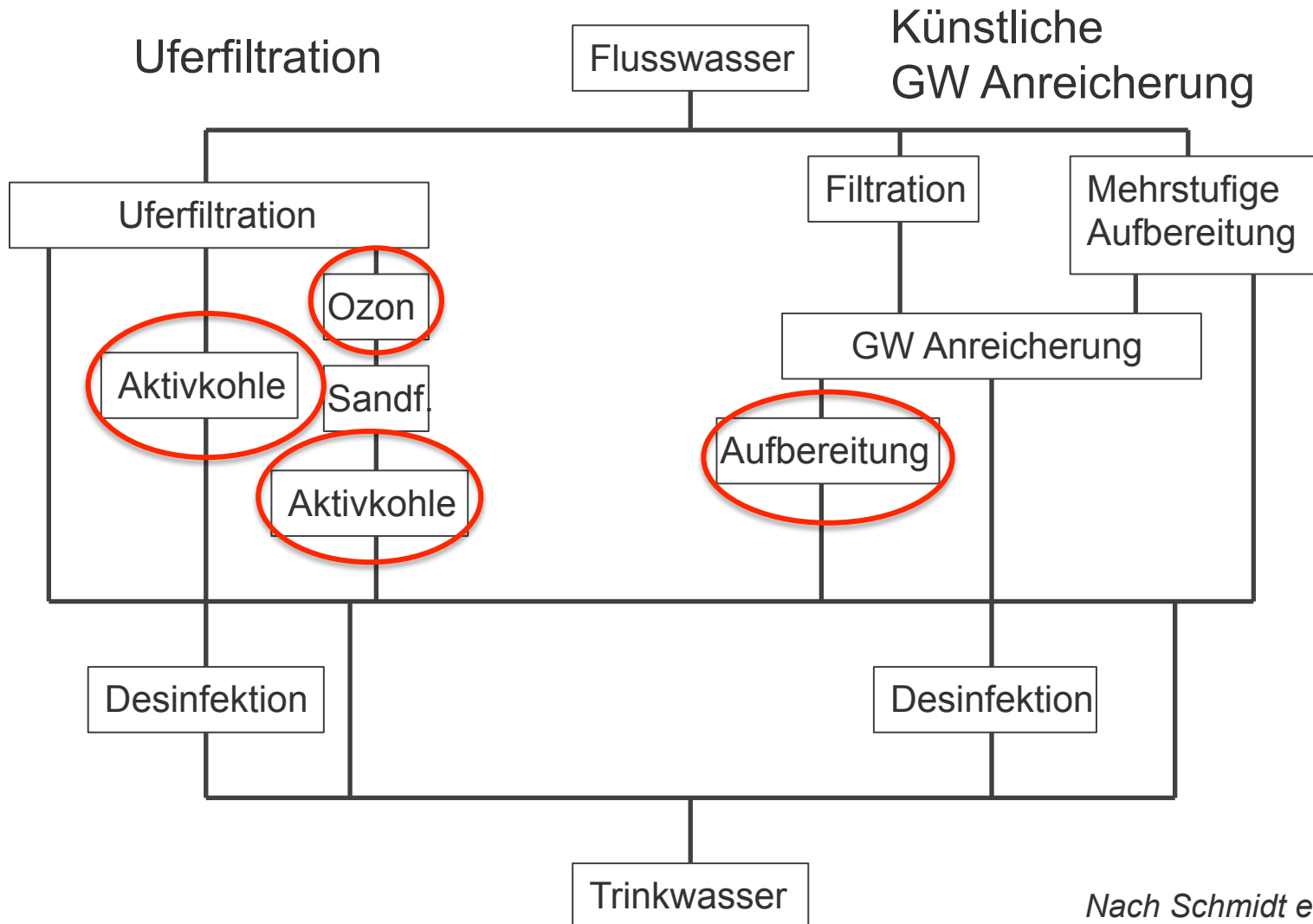


- Sauerstoffzehrung, Nitrat als Redoxpuffer
- Weitergehende Reduktion führt zu unerwünschten Produkten:
Nitrit, Ammonium, Mn(II), Fe(II)
- Redoxmilieu beeinflusst die Elimination von Spurenstoffen
- Die meisten Substanzen werden aerob besser abgebaut
- Ausnahmen, z. B. Sulfamethoxazole, Carbamazepin, Iopamidol

Revitalisierung und Uferfiltration

- “Konflikt” zwischen ökologischem Wert der Fließgewässer und Trinkwassergewinnung
- Je nach Situation Übergang von “Grundwasser” zu “partiellm Oberflächenwasser”
- Aufbereitung von Oberflächenwässer ist Standard, da kein genügender Schutz besteht
- Hygiene und Spurenstoffe
- Kombination von Uferfiltration mit UV, chemische Desinfektion/Oxidation, Membranen, Aktivkohle

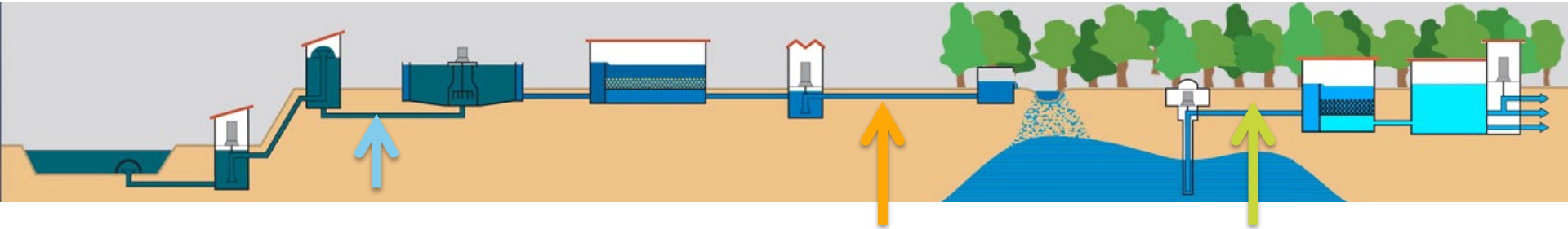
Uferfiltration/GW Anreicherung als Teil eines Multibarrierensystems



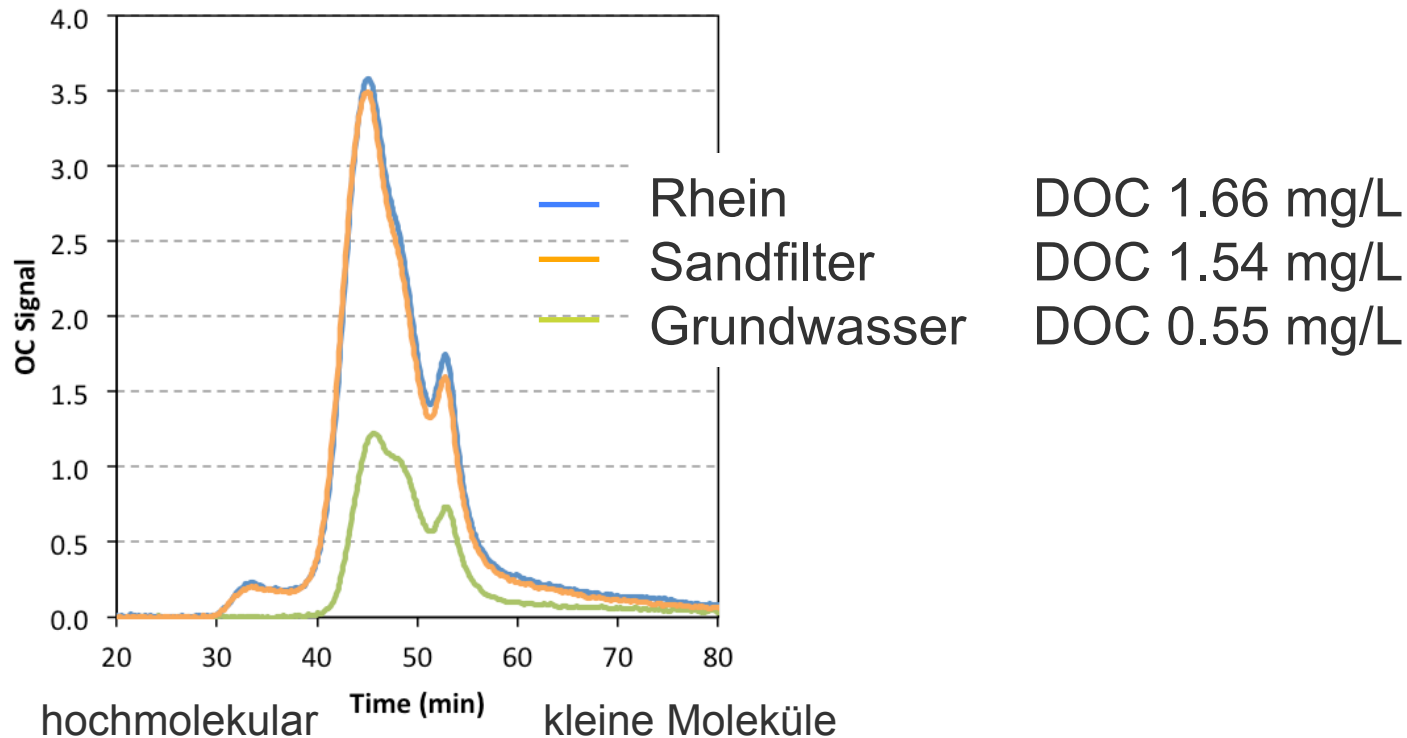
Uferfiltration/GW Anreicherung: Matrixparameter

- Uferfiltration/Grundwasseranreicherung: Konditionierung des Wasser für nachfolgende Prozesse (Trübung, T, Wasserhärte, etc.)
- **Verringerung der Konzentration des gelösten organischen Materials und Veränderung dessen Zusammensetzung**
- Effizienz von nachfolgenden Verfahren wird erhöht

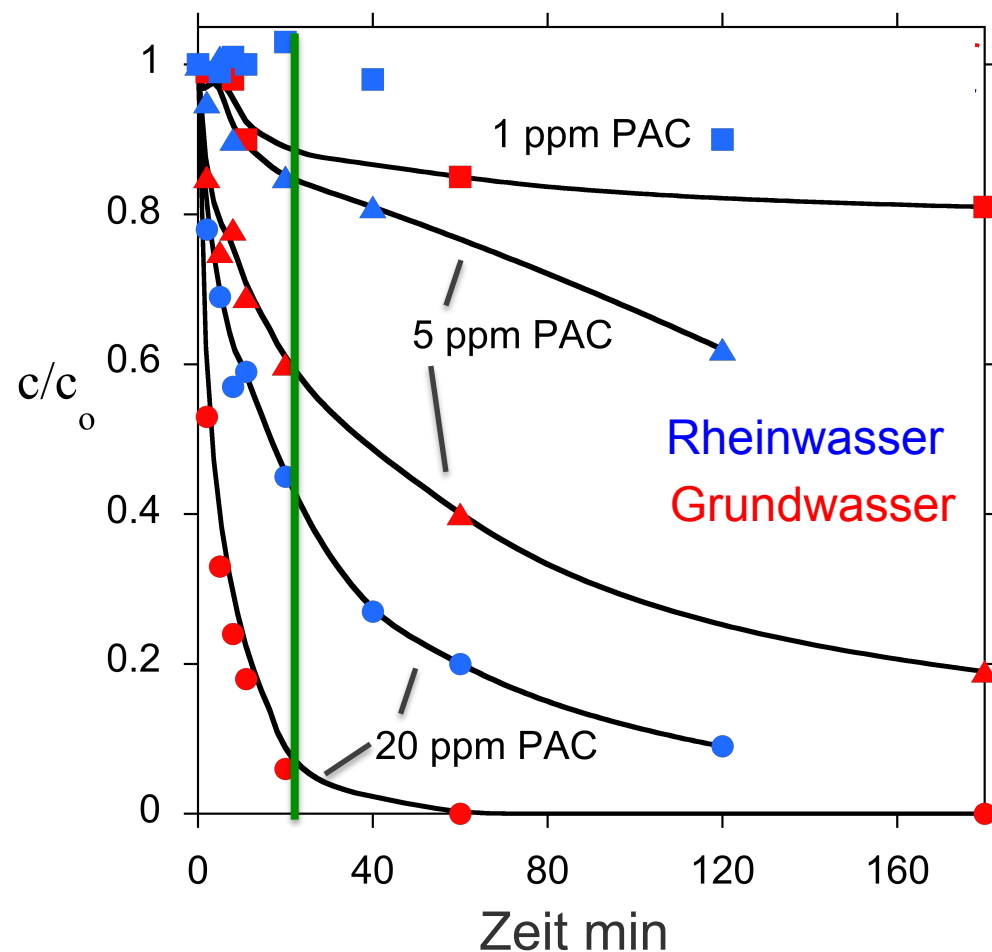
Infiltration von Rheinwasser: Veränderung des gelösten organischen Materials



Gelpermeationschromatogramm (SEC-OCD)



Vergleich Rheinwasser/angereichertes Grundwasser Entfernung von Diclofenac durch Pulveraktivkohle



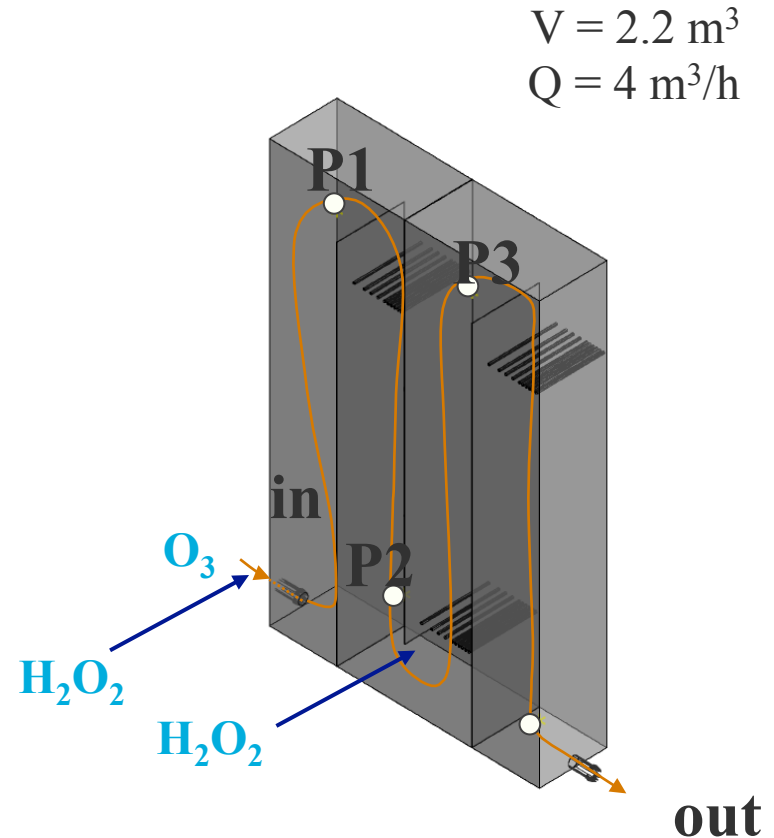
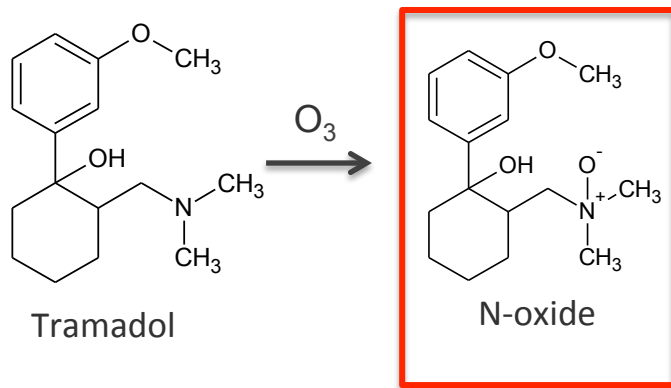
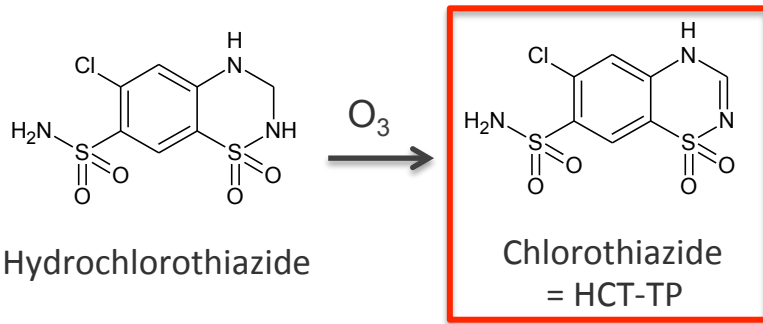
**% Elimination Diclofenac
Kontaktzeit 20 min**

PAK Dosis	Rhein	Grundwasser
1 ppm	< 5	> 10
5 ppm	15	40
20 ppm	55	95

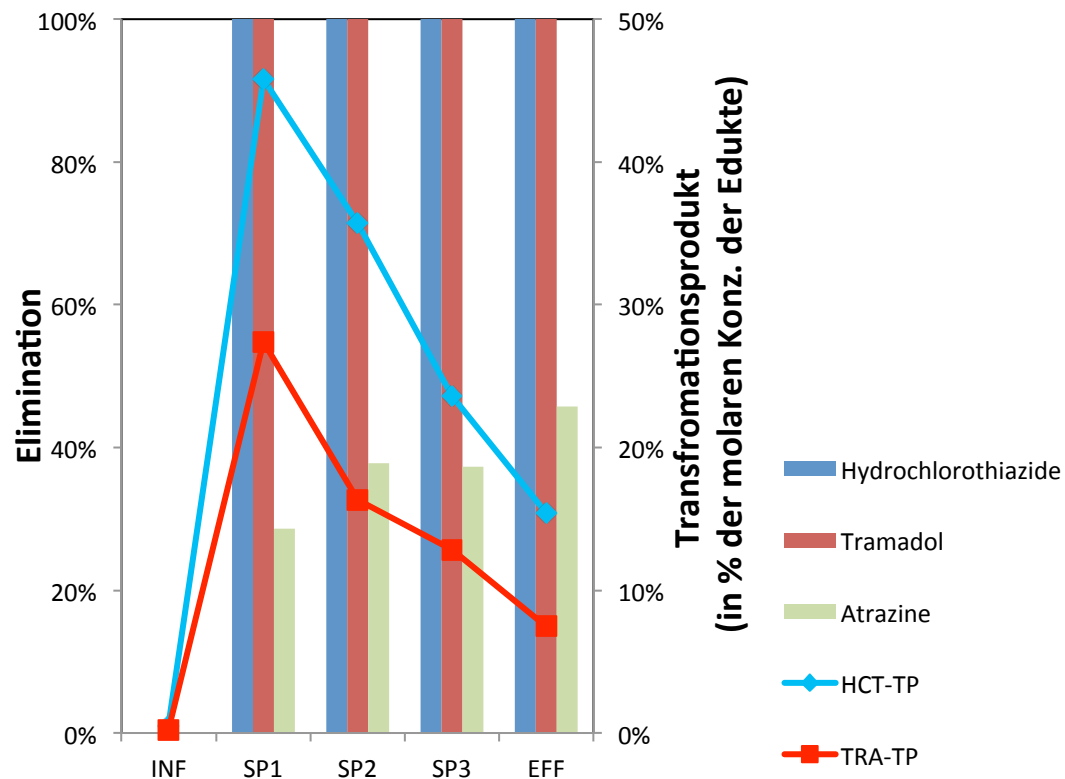
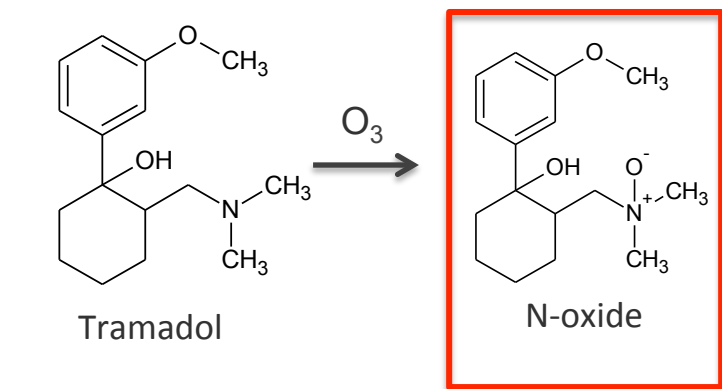
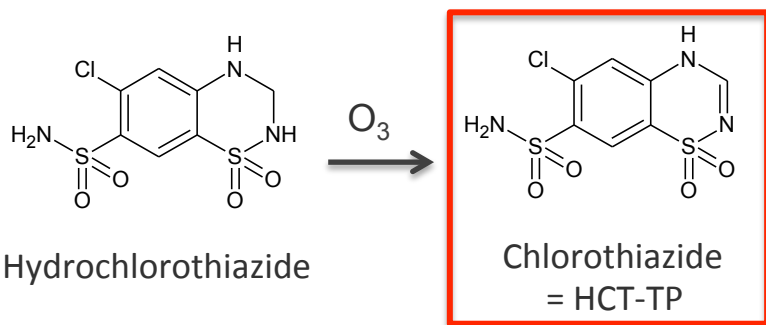
Oxidative Elimination von Spurenstoffen

- Die Effizienz von Oxidationsprozessen hängt stark von der Wassermatrix ab:
Synergie mit Uferfiltration
- Wichtigste AOPs: O_3/H_2O_2 , UV/H_2O_2
- O_3/H_2O_2 braucht in der Regel 5-10 mal weniger Energie als UV/H_2O_2
- UV/H_2O_2 bildet im Gegensatz zu O_3/H_2O_2 kein potenziell kanzerogenes Bromat
- Wasser mit tiefen Bromidkonzentrationen ($< 50 - 100 \mu\text{g/L}$): O_3/H_2O_2
- Wasser mit hohen Bromidkonzentrationen ($> 100 \mu\text{g/L}$): UV/H_2O_2
- Neuere Ozon-basierte Verfahren zur Bromatminimierung: HIPOX, PRO3MIX

Ozonung von Trinkwasser: Bildung von Transformationsprodukten



Ozonung von Trinkwasser: Bildung von Transformationsprodukten

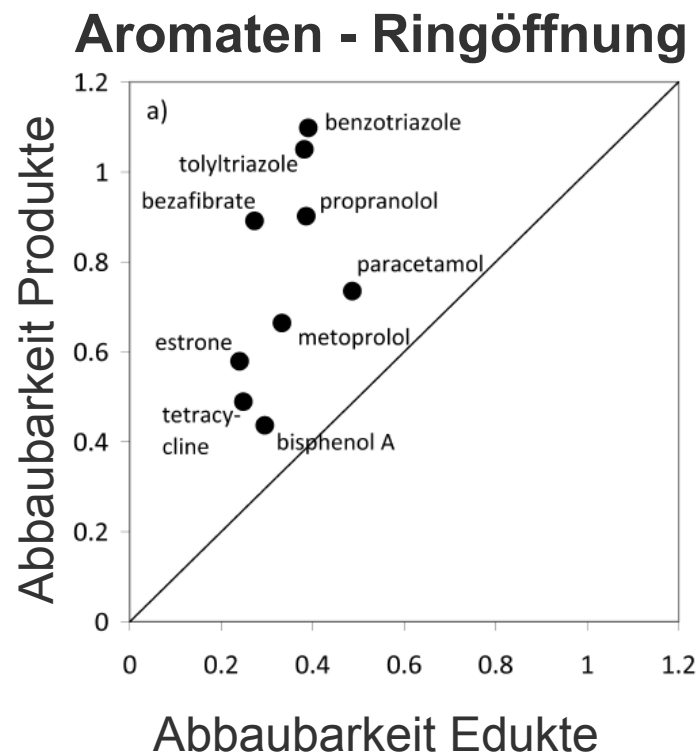
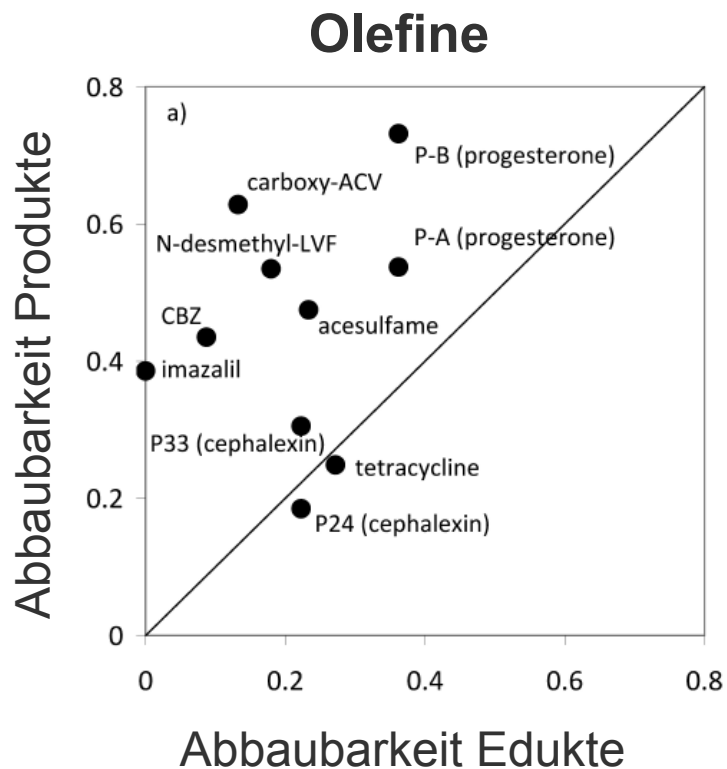


Zürichseewasser, 1 mg/L O₃
 Bromat 3 µg/L
 O₃/H₂O₂: Bromat 1 µg/L

Transformationsprodukte

- Bei oxidativen Verfahren werden Spurenstoffe typischerweise nicht vollständig mineralisiert
- Verlust der primären biologischen Effekte
- Selten Bildung von Produkten mit neuen Effekten, typischerweise auf tiefem Niveau
- Biologische Abbaubarkeit von Transformationsprodukten?

Abschätzung der biologischen Abbaubarkeit von Ozon-Transformationsprodukten



0: persistent; 1: gut biologisch abbaubar

Abschätzung mit dem BIOWIN Modell (US EPA):

Modell korreliert die Anwesenheit von strukturellen Fragmenten mit Bioabbau von verschiedenen Datenbanken

Schlussfolgerungen

- Die Uferfiltration/Grundwasseranreicherung ist eine gute Barriere für mikrobielle und chemische Kontaminationen
- Für Problemfälle stehen eine Reihe von physikalisch-chemischen Verfahren zur Verfügung, die mit Uferfiltration/ Grundwasseranreicherung kombiniert werden können
- Für die Trinkwassergewinnung aus Flusswasser ist die Uferfiltration einer der 4 Pfeiler: Ressourcenschutz, Selbstreinigung, Trinkwasseraufbereitung, Verteilung
- Die geplante weitergehende Abwasserreinigung zur Entfernung von Spurenstoffen ist ein wichtiger Schritt im Ressourcenschutz
- Bei diffusen Quellen besteht Handlungsbedarf