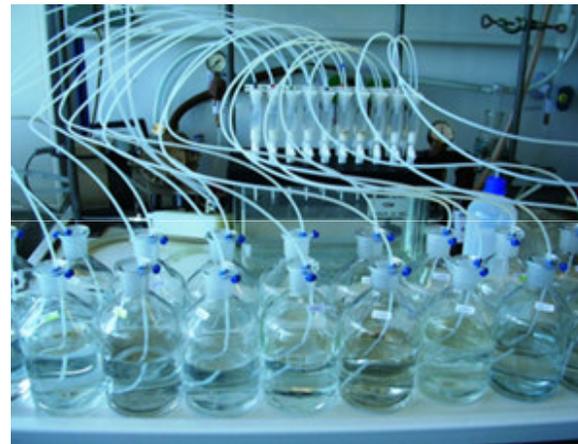
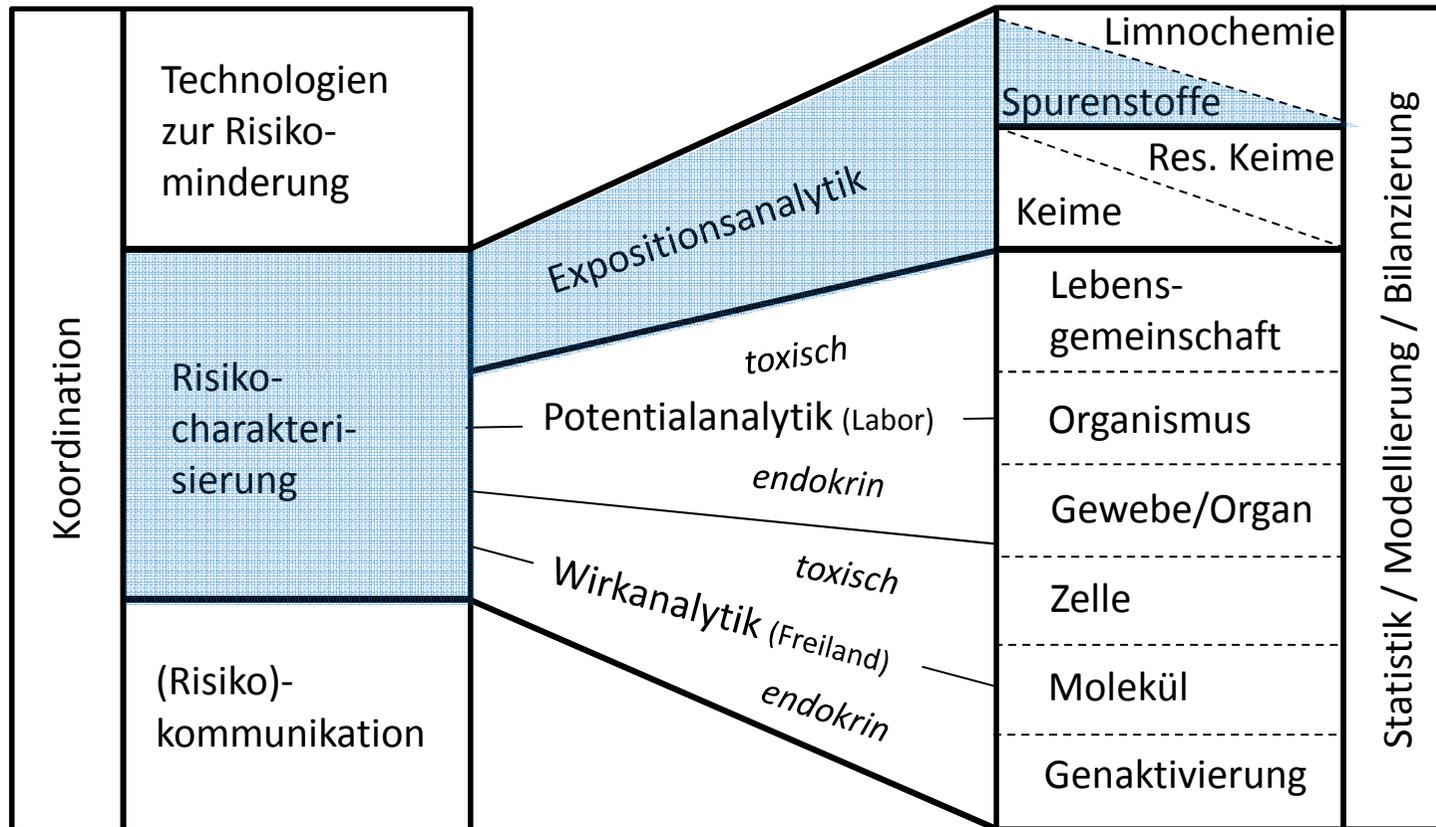


## Auf der Spur der Spurenstoffe: Eliminationsleistung verschiedener Abwassertechnologien und ihre Relevanz fürs Oberflächenwasser



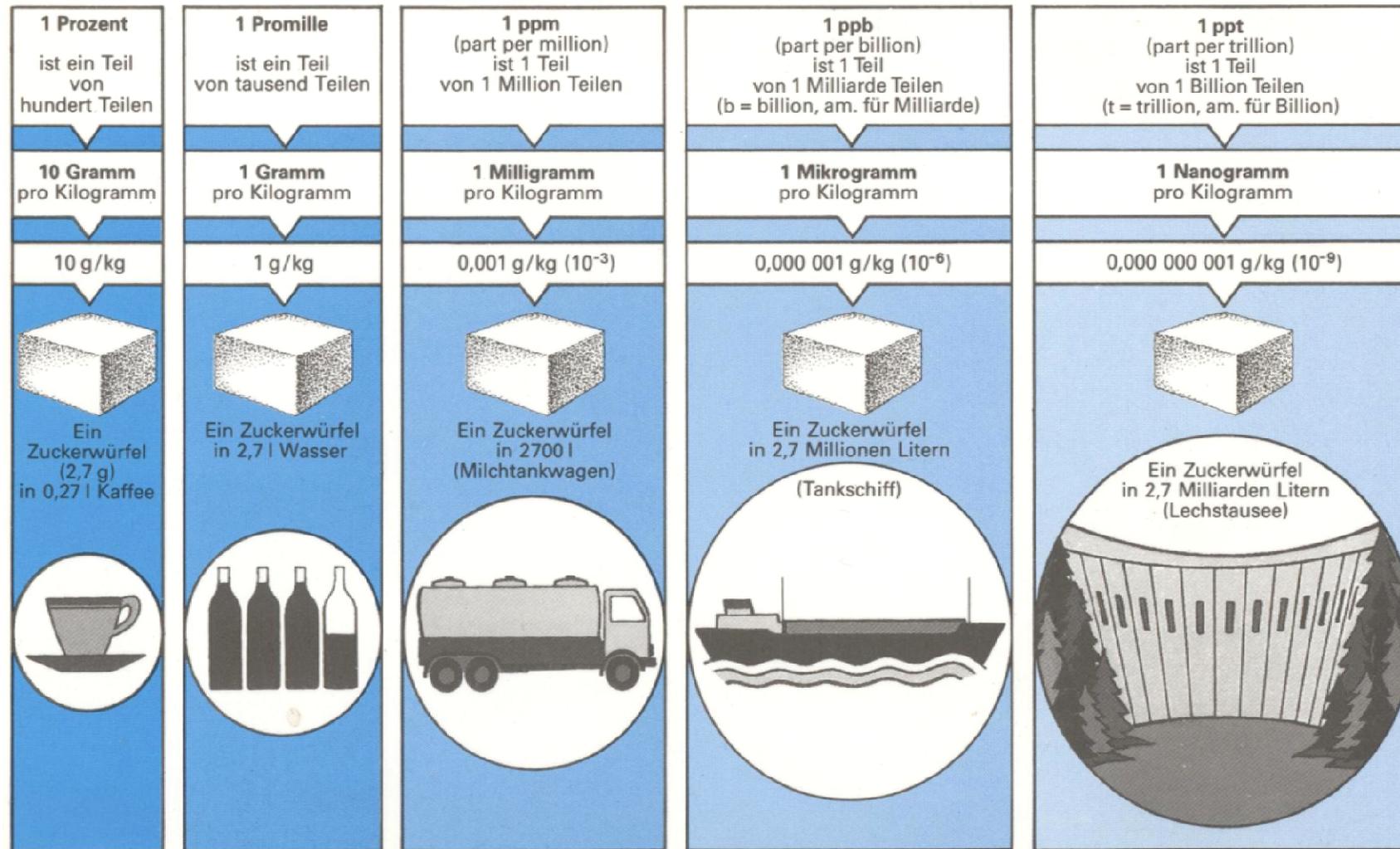
Dr. Marco Scheurer, Dr. Frank Sacher,  
Dr. Doreen Richter  
DVGW-Technologiezentrum Wasser



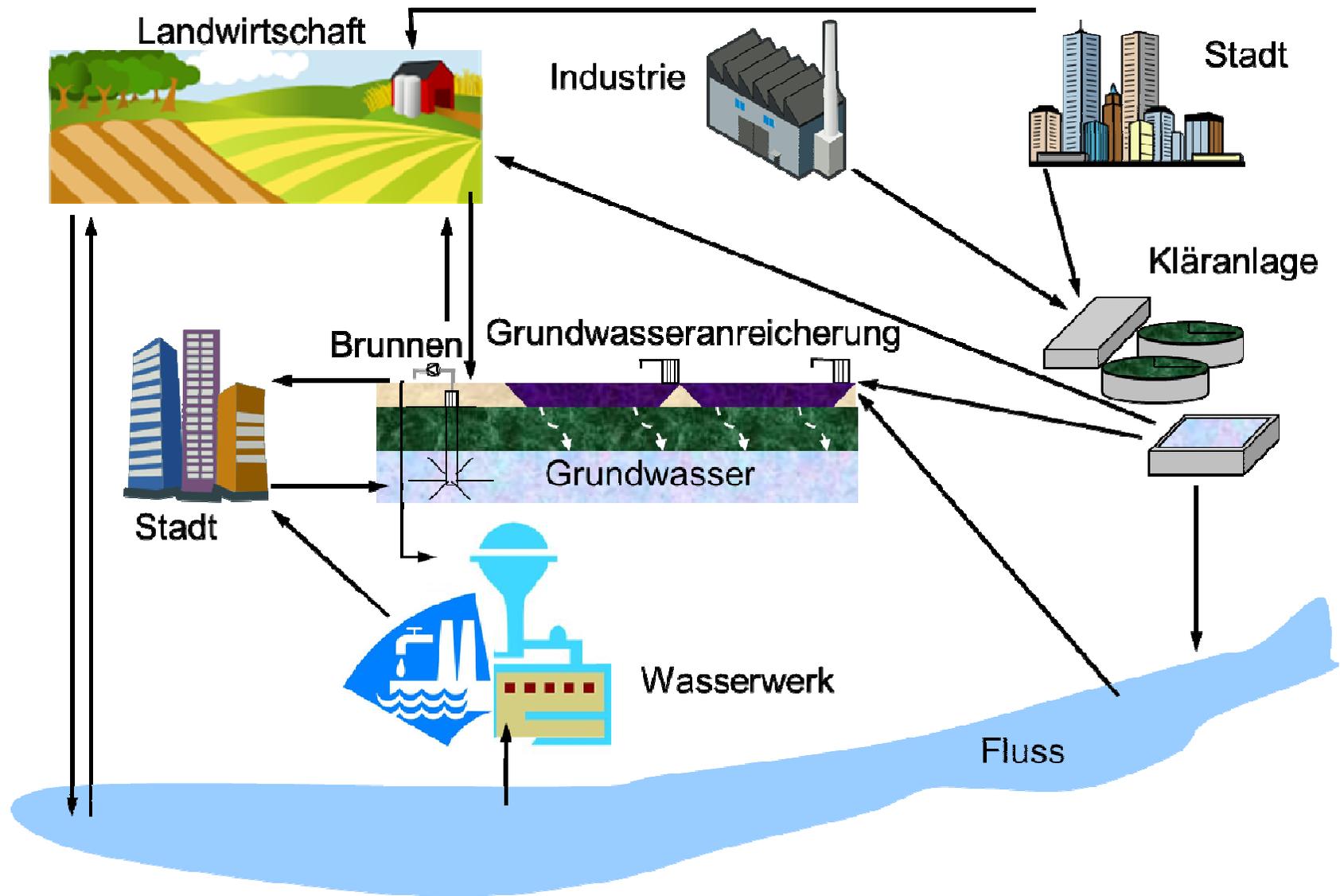
# Spurenstoffe – von was reden wir?



Spurenstoffe = Mikroverunreinigungen = Schadstoffe = Xenobiotika



# Eintragspfade von Spurenstoffen

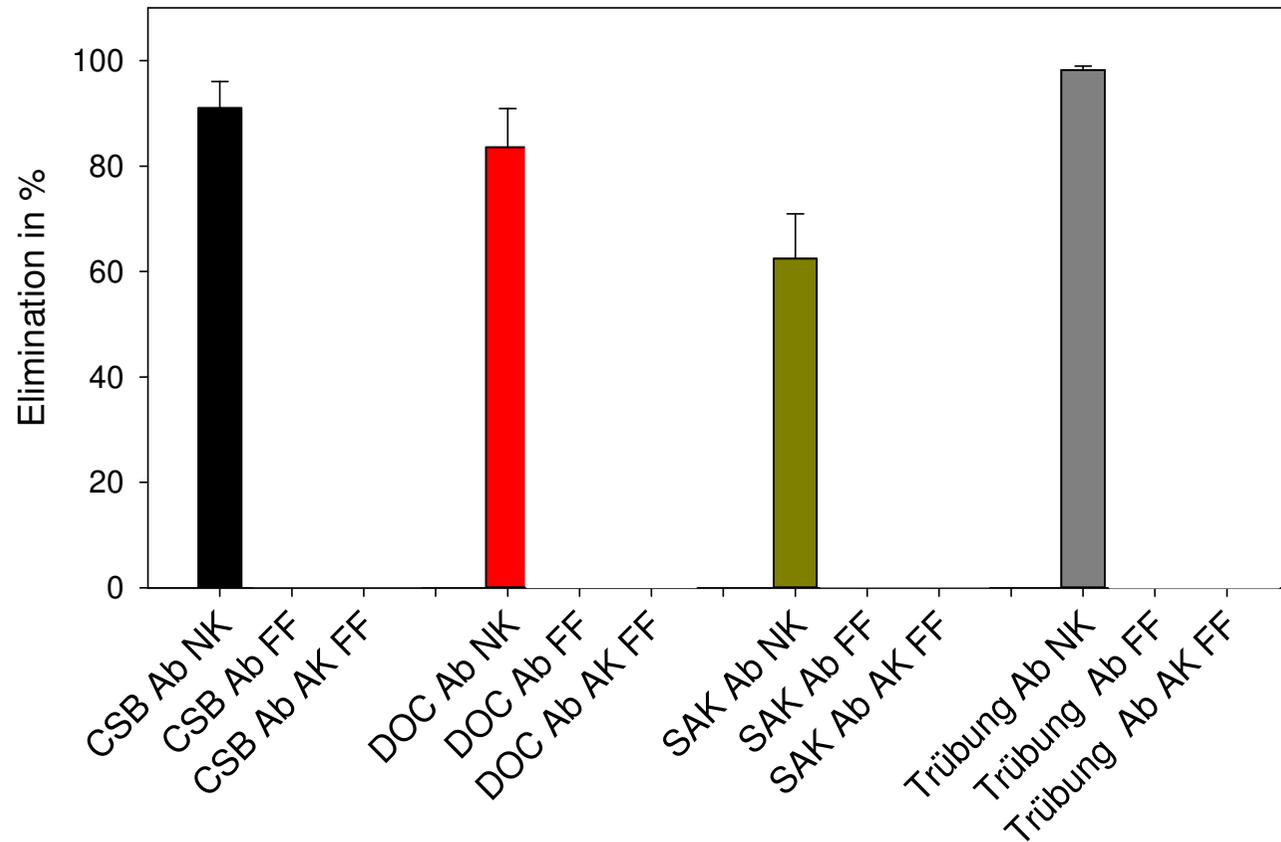


# Klieranlage Langwiese – Wasserchemische Parameter



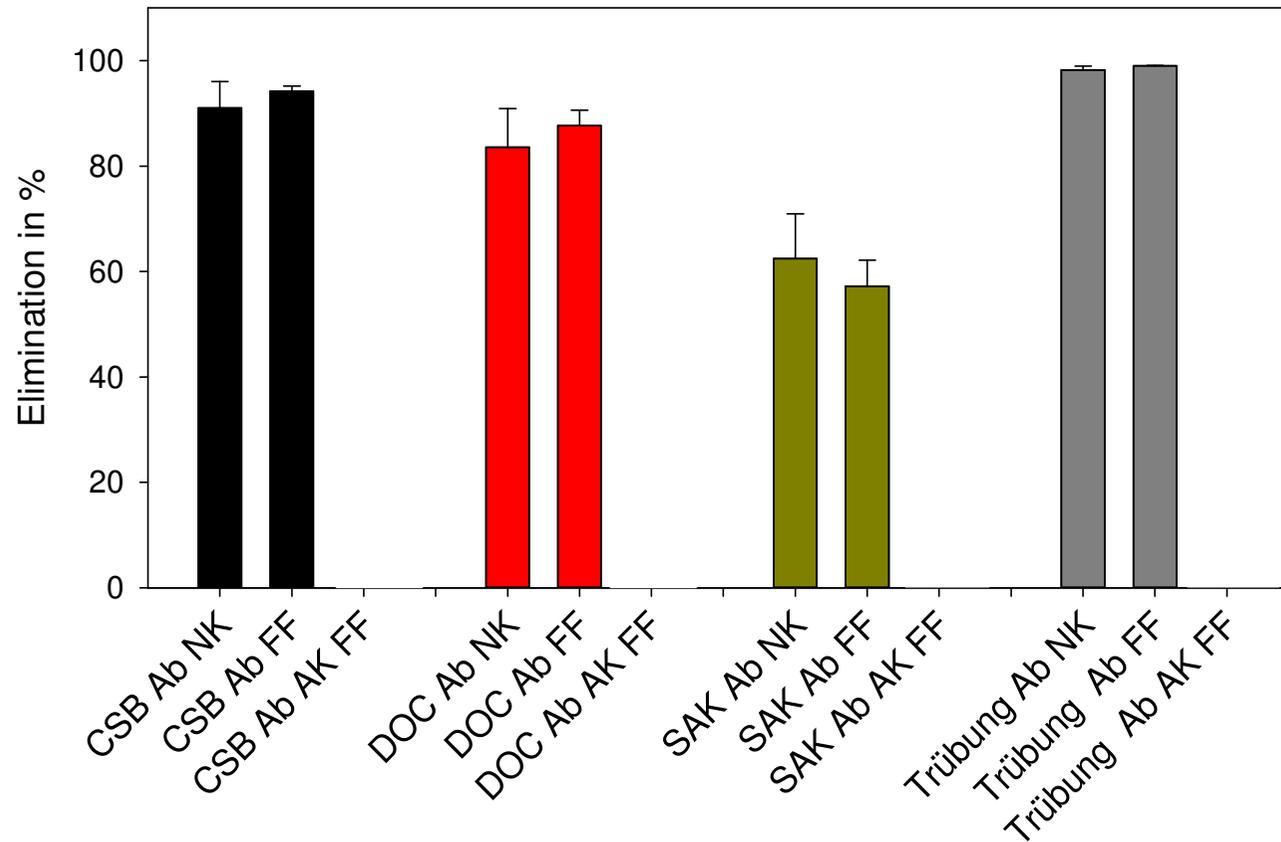
„Klassische“ Reinigungsprozesse der Abwasserreinigung

# Kläranlage Langwiese – Wasserchemische Parameter



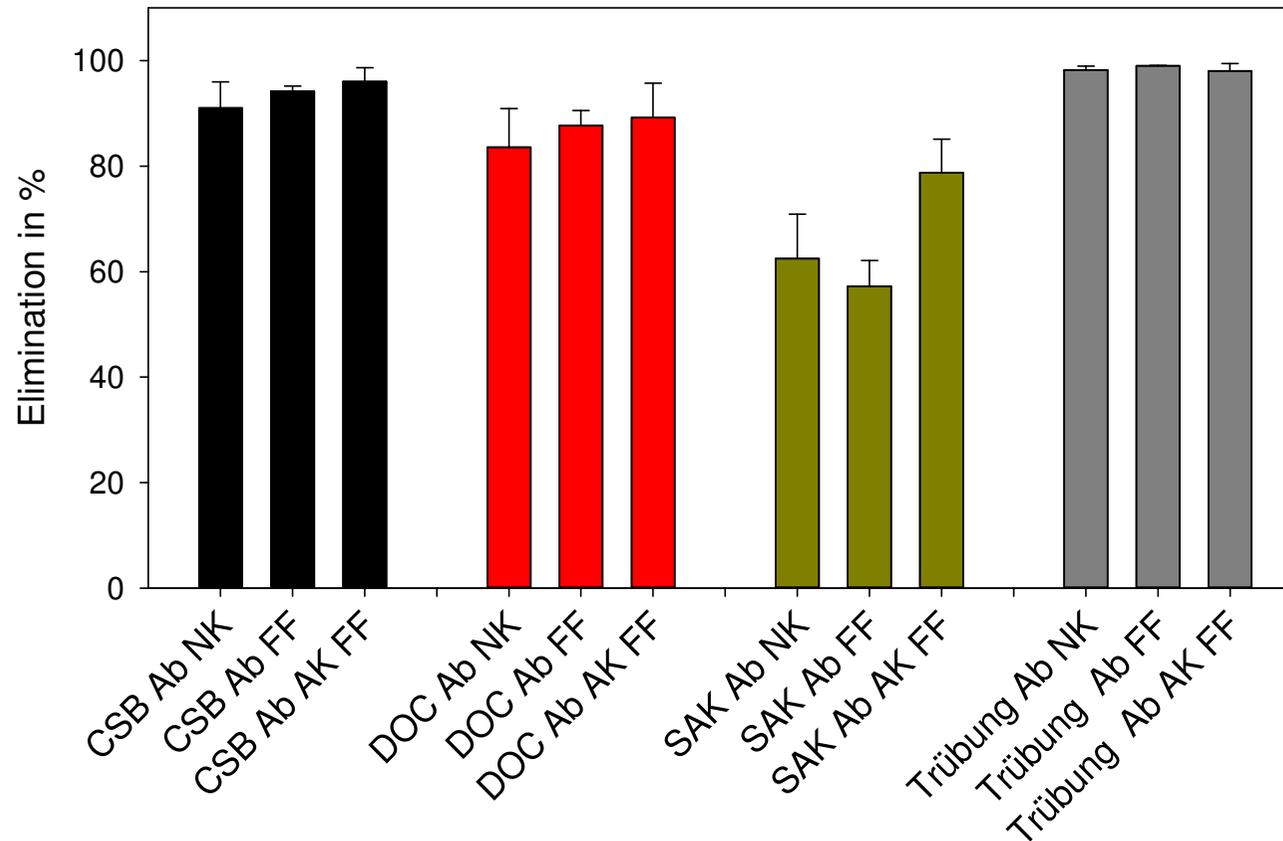
CSB = chemischer Sauerstoffbedarf, DOC = gelöste organische Kohlenstoffverbindungen,  
SAK = spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm  
n = 4 bis 8, Elimination jeweils bezogen auf den Zulauf

# Kläranlage Langwiese – Wasserchemische Parameter



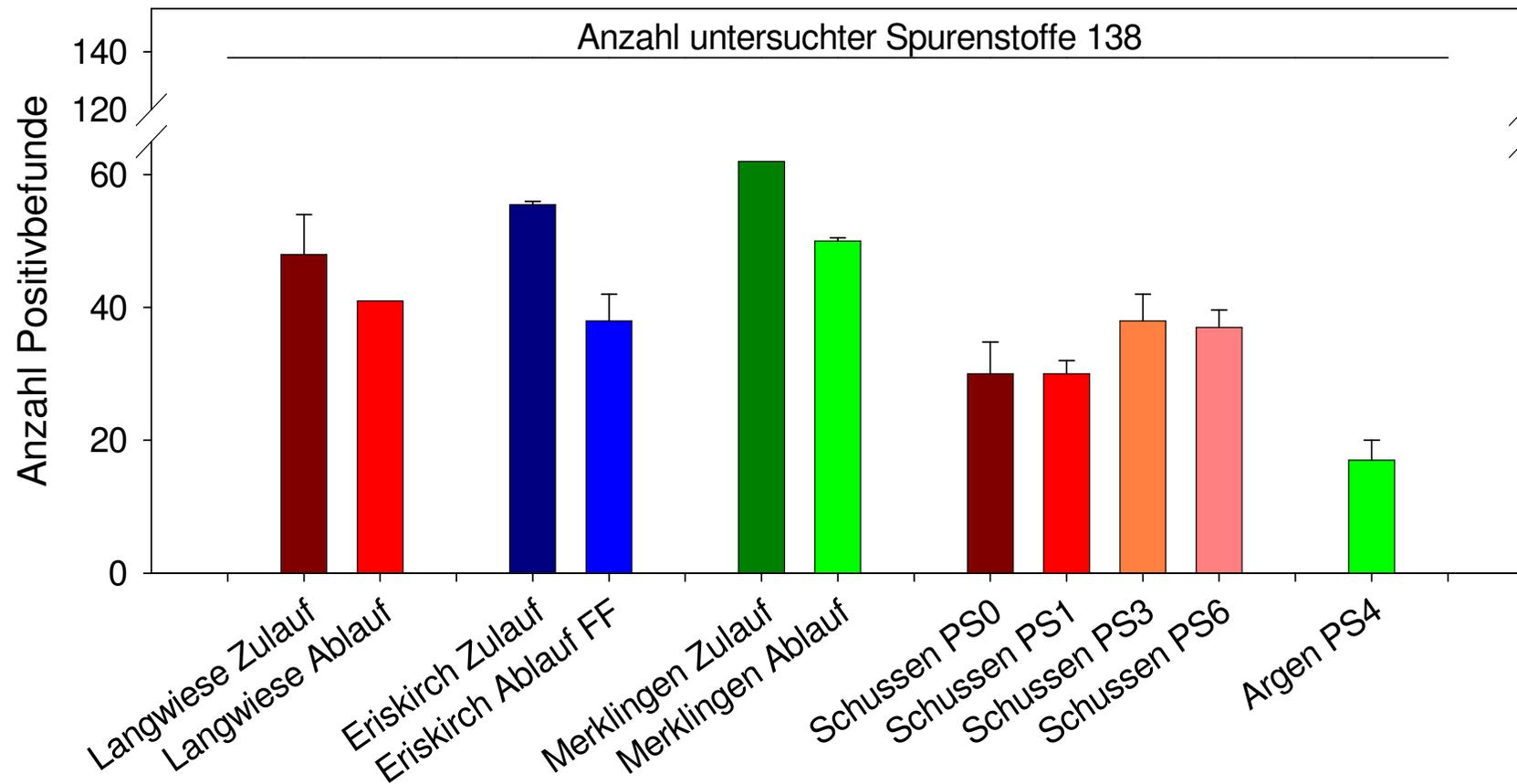
CSB = chemischer Sauerstoffbedarf, DOC = gelöste organische Kohlenstoffverbindungen,  
SAK = spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm  
n = 4 bis 8, Elimination jeweils bezogen auf den Zulauf

# Kläranlage Langwiese – Wasserchemische Parameter



CSB = chemischer Sauerstoffbedarf, DOC = gelöste organische Kohlenstoffverbindungen,  
SAK = spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm  
n = 4 bis 8, Elimination jeweils bezogen auf den Zulauf

# Positivbefunde von Spurenstoffen



- vergleichbare Anzahl an Positivbefunden in untersuchten Kläranlagen
- Anzahl in KA-Abläufen kaum reduziert, aber deutliche Reduktion der Gesamtkonzentration
- weitere Reduktion durch Verdünnungseffekt in der Schussen

# Kläranlage Langwiese - Ausgewählte Spurenstoffe



Quelle: www.discounter-archiv.de



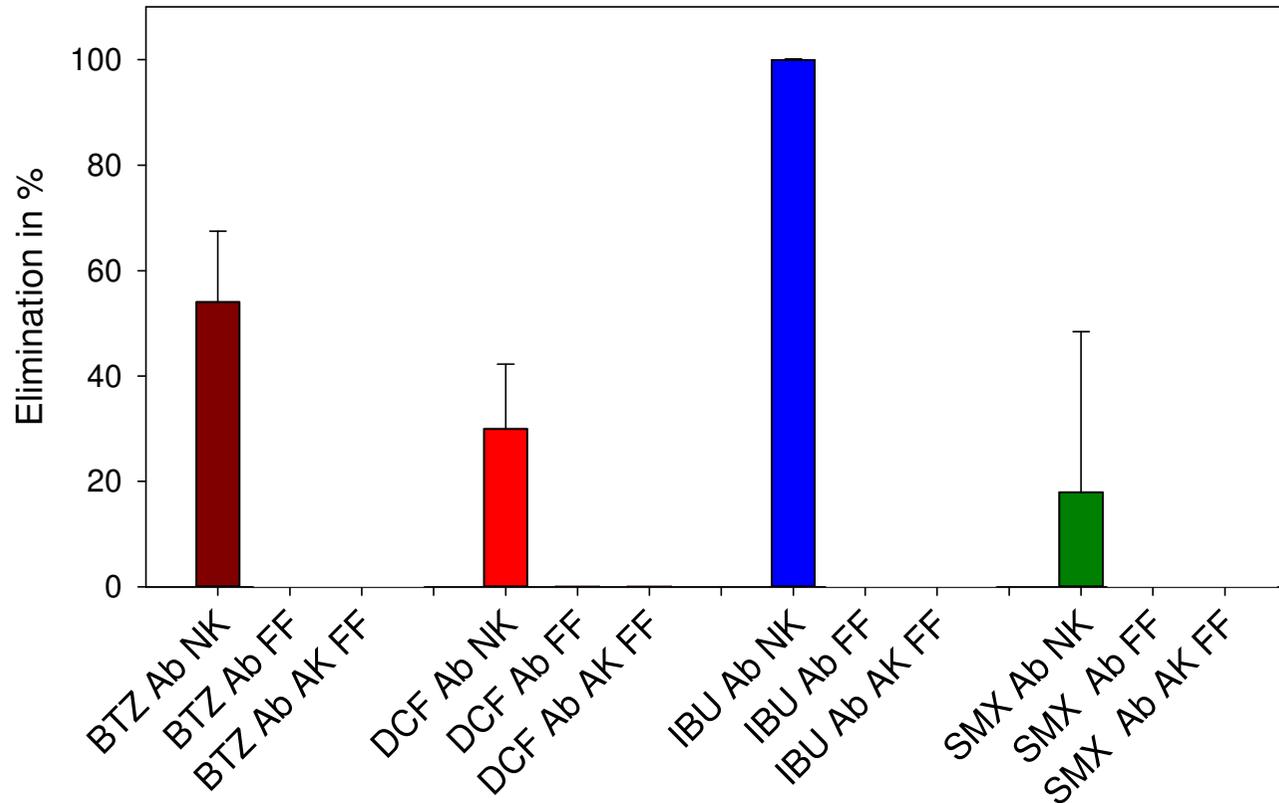
Quelle: <http://thaiproduct.diytrade.com>



Quelle: www.juvalis.de



Quelle: www.yhoccongdong.com



BTZ = 1H-Benzotriazol, DCF = Diclofenac, IBU = Ibuprofen, SMX = Sulfamethoxazol

# Kläranlage Langwiese - Ausgewählte Spurenstoffe



Quelle: www.discount-archiv.de



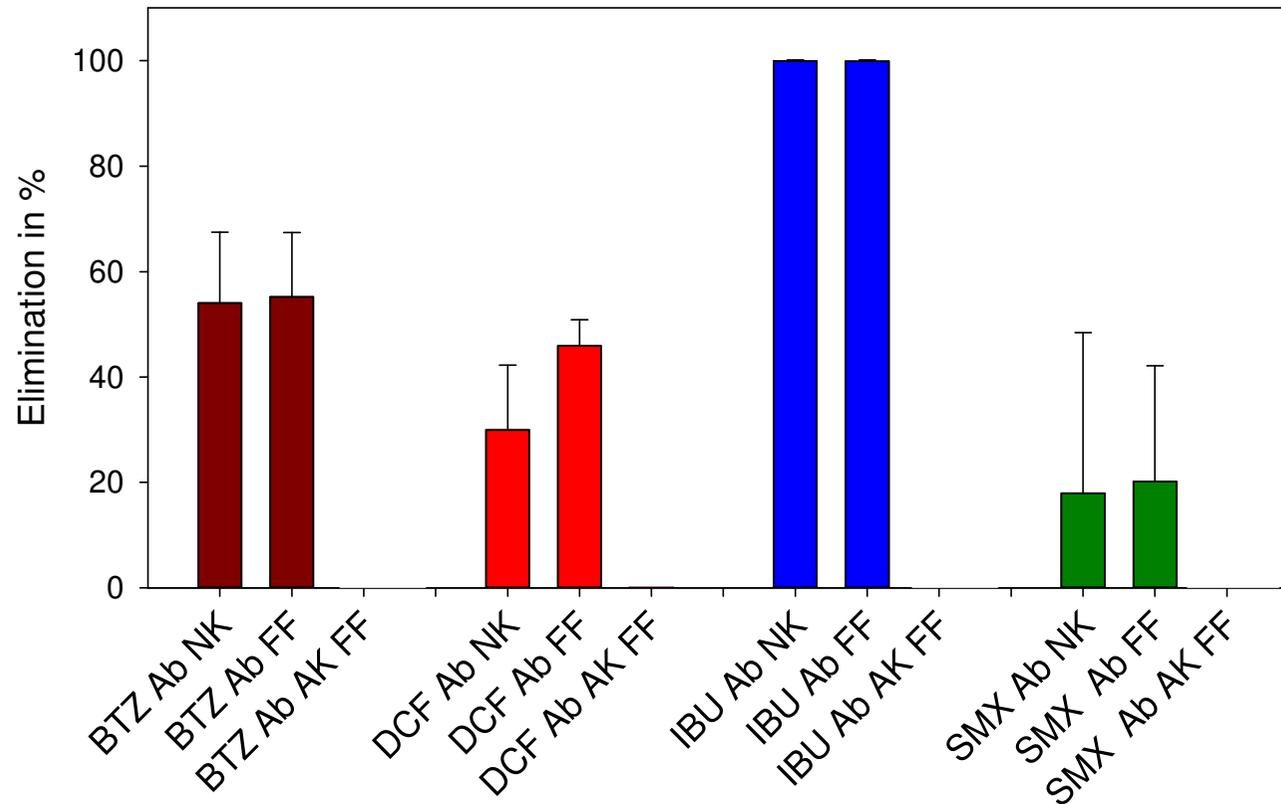
Quelle: <http://thaiproduct.diytrade.com>



Quelle: www.juvalis.de



Quelle: www.yhoccongdong.com



BTZ = 1H-Benzotriazol, DCF = Diclofenac, IBU = Ibuprofen, SMX = Sulfamethoxazol

# Kläranlage Langwiese - Ausgewählte Spurenstoffe



Quelle: [www.discount-archiv.de](http://www.discount-archiv.de)



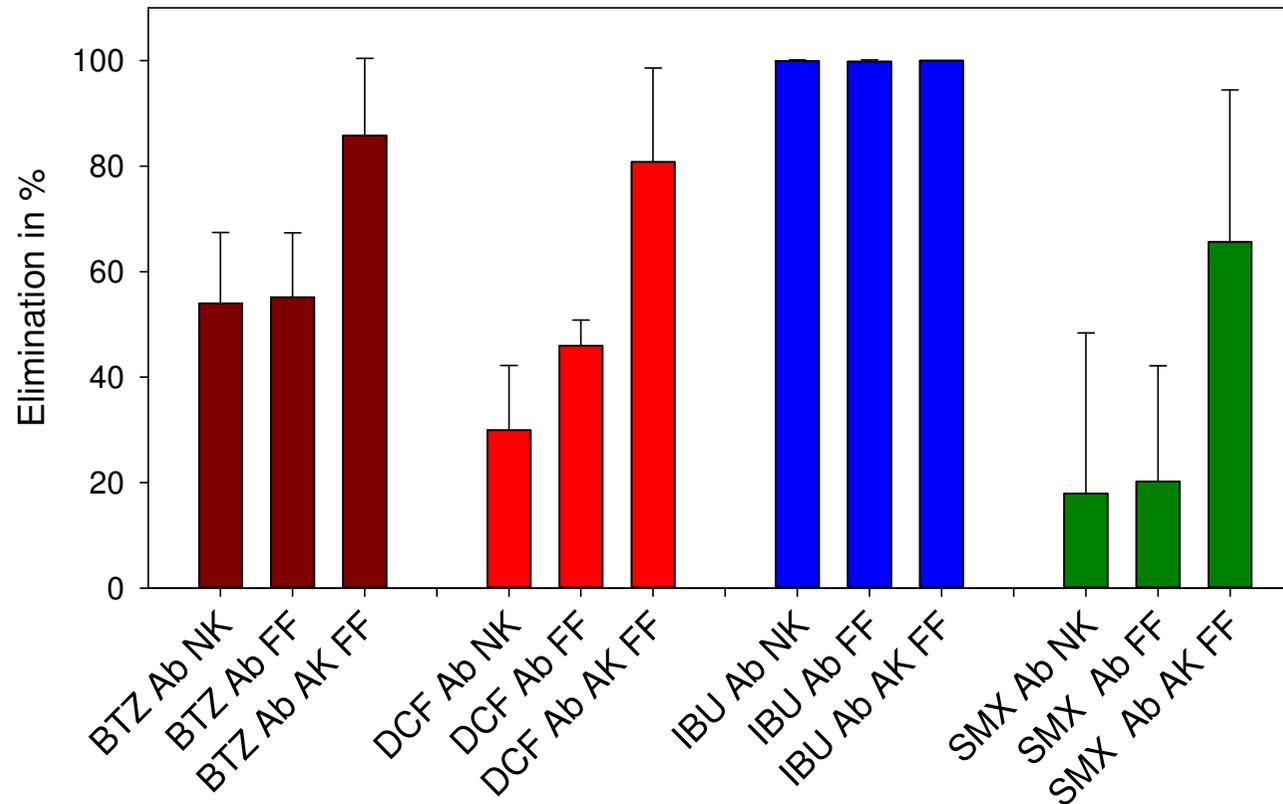
Quelle: <http://thaiproduct.diytrade.com>



Quelle: [www.juvalis.de](http://www.juvalis.de)

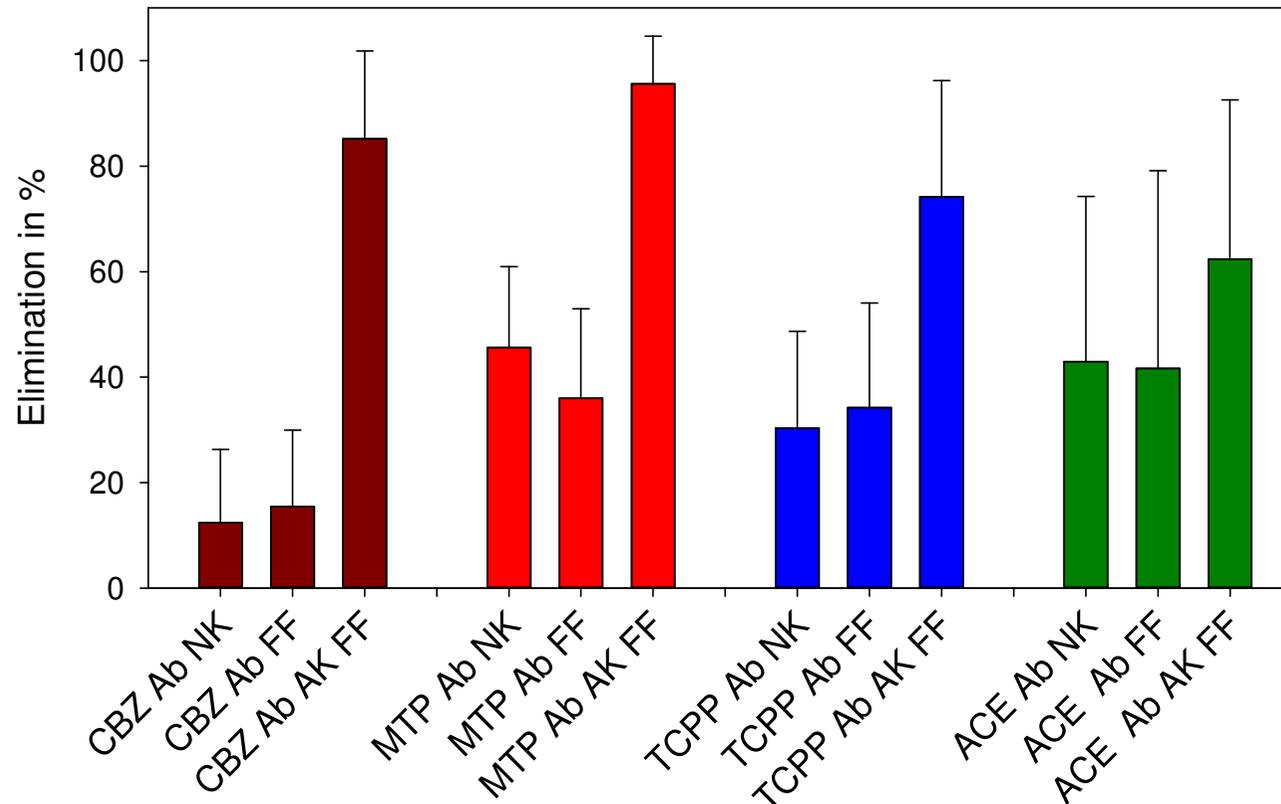


Quelle: [www.yhoccongdong.com](http://www.yhoccongdong.com)



BTZ = 1H-Benzotriazol, DCF = Diclofenac, IBU = Ibuprofen, SMX = Sulfamethoxazol

# Kläranlage Langwiese - Ausgewählte Spurenstoffe



CBZ = Carbamazepin, MTP = Metoprolol, TCPP = Tris(2-chlorpropyl)phosphat,  
ACE = Acesulfam

# Kläranlage Langwiese - Ausgewählte Spurenstoffe



Quelle: www.sz-produkte.de



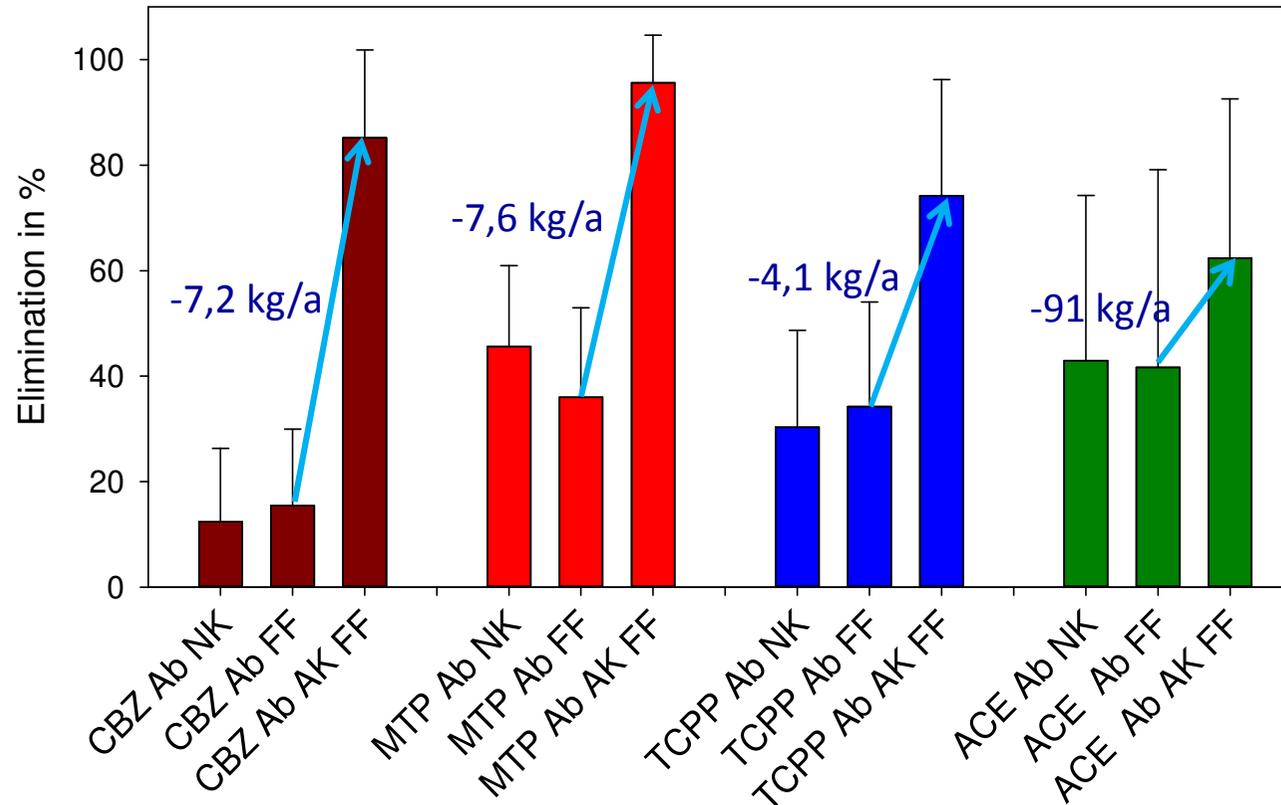
Quelle: www.sz-produkte.de



Quelle: www.artigum.com



Foto: Scheurer



CBZ = Carbamazepin, MTP = Metoprolol, TCPP = Tris(2-chlorpropyl)phosphat,  
ACE = Acesulfam

# Kläranlage Langwiese - Ausgewählte Spurenstoffe



Quelle: www.sz-produkte.de



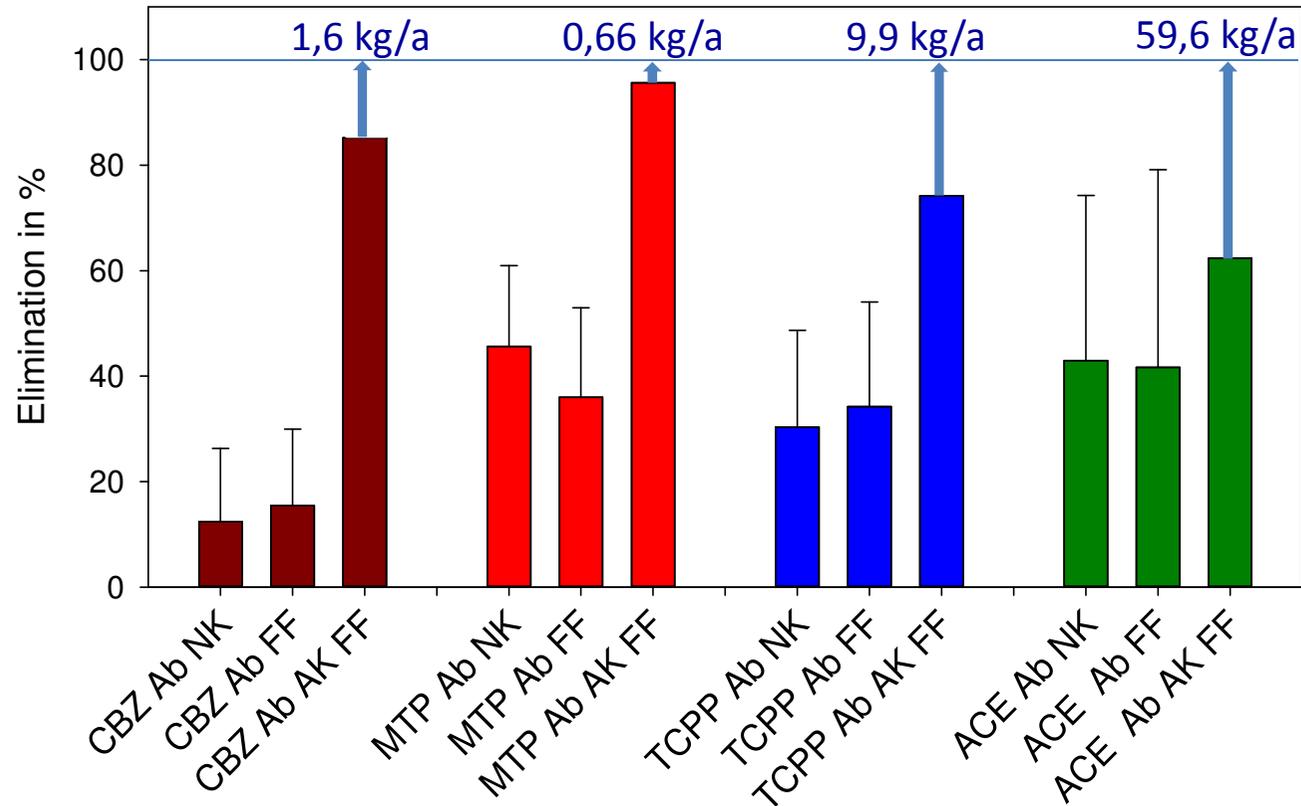
Quelle: www.sz-produkte.de



Quelle: www.artigum.com



Foto: Scheurer

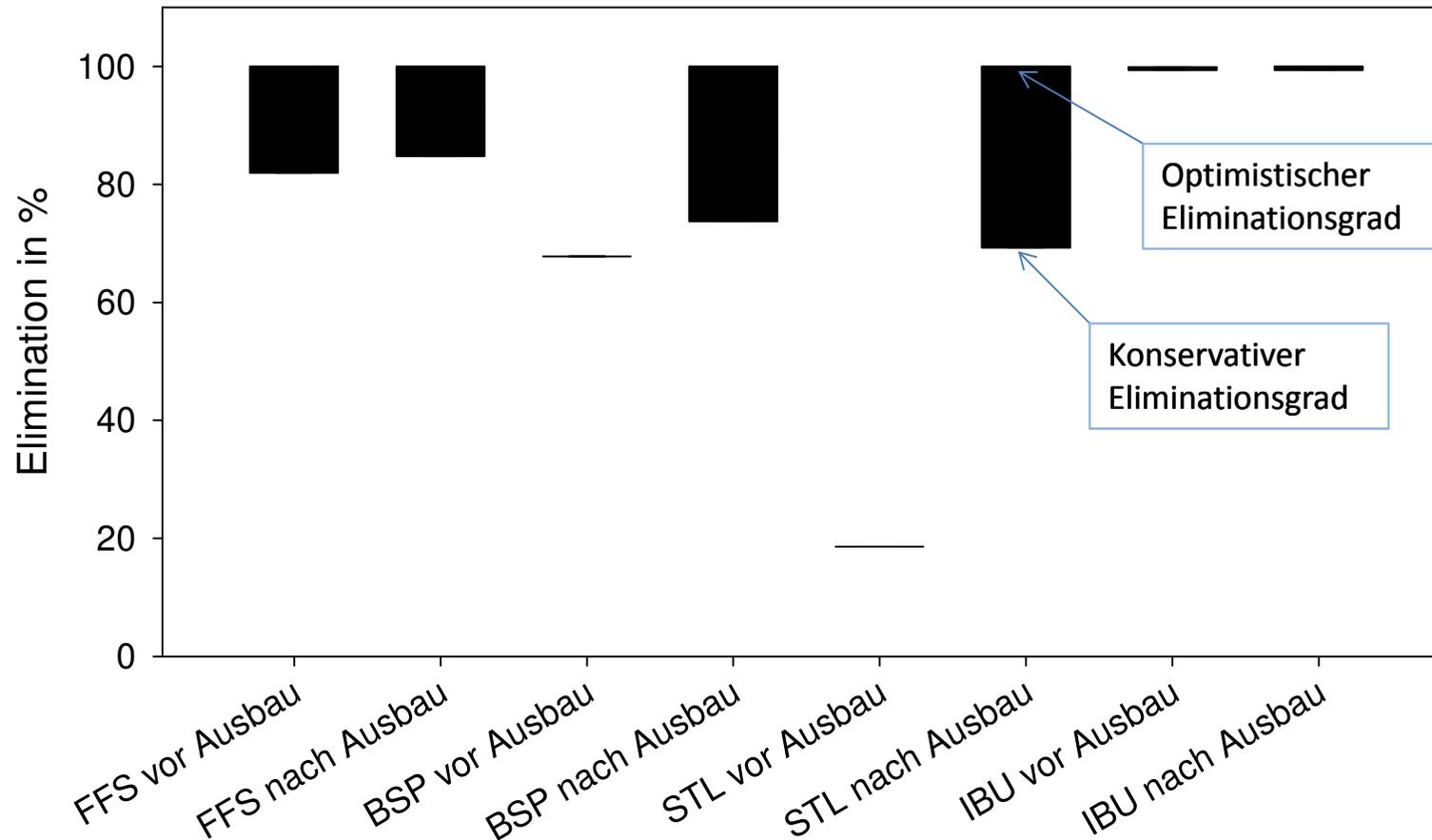


CBZ = Carbamazepin, MTP = Metoprolol, TCPP = Tris(2-chlorpropyl)phosphat, ACE = Acesulfam

# Kläranlage Langwiese - Ausgewählte Spurenstoffe



Alternative Berechnungsmöglichkeiten der Elimination von Spurenstoffen  
(hier: Vergleich Zulauf vs Gesamtablauf)

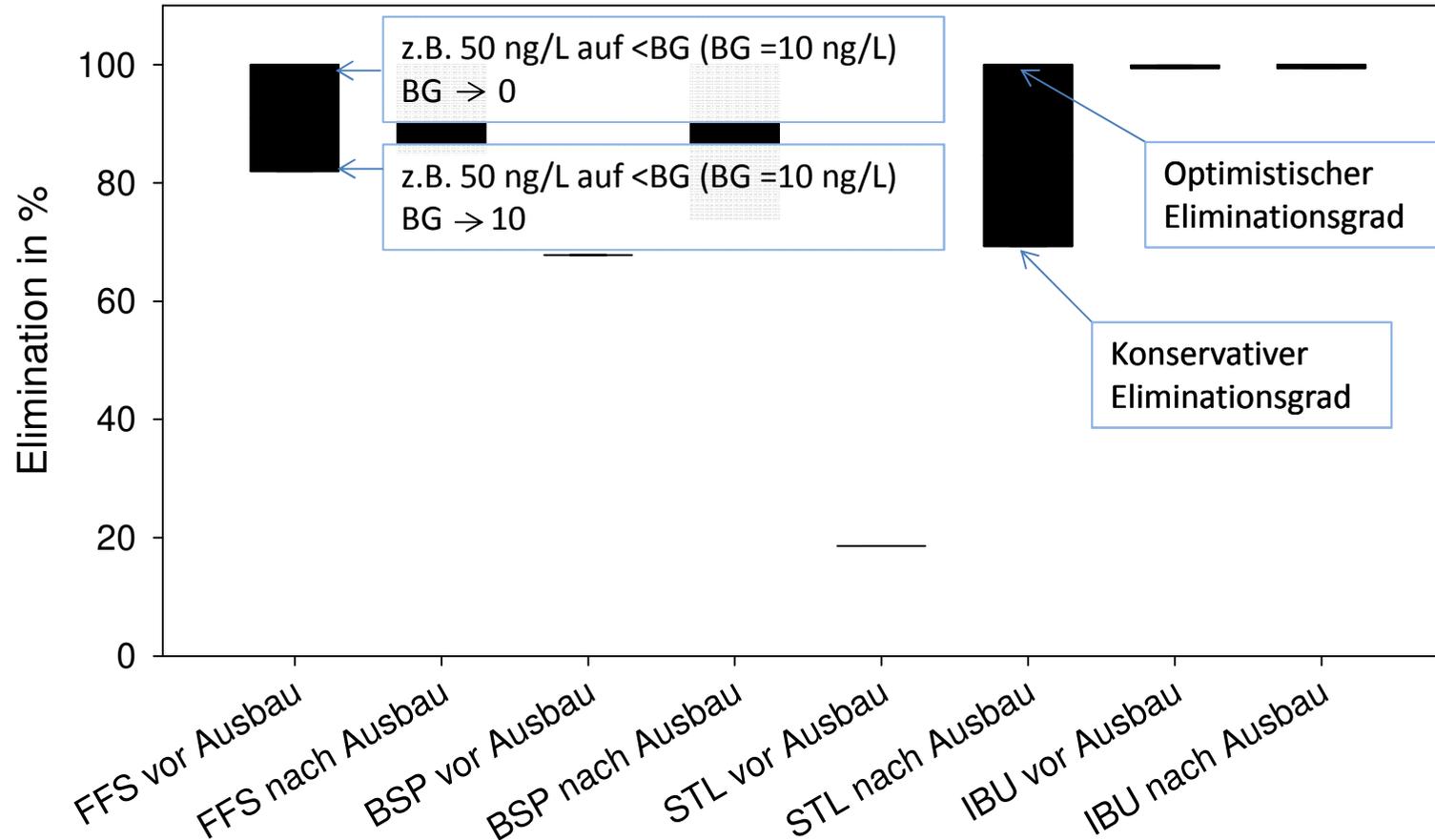


FFS = Fenofibrinsäure, BSP = Bisoprolol, STL = Sotalol, IBU = Ibuprofen

# Kläranlage Langwiese - Ausgewählte Spurenstoffe



Alternative Berechnungsmöglichkeiten der Elimination von Spurenstoffen  
(hier: Vergleich Zulauf vs Gesamtablauf)

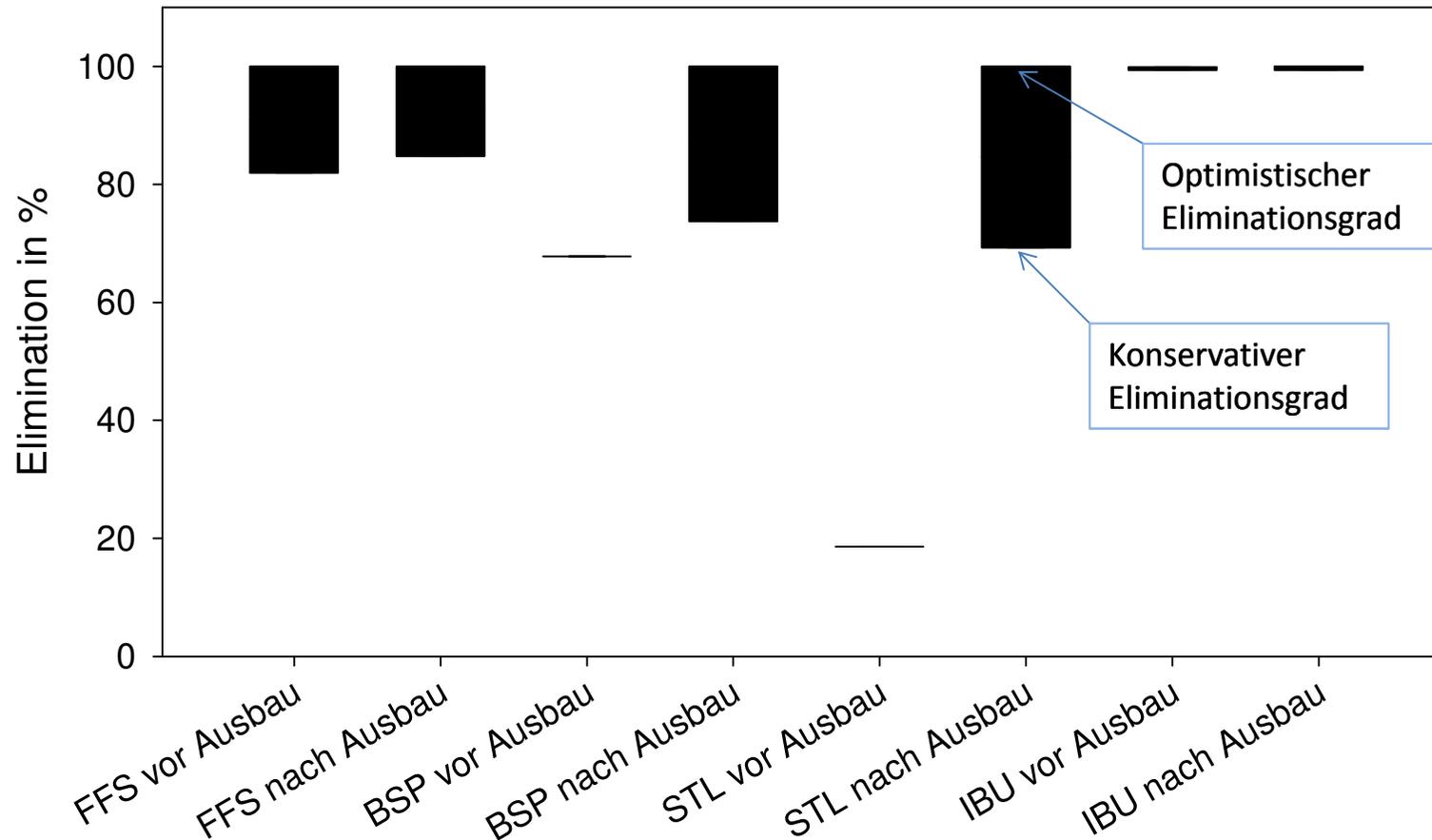


FFS = Fenofibrinsäure, BSP = Bisoprolol, STL = Sotalol, IBU = Ibuprofen

# Kläranlage Langwiese - Ausgewählte Spurenstoffe

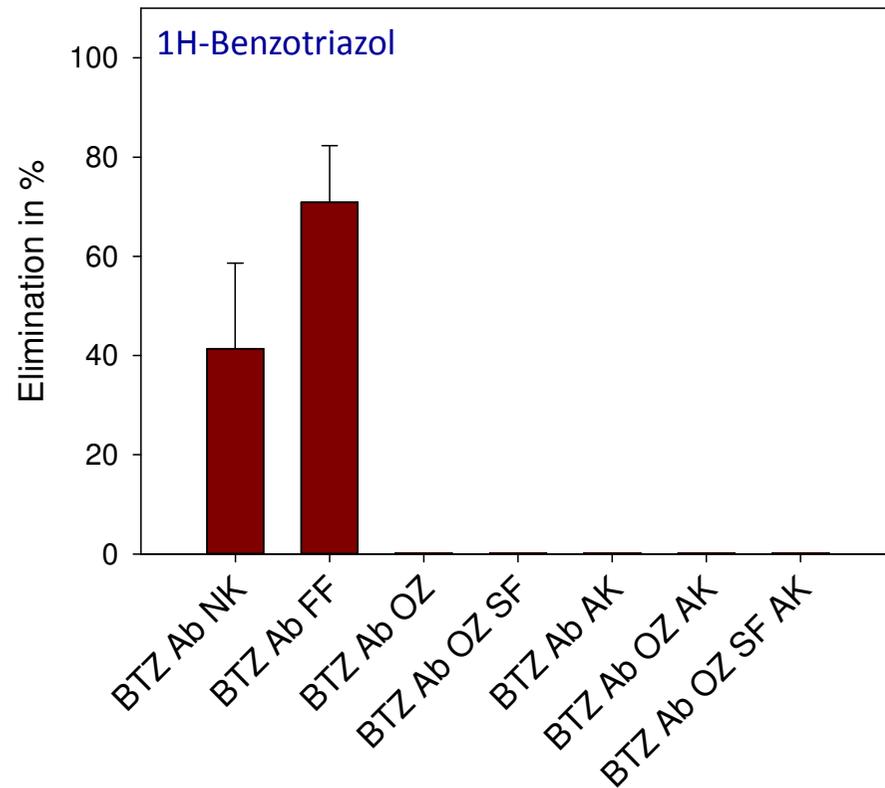


Alternative Berechnungsmöglichkeiten der Elimination von Spurenstoffen  
(hier: Vergleich Zulauf vs Gesamtablauf)

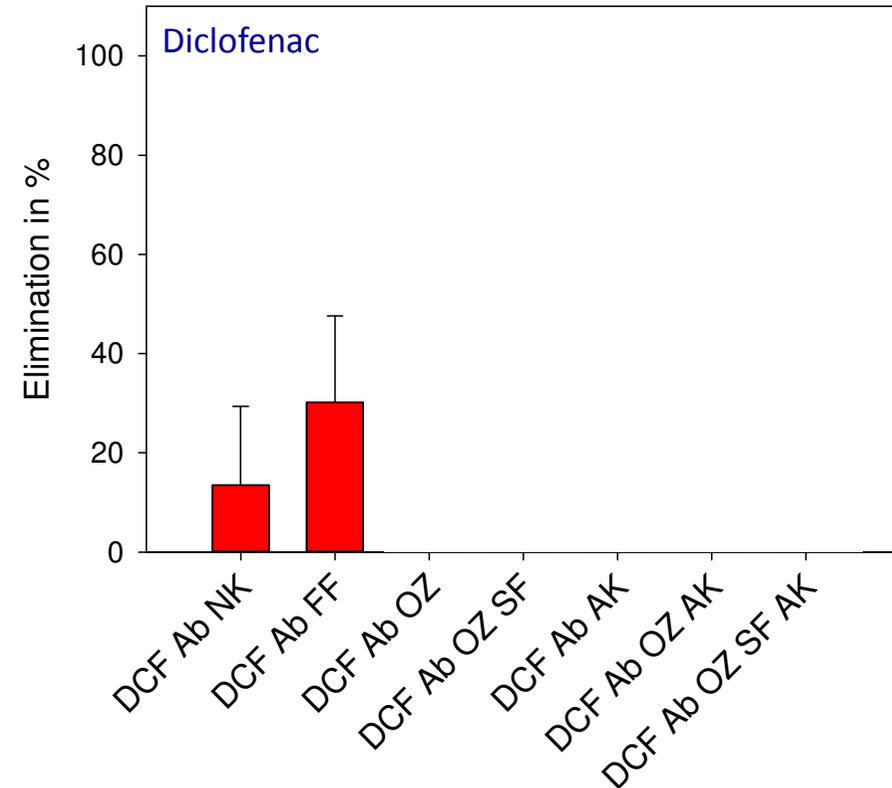


FFS = Fenofibrinsäure, BSP = Bisoprolol, STL = Sotalol, IBU = Ibuprofen

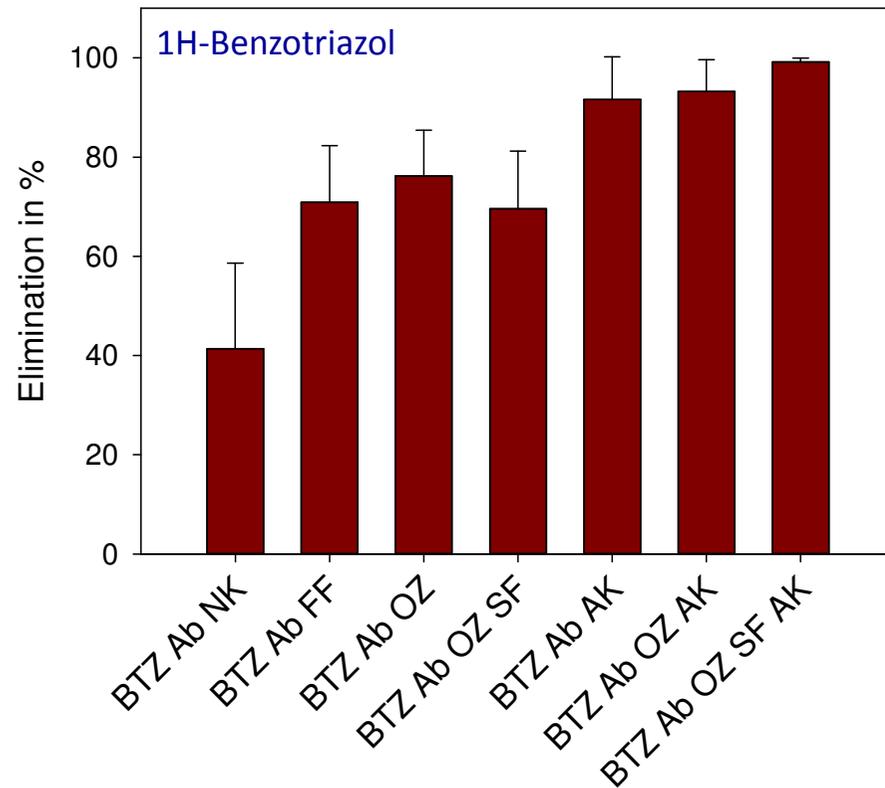
# Klieranlage Eriskirch – Ausgewählte Spurenstoffe



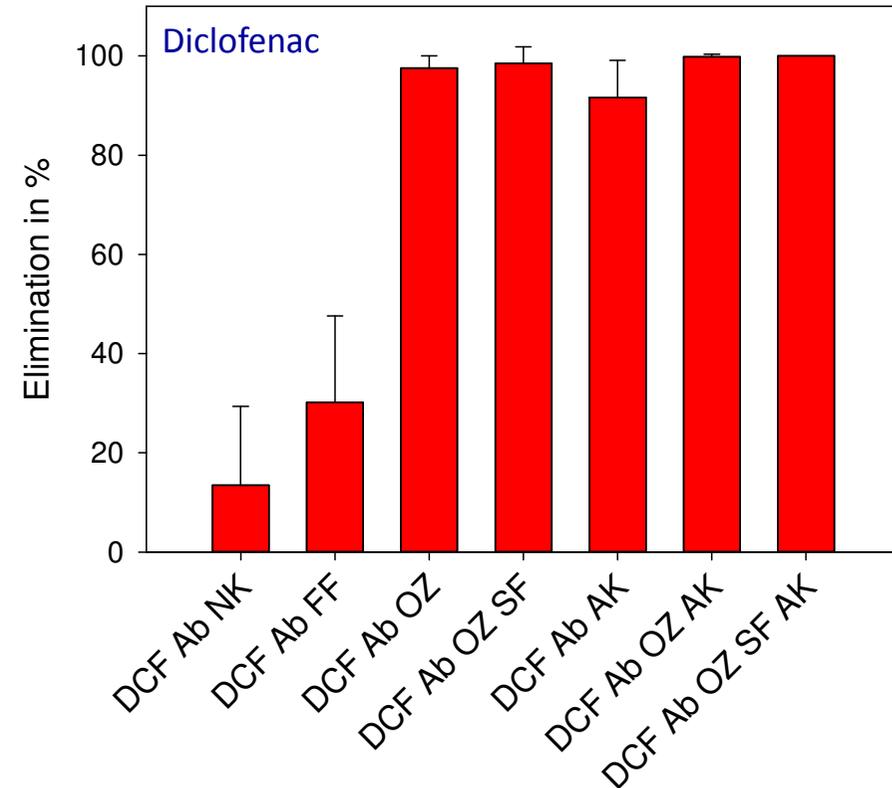
- ungenügende bis mittlere Elimination bei konventioneller Abwasserreinigung



- ungenügende bis mittlere Elimination bei konventioneller Abwasserreinigung

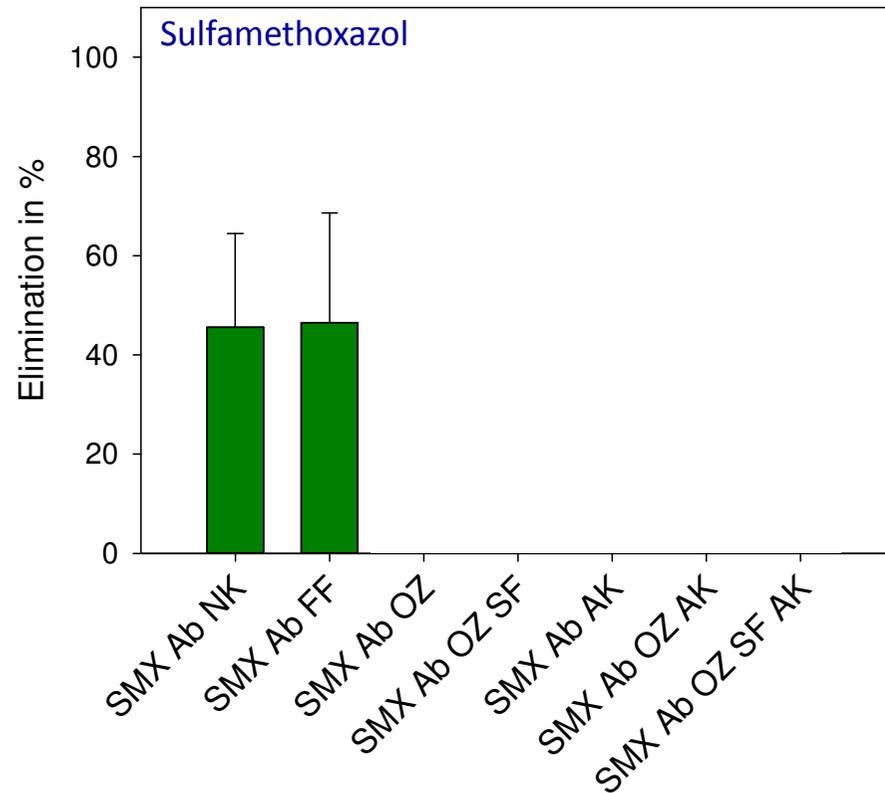


- ungenügende bis mittlere Elimination bei konventioneller Abwasserreinigung
- gute Elimination bei der Anwendung von AK

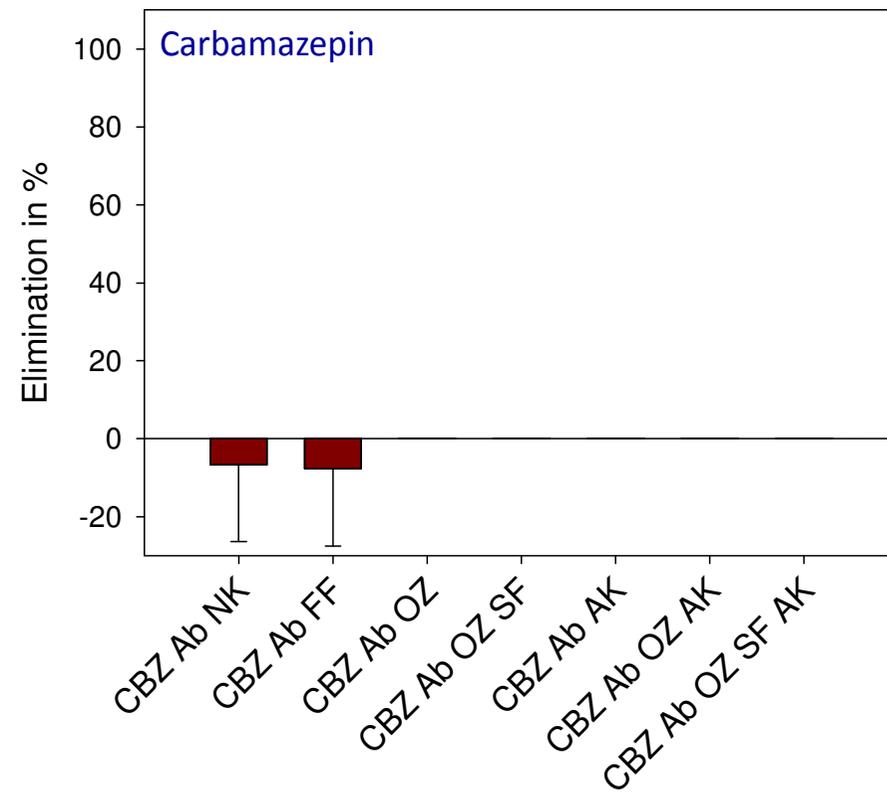


- ungenügende bis mittlere Elimination bei konventioneller Abwasserreinigung
- gute Elimination bei der Anwendung von Ozon und/oder AK

# Klieranlage Eriskirch – Ausgewählte Spurenstoffe

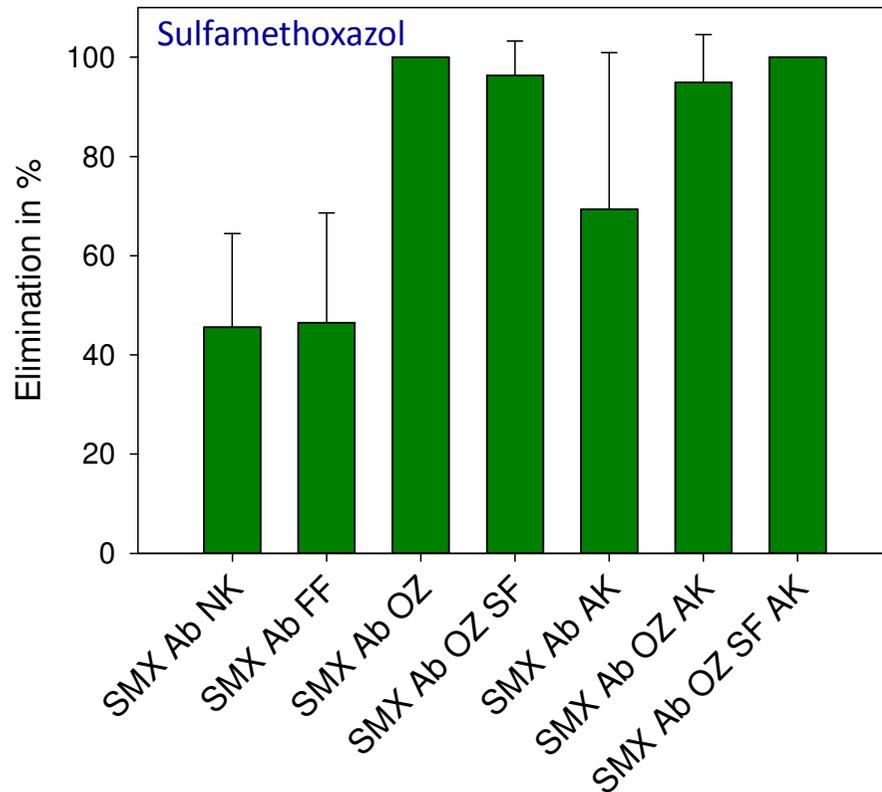


- mittlere Elimination bei konventioneller Abwasserreinigung

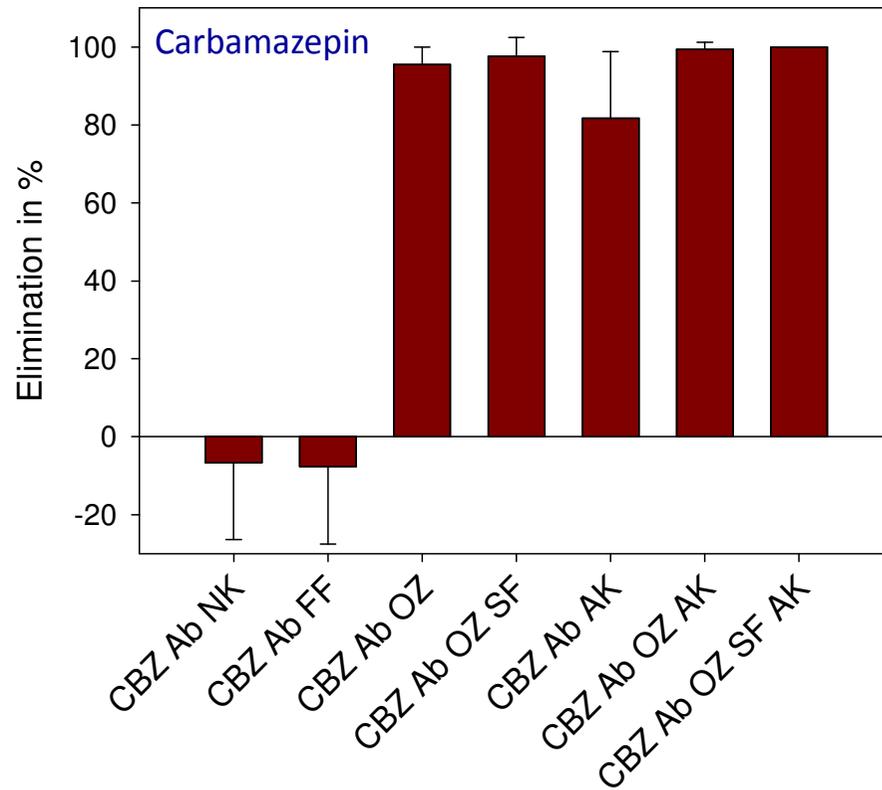


- keine Elimination bei konventioneller Abwasserreinigung

# Kläranlage Eriskirch – Ausgewählte Spurenstoffe

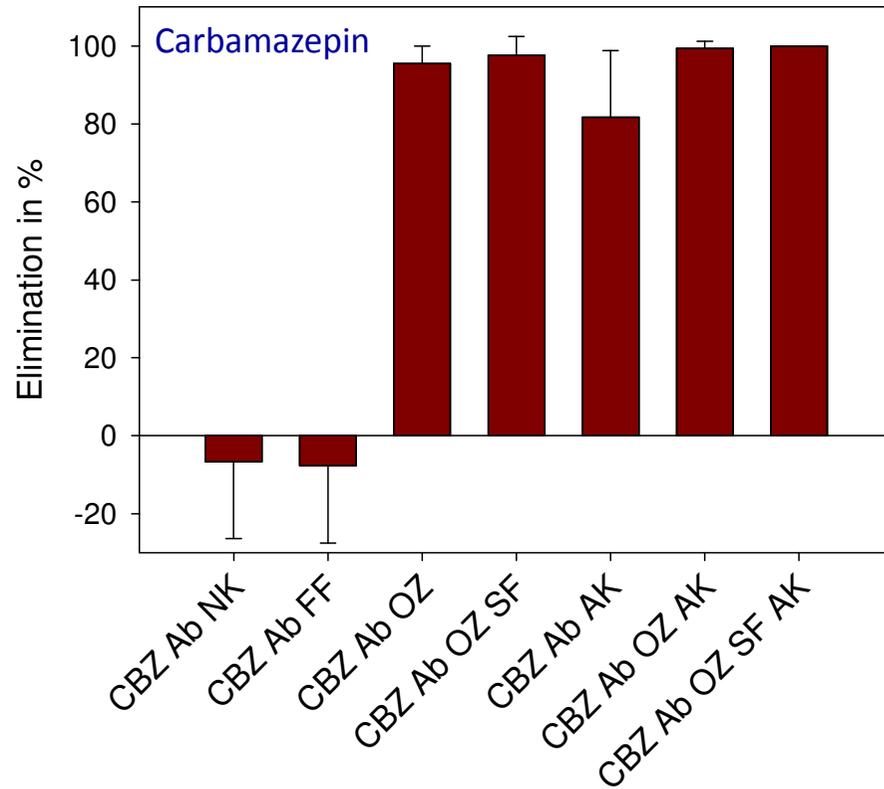
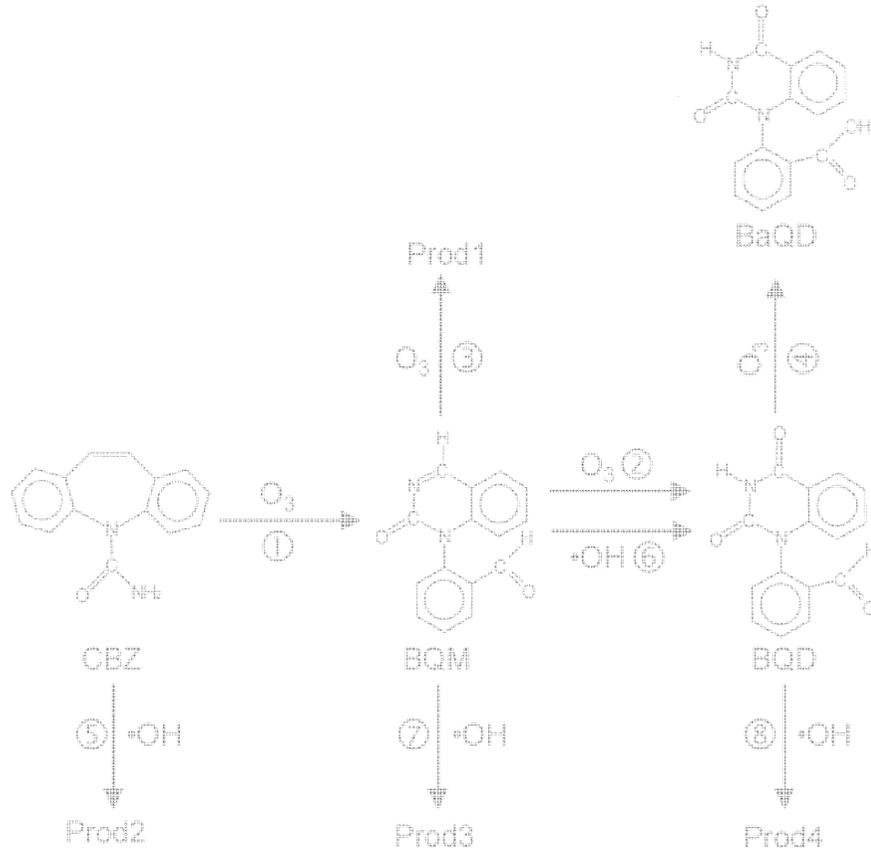
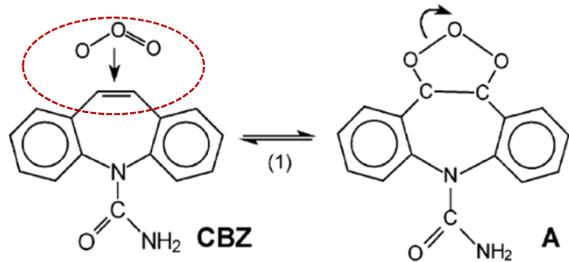


- mittlere Elimination bei konventioneller Abwasserreinigung
- gute Elimination bei der Anwendung von Ozon
- gute Elimination durch „frische“ AK



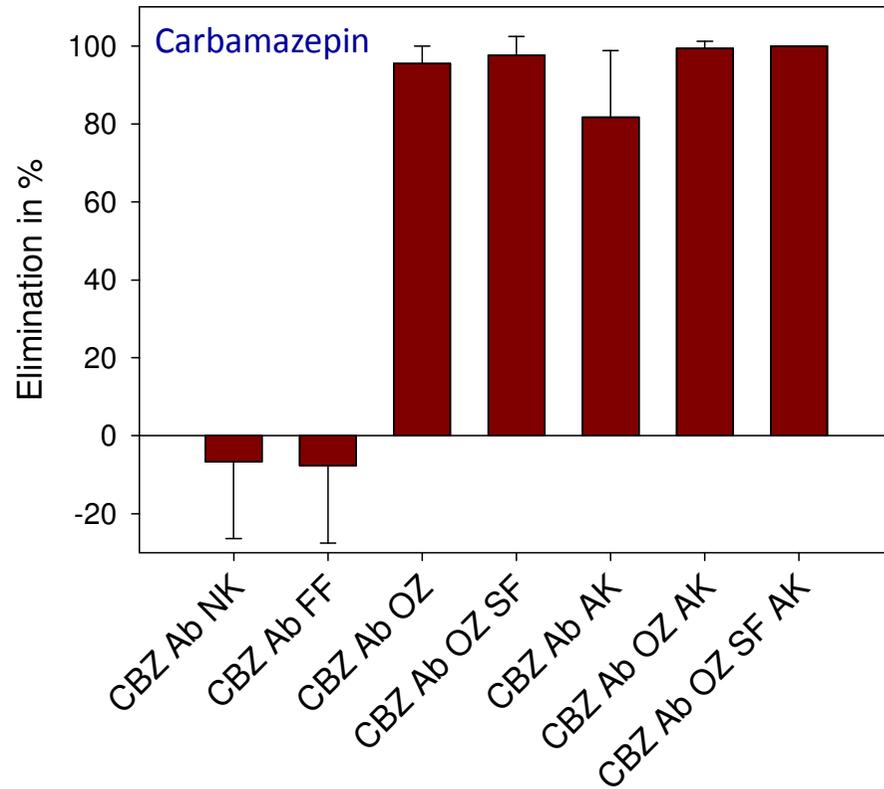
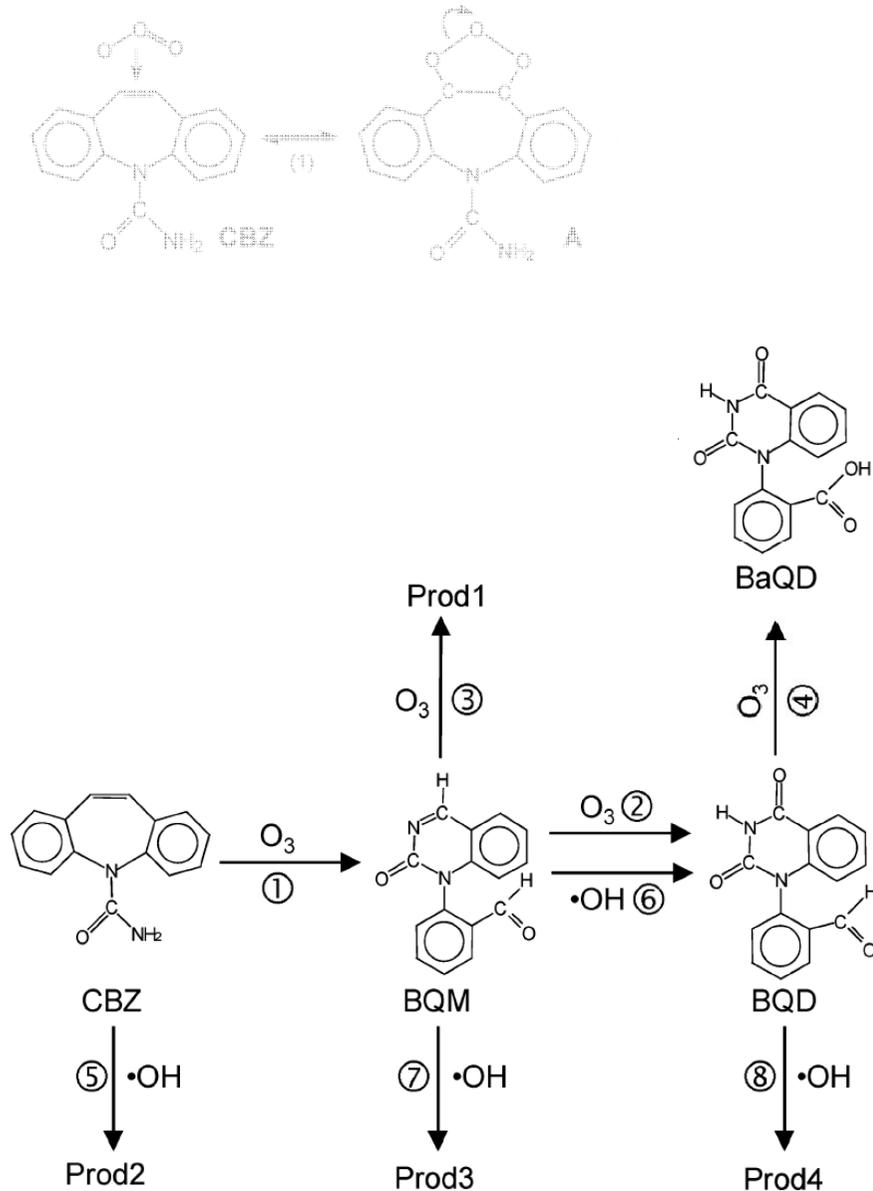
- keine Elimination bei konventioneller Abwasserreinigung
- gute Elimination bei der Anwendung von Ozon und/oder AK

# Kläranlage Eriskirch – Ozon vs. Aktivkohle



- keine Elimination bei konventioneller Abwasserreinigung
- gute Elimination bei der Anwendung von Ozon und/oder AK

# Kläranlage Eriskirch – Ozon vs. Aktivkohle

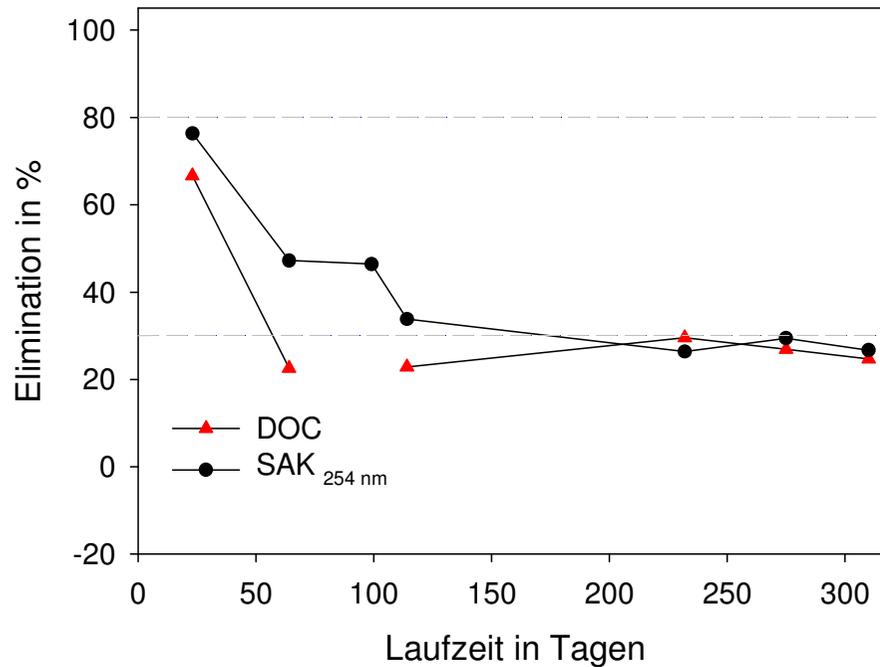


- keine Elimination bei konventioneller Abwasserreinigung
- gute Elimination bei der Anwendung von Ozon und/oder AK

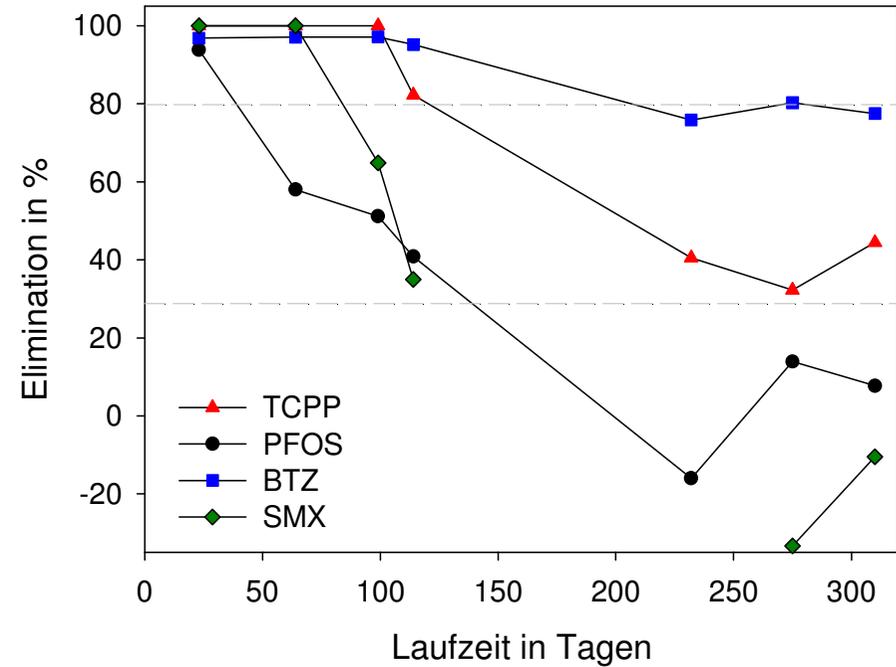
# Kläranlage Eriskirch – Ozon vs. Aktivkohle



## Eliminationsleistung der Aktivkohle in Abhängigkeit vom Durchsatz



DOC= gelöste org. Kohlenstoffverbindungen  
 SAK = spektraler Absorptionskoeffizient



TCPP = Tris(2-chlorpropyl)phosphat,  
 PFOS = Perfluoroktansulfonsäure  
 BTZ = 1H-Benzotriazol  
 SMX = Sulfamethoxazol

Start AK-Säule: 12.08.2013; letzte Beprobung: 11.06.2014

Höhe: 2,5 m; Durchmesser: 30 cm

Bettdichte: 450 kg/m<sup>3</sup>, Durchfluss: 0,7 m<sup>3</sup>/h

# Retentionsbodenfilter Tett nang



Foto: Lüddeke

# Retentionsbodenfilter Tettang

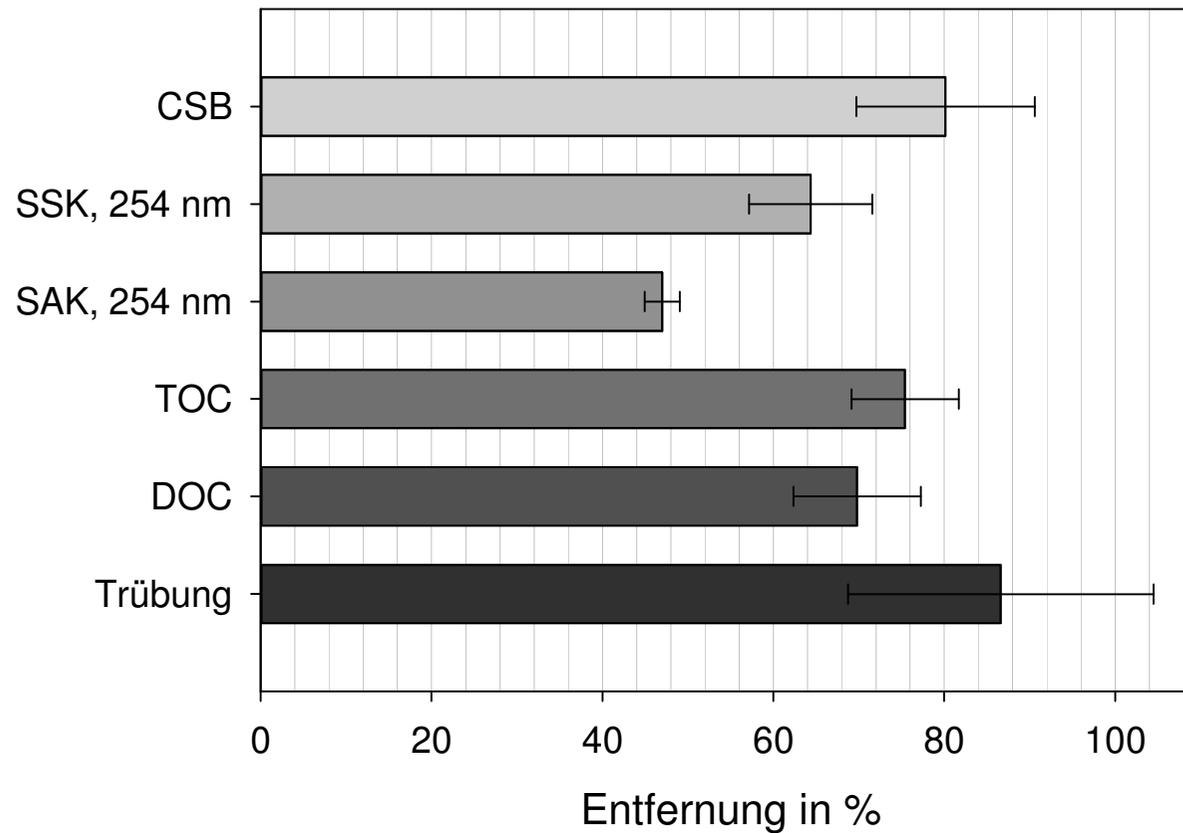


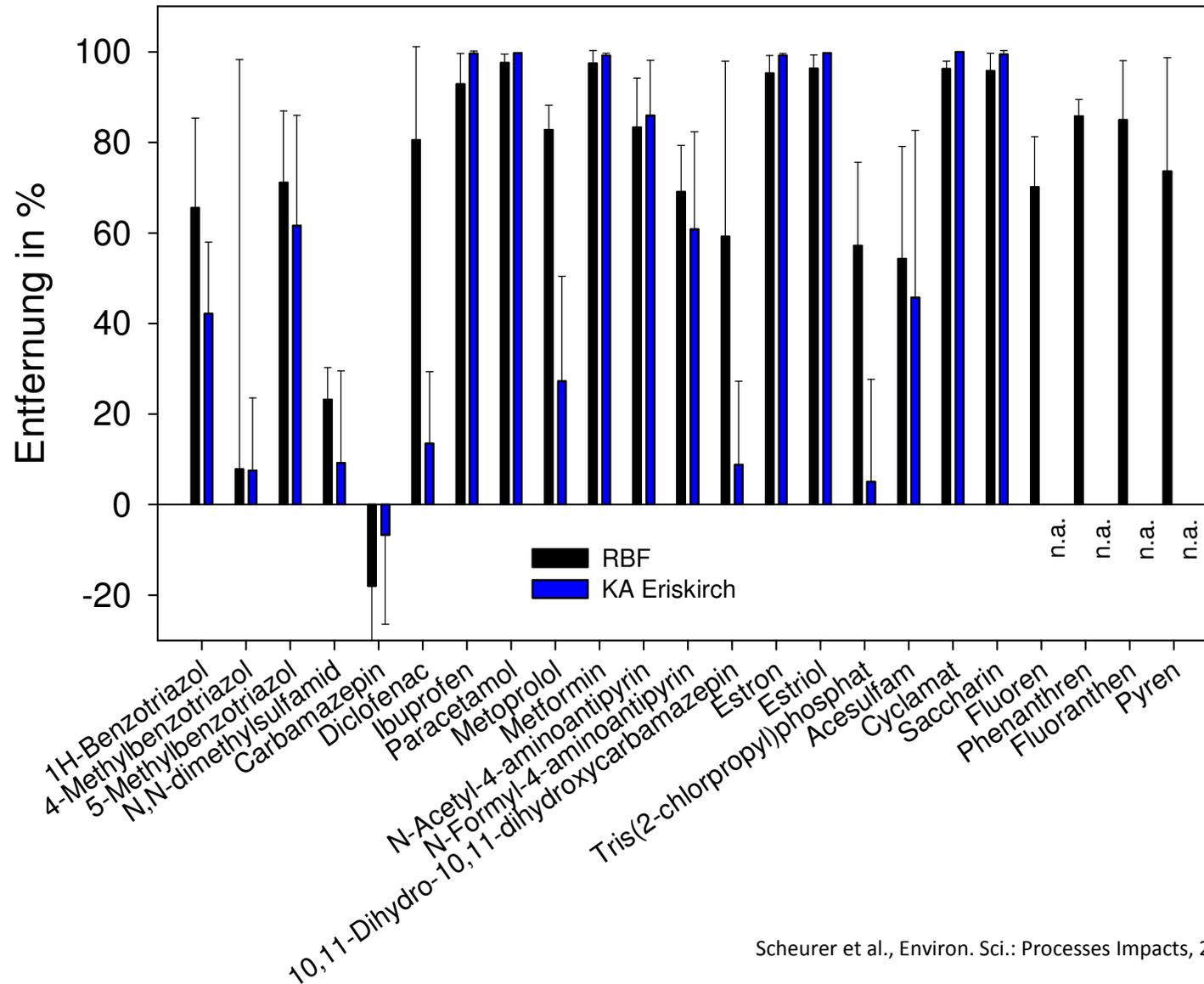
Foto: Loddike



# Retentionsbodenfilter Tettang



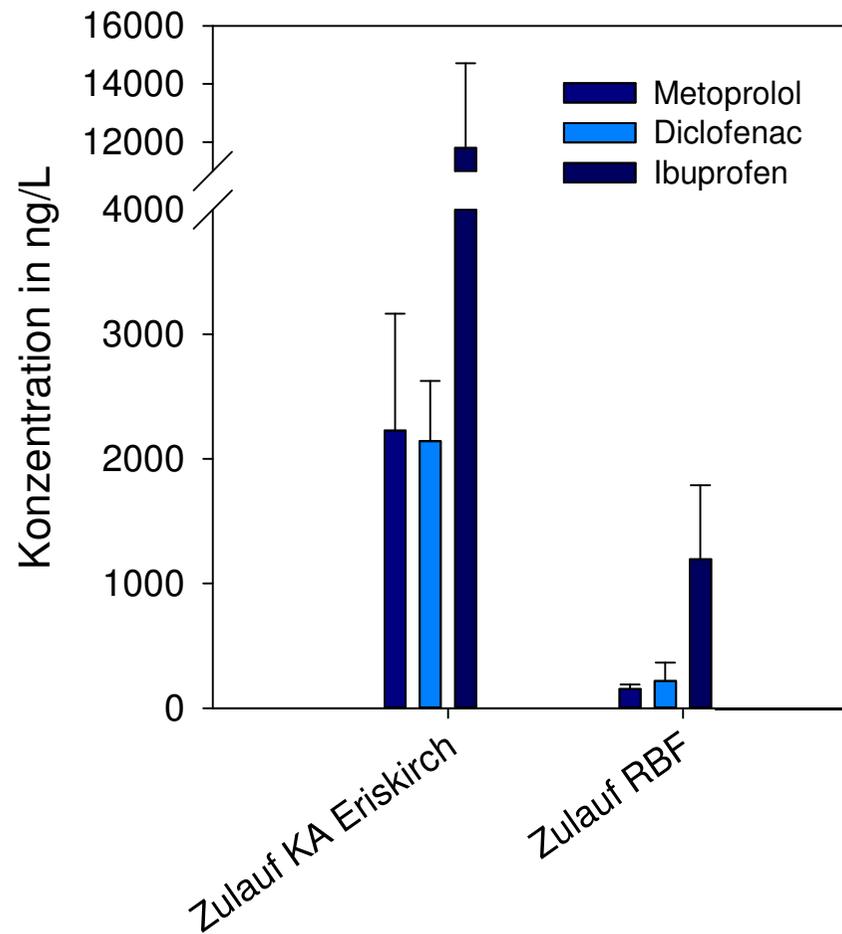
## Eliminationsleistung RBF vs biologische Stufe Eriskirch



# Retentionsbodenfilter Tettang



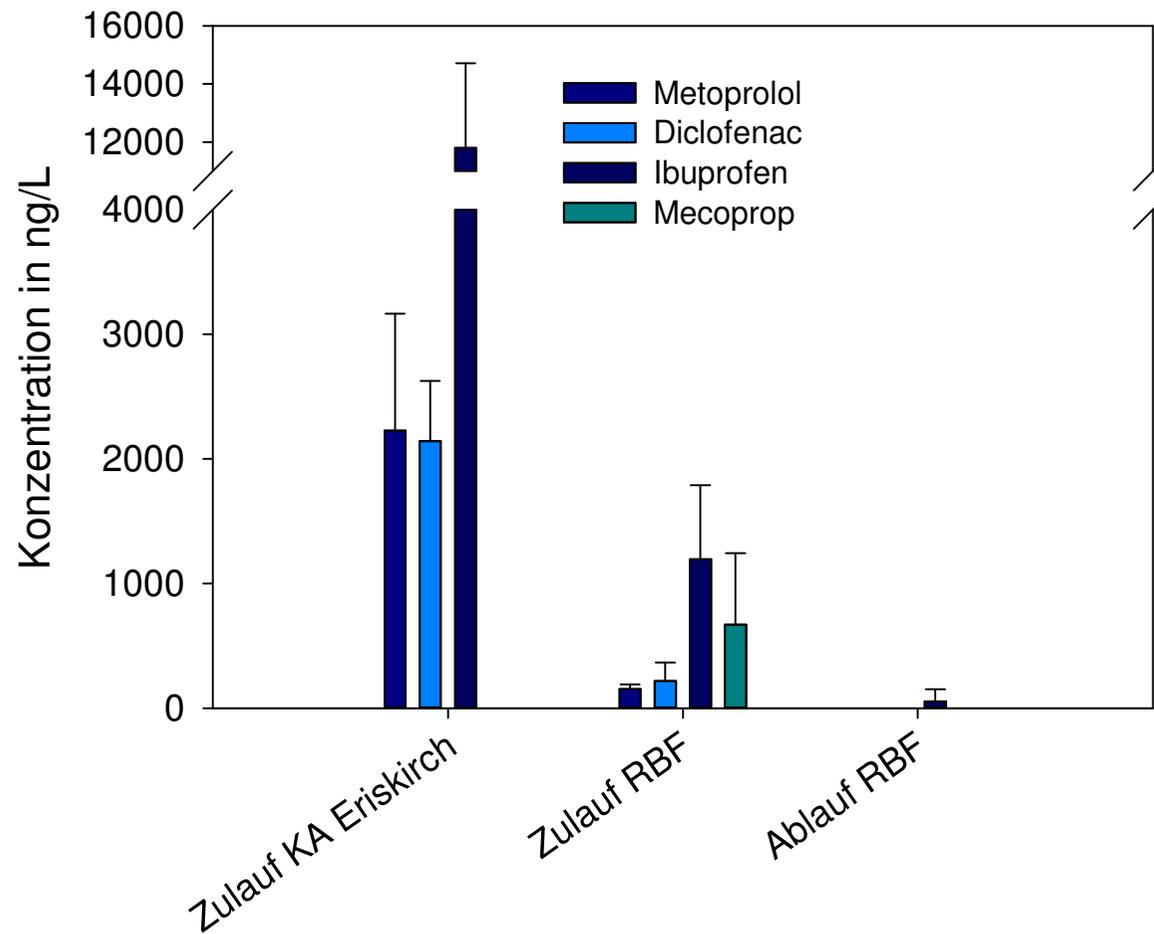
Zulauf RBF vs Zulauf Kläranlage



# Retentionsbodenfilter Tettang



Zulauf RBF vs Zulauf Kläranlage

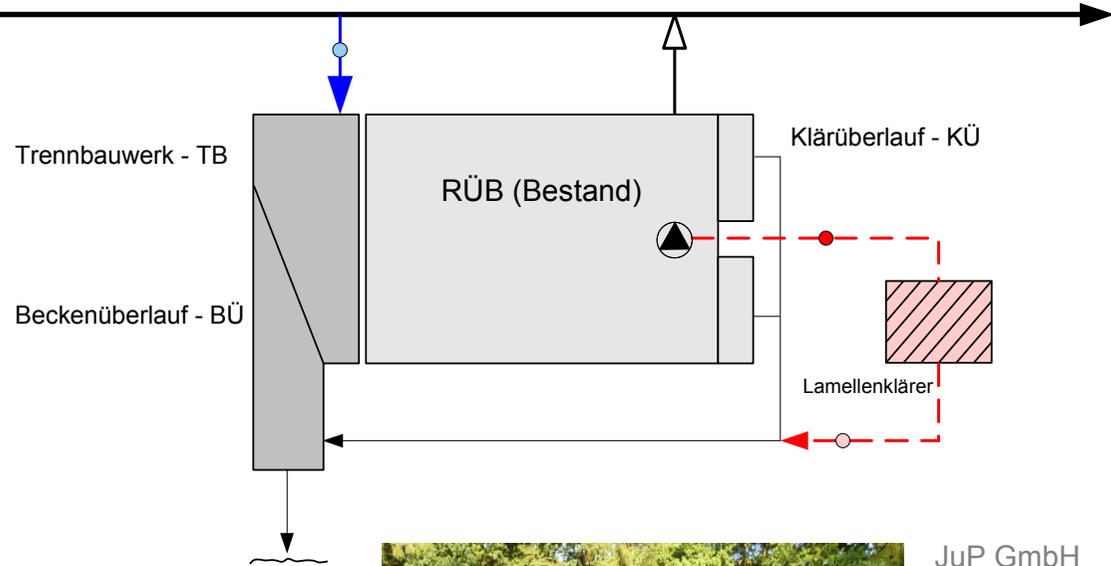


# RÜB Mariatal und Lamellenklärer



Mischwasserzufluss  
aus dem Kanalnetz

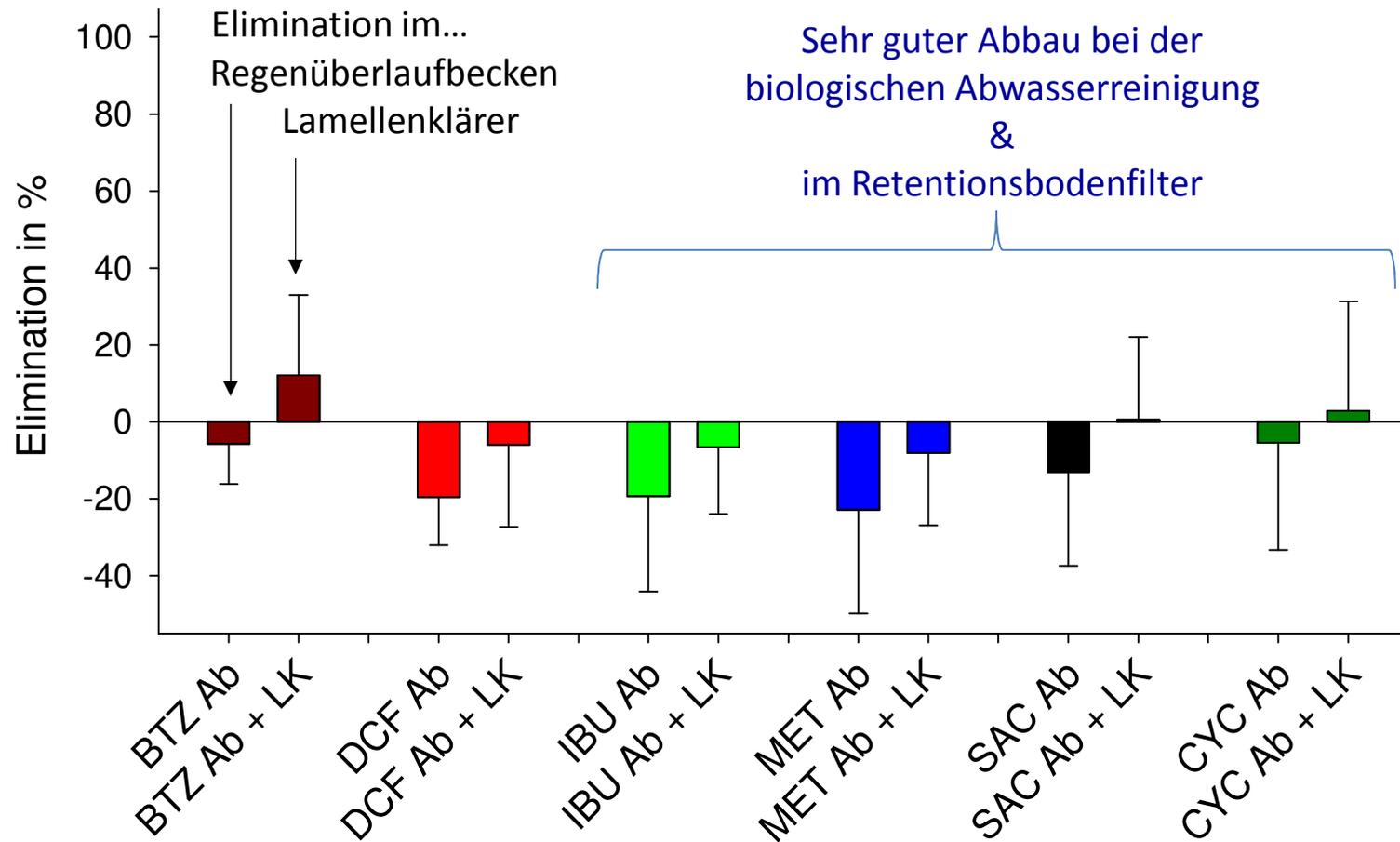
Kläranlage  
Langwiese



JuP GmbH



## Ausgewählte Spurenstoffe



BTZ = 1H-Benzotriazol  
 DCF = Diclofenac  
 IBU = Ibuprofen

MET = Metformin  
 SAC = Saccharin  
 CYC = Cyclamat

# Zusammenfassende Bewertung der Testsysteme



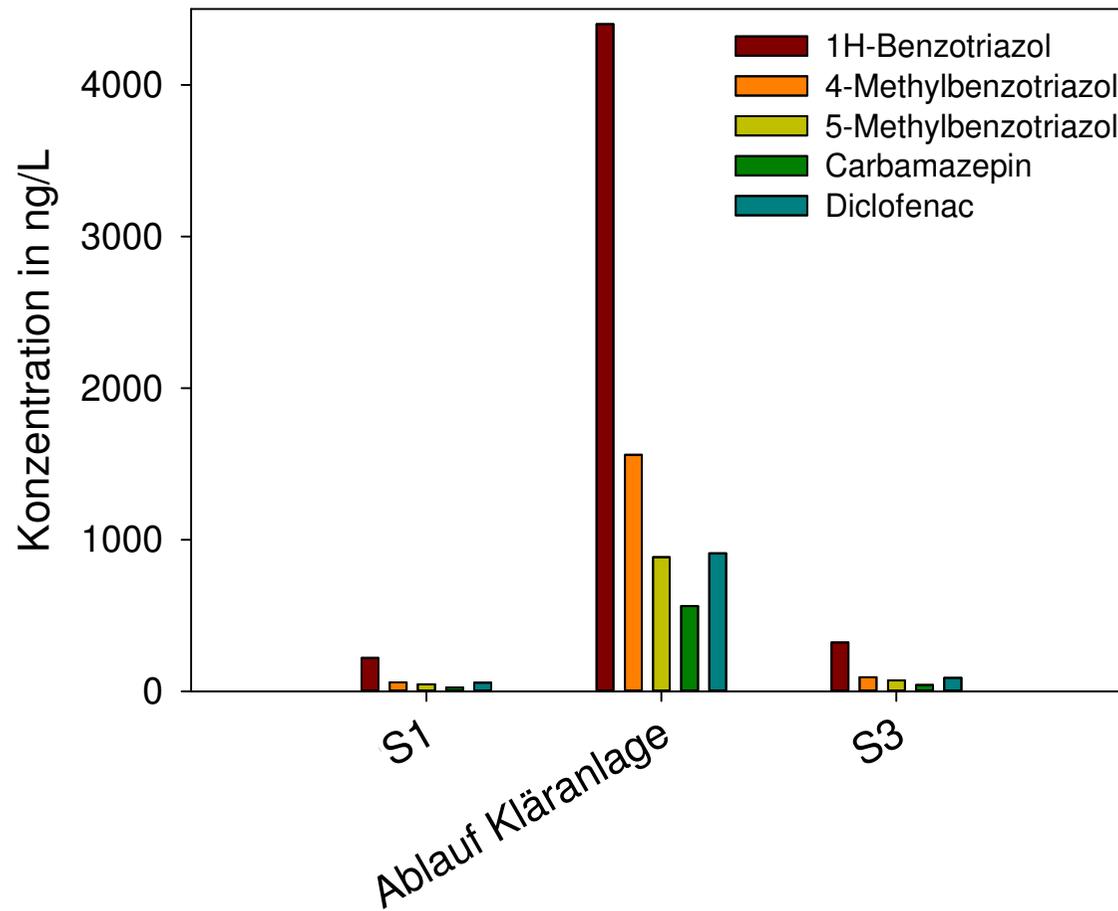
Beurteilung der Elimination: - < 30 %    + 31 - 80 %    ++ > 80 %

	Belebtschlammverfahren	Belebtschlammverfahren +			
		Flockungsfiltration	PAK / GAK	Ozon	Ozon + AK
Carbamazepin	-	-	++	++	++
Ibuprofen	++	++	++	++	++
Sulfamethoxazol	+	+	+	++	++
1H-Benzotriazol	+	+	++	+	++
Diclofenac	- / +	+	++	++	++
Metoprolol	- / +	+	++	+	++
<b>SUMME</b>	<b>+++</b>	<b>+++++</b>	<b>+++++</b>	<b>++++</b>	<b>++++</b>

# Einfluss der Abwassereinleitung auf Vorfluter



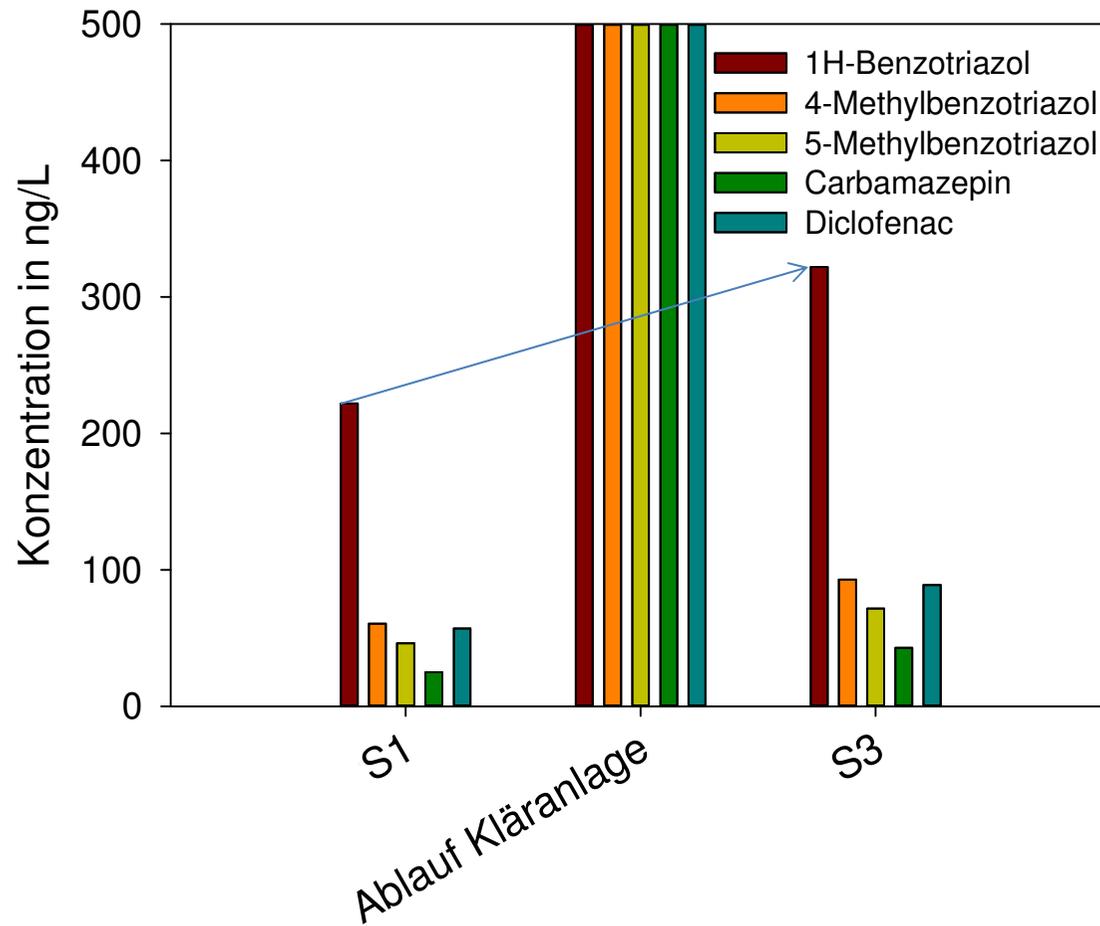
Situation vor Ausbau der KA Langwiese



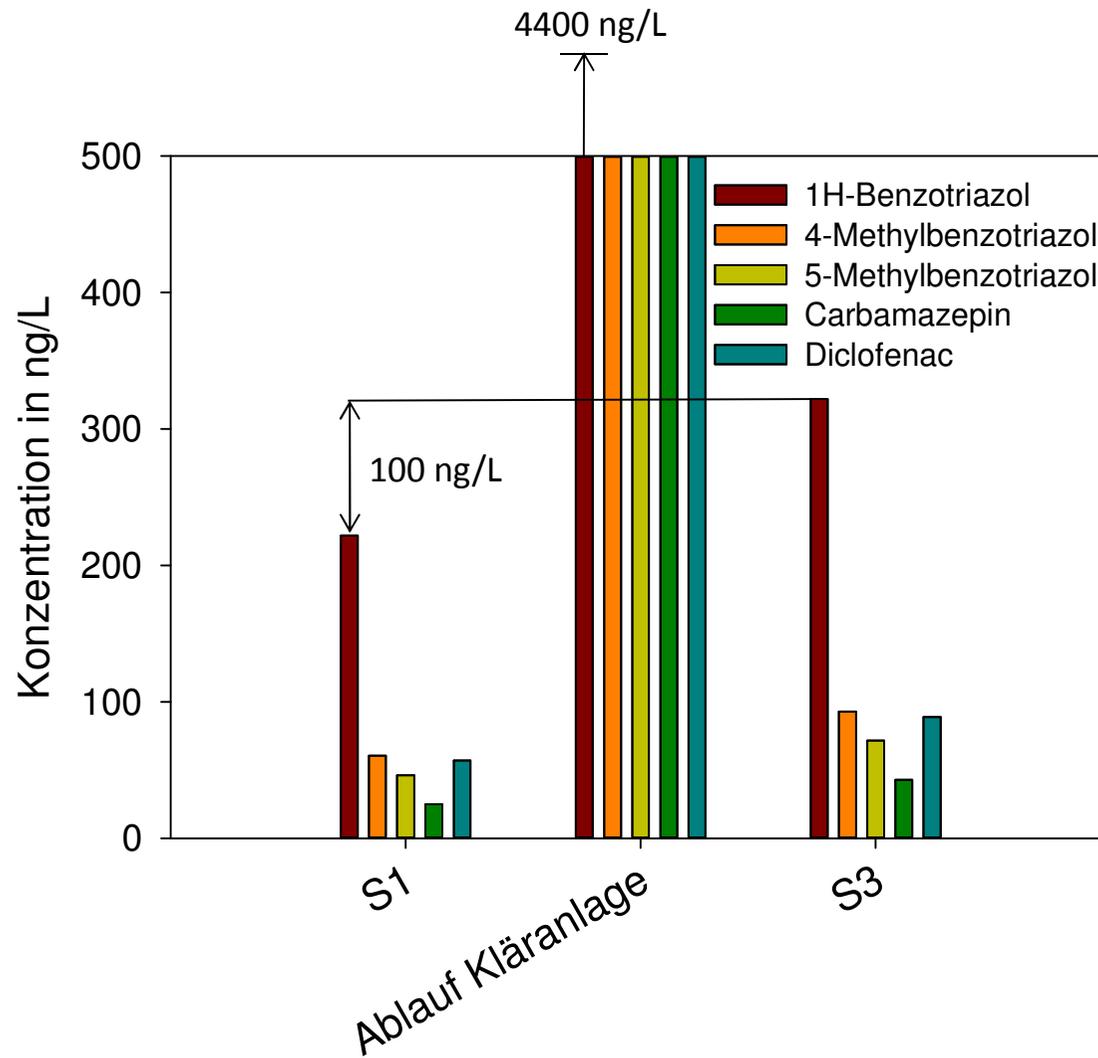
# Einfluss der Abwassereinleitung auf Vorfluter



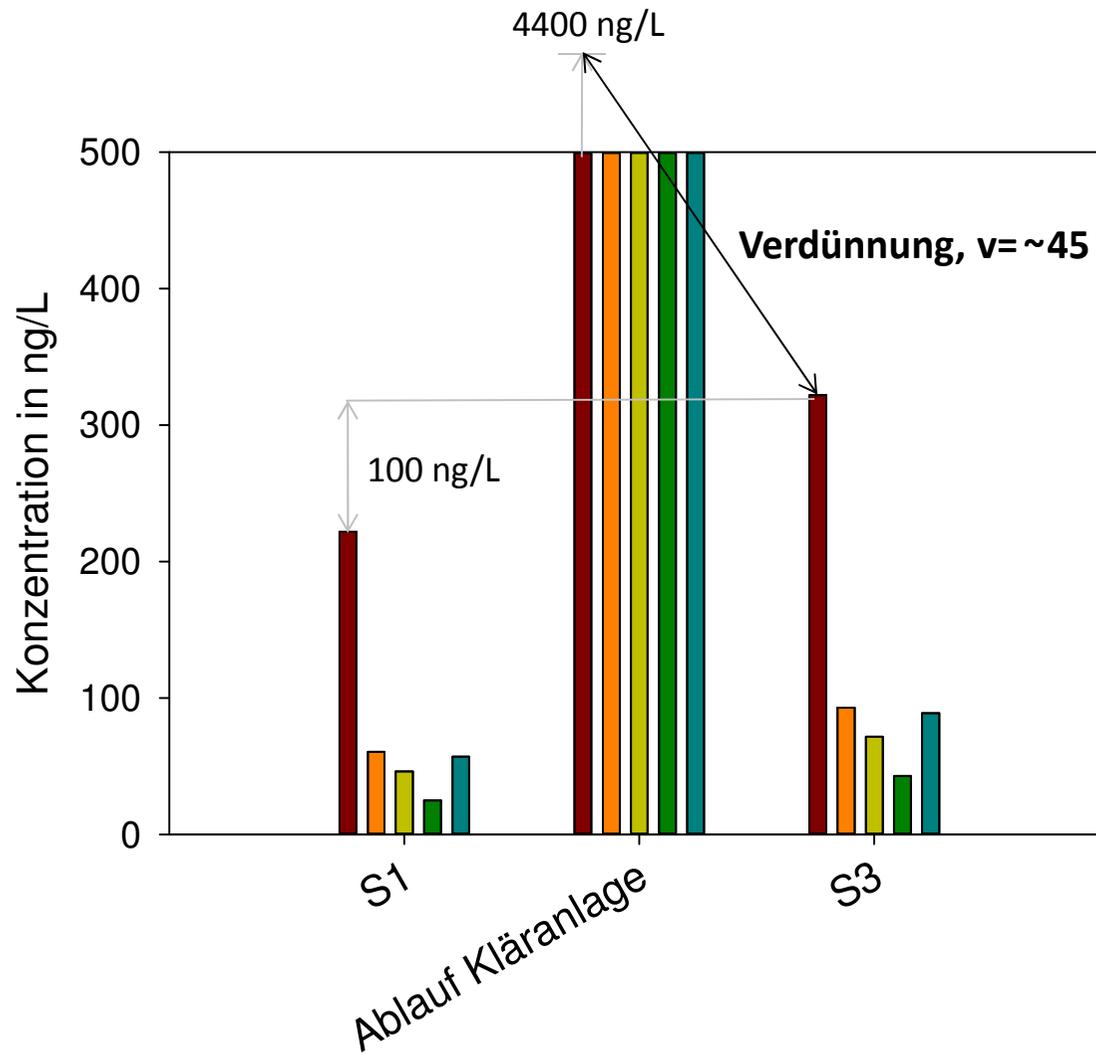
Situation vor Ausbau der KA Langwiese



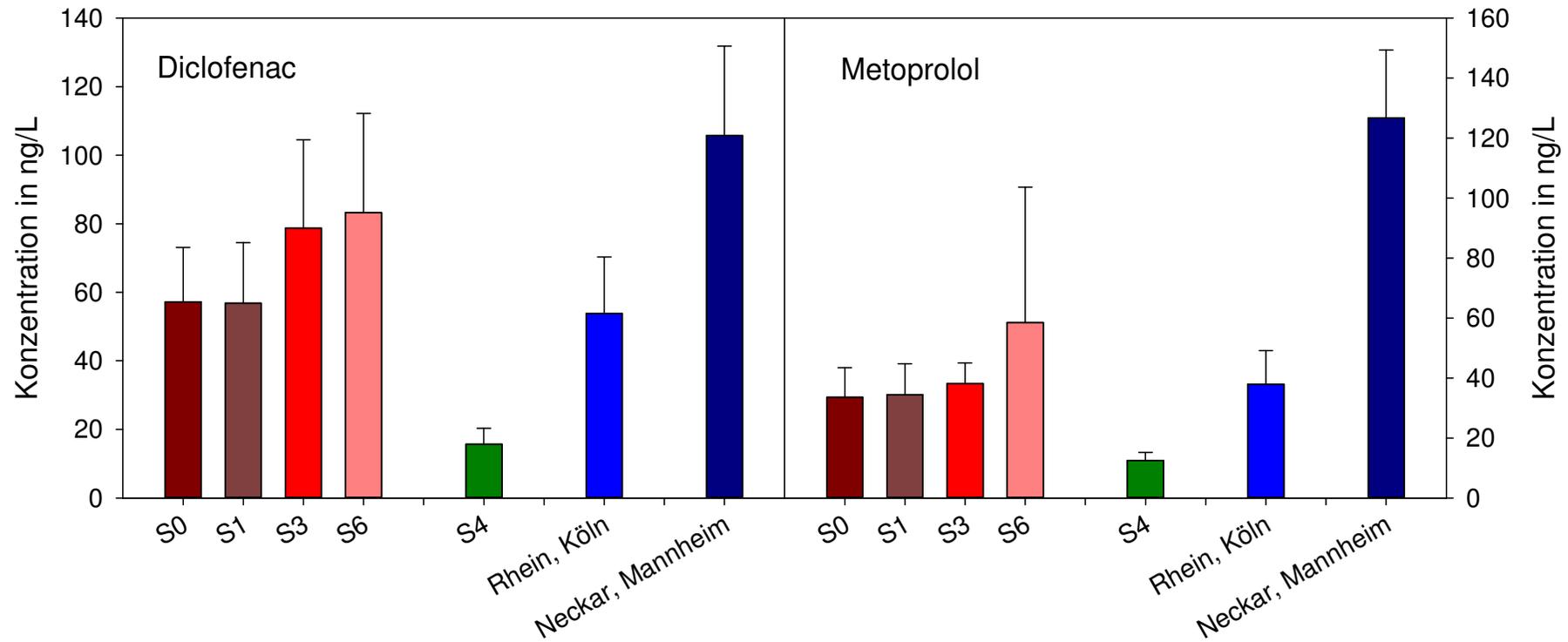
# Einfluss der Abwassereinleitung auf Vorfluter



# Einfluss der Abwassereinleitung auf Fließgewässer

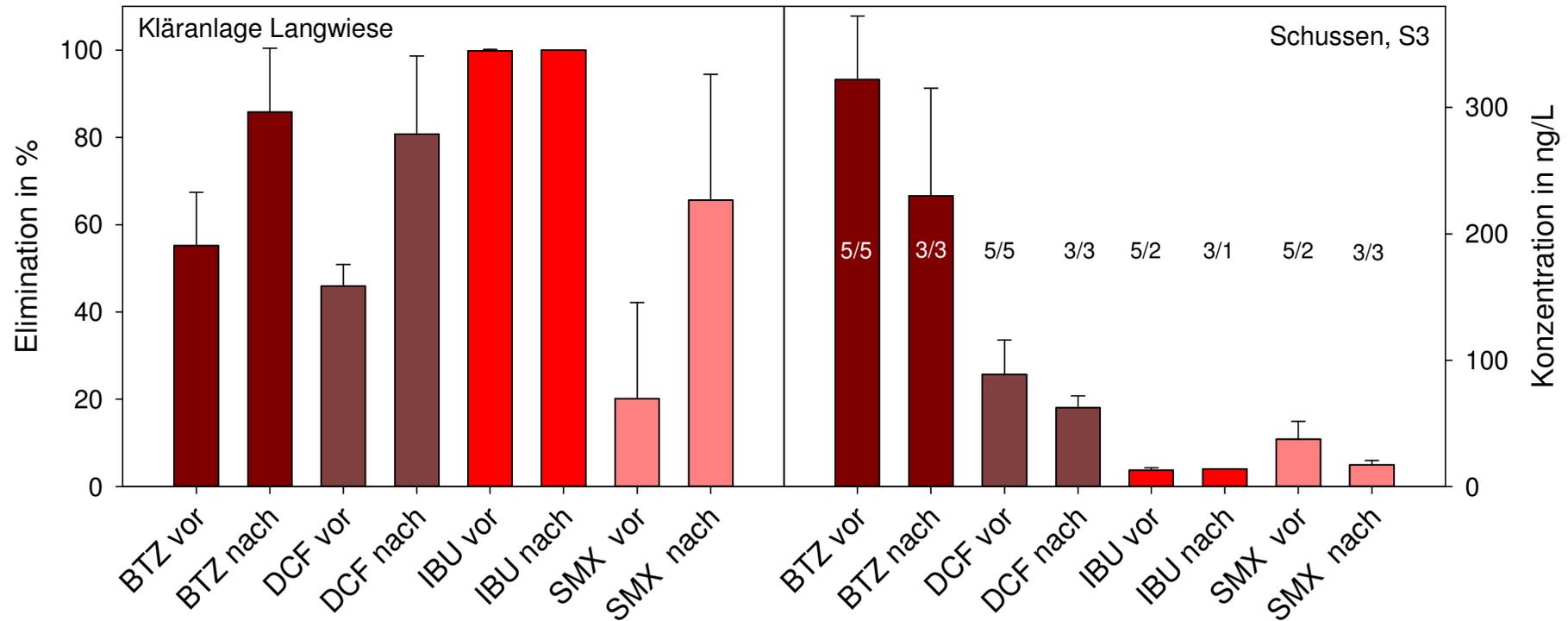


# Spurenstoffe in Schussen, Argen, Rhein und Neckar



Konzentrationsniveau typisch abwasserbürtiger Spurenstoffe in der Schussen ist vergleichbar mit Rhein

# Spurenstoffe vor und nach Ausbau der Kläranlage Langwiese

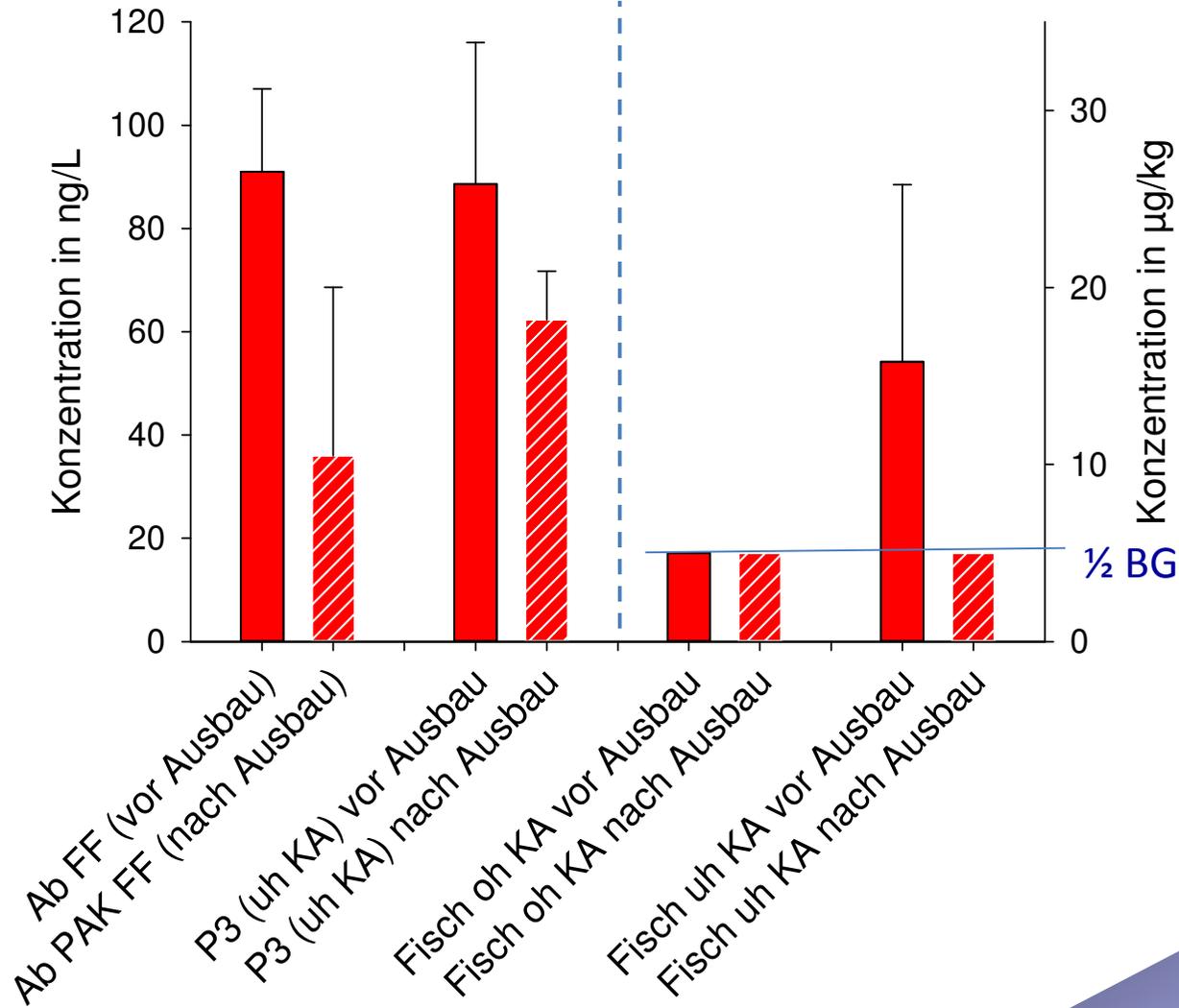


Für die meisten Spurenstoffe reduziertes Konzentrationsniveau nach Ausbau

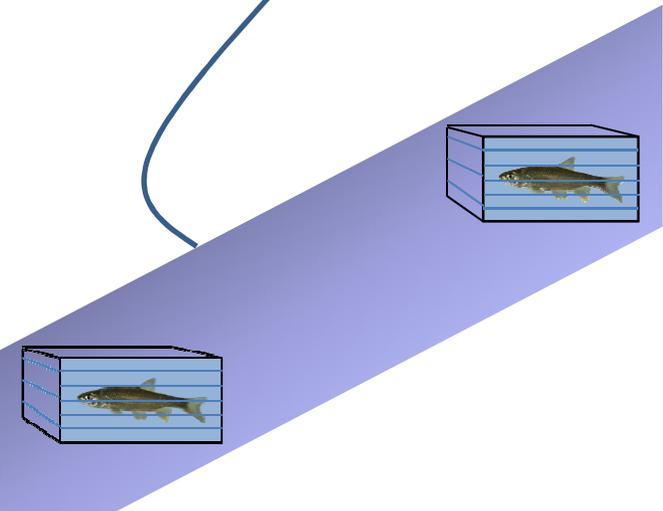
# Spurenstoffe in Fischen



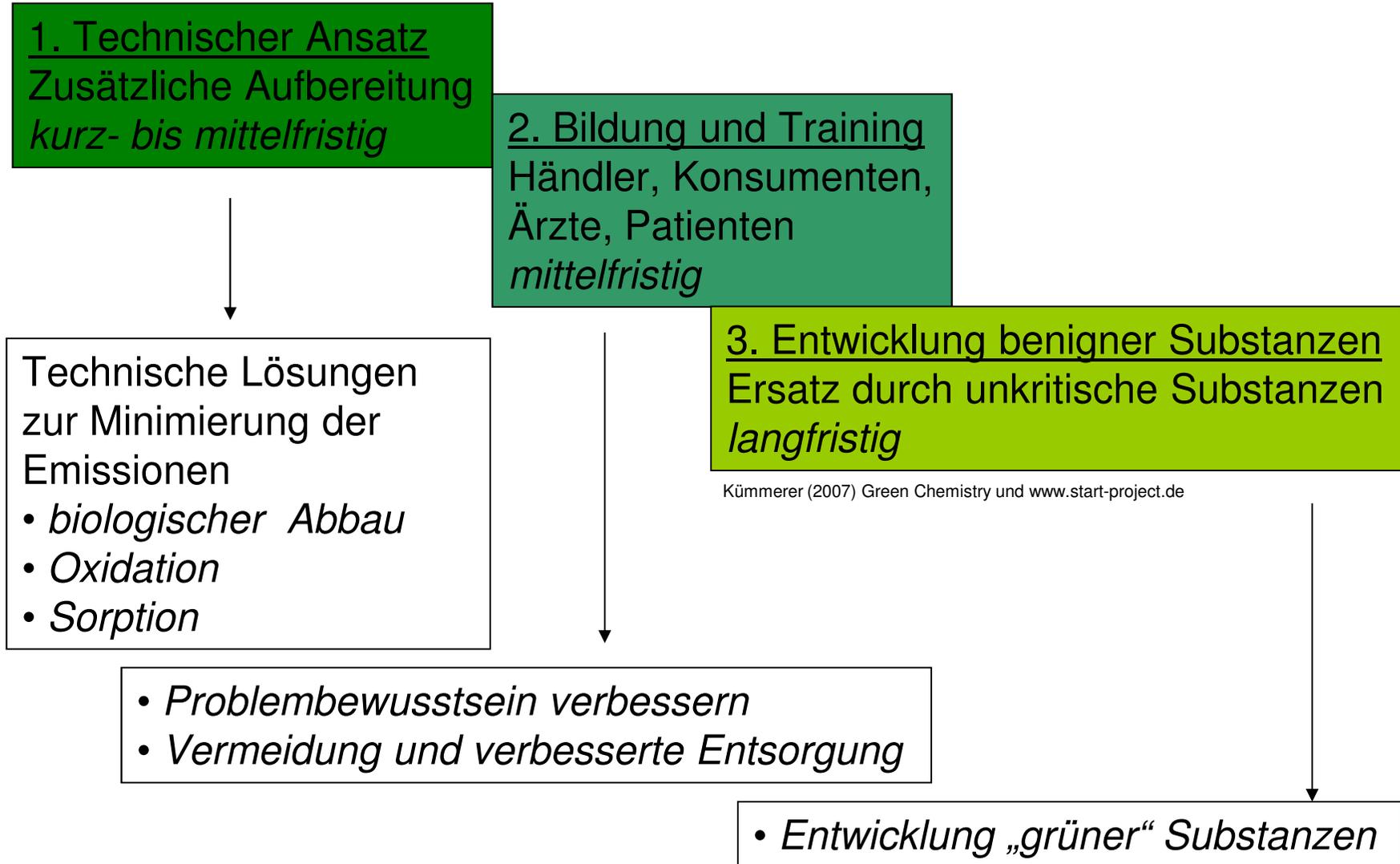
## Diclofenac



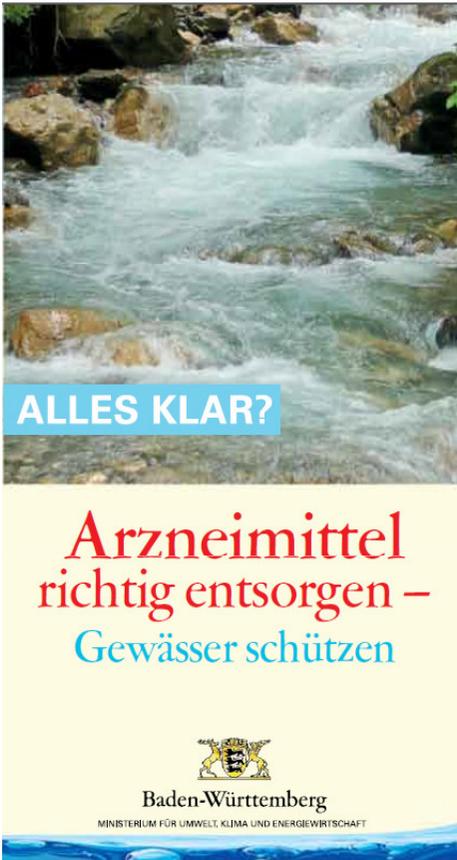
## Kläranlage Langwiese



# Strategien zur Vermeidung des Chemikalieneintrags



# Strategien zur Vermeidung des Chemikalieneintrags



2. Bildung und Training  
Händler, Konsumenten,  
Ärzte, Patienten  
*mittelfristig*

3. Entwicklung benigner Substanzen  
Ersatz durch unkritische Substanzen  
*langfristig*

Kümmerer (2007) Green Chemistry und [www.start-project.de](http://www.start-project.de)

- *Problembewusstsein verbessern*
- *Vermeidung und verbesserte Entsorgung*

- *Entwicklung „grüner“ Substanzen*

## Pressemitteilung

16. Dezember 2014, Nr. 67/2014, AZ 30839

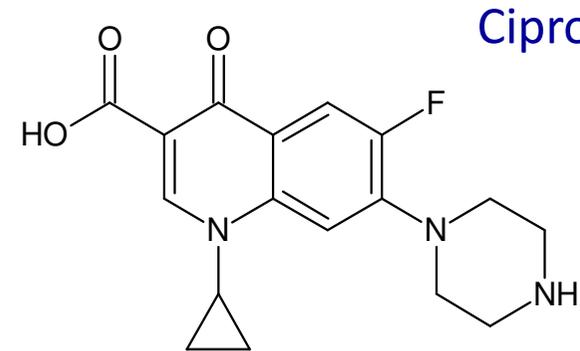
„Weltweiten Eintrag von Medikamentenwirkstoffen in die Umwelt stoppen“

Umweltfreundliche Antibiotika: DBU gibt 460.000 Euro für Forschungsprojekt an Uni Lüneburg

Lüneburg. Weltweit finden sich Rückstände von Medikamentenwirkstoffen in Flüssen, Bächen und Seen. Die Kläranlagen können die vom Menschen wieder ausgeschiedenen, nur schwer abbaubaren Arzneistoffe nicht zurückhalten. „Es ist dringend notwendig,



**Ansprechpartner**  
Franz-Georg Elpers  
- Pressesprecher -  
Marina Stalljohann-Schemme  
Anneliese Grabara



**3. Entwicklung benigner Substanzen  
Ersatz durch unkritische Substanzen  
langfristig**

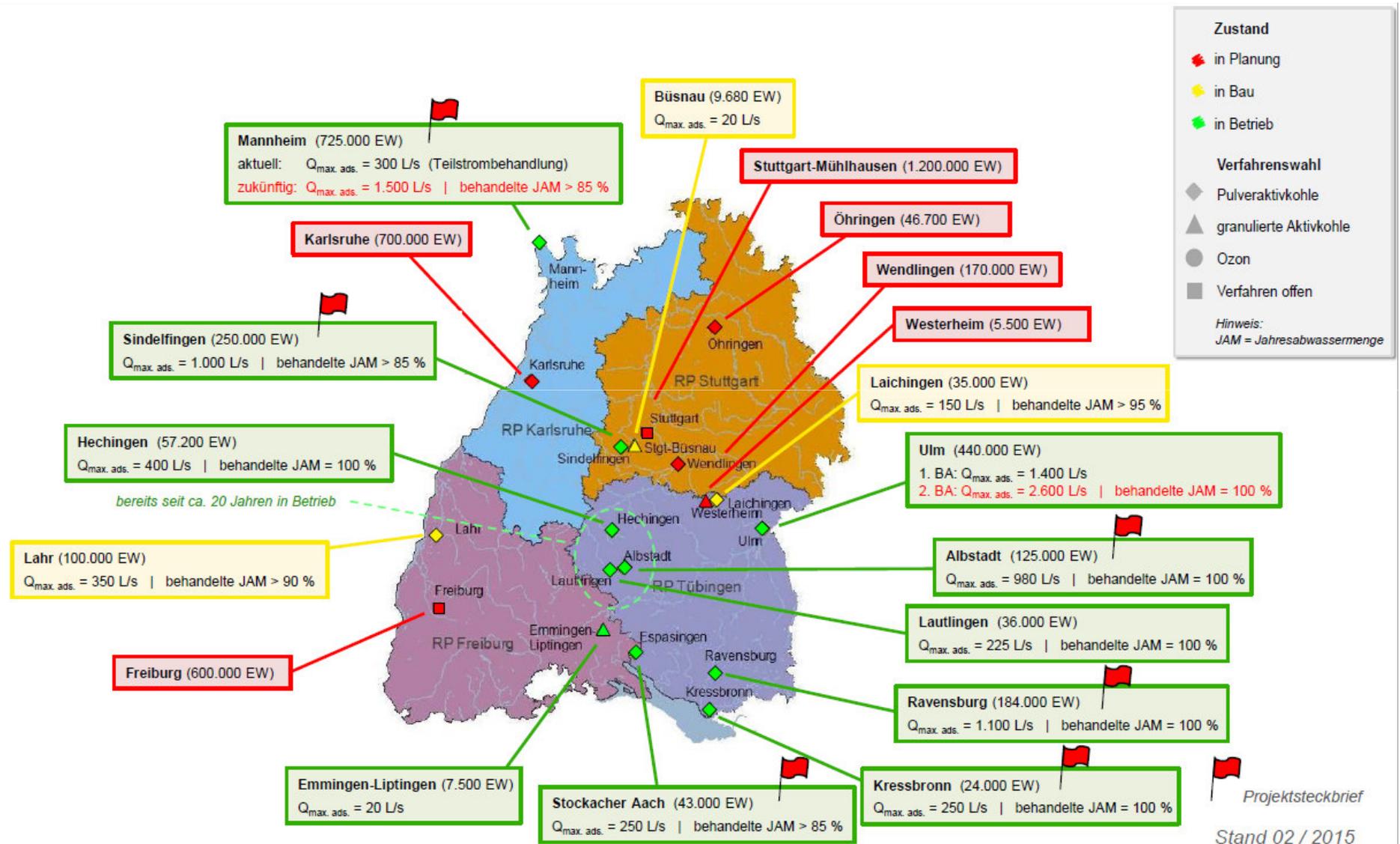
Kümmerer (2007) Green Chemistry und [www.start-project.de](http://www.start-project.de)

• *Entwicklung „grüner“ Substanzen*



Quelle: DBU

# Kläranlagenausbau in Baden-Württemberg





- Die Aufrüstung von Kläranlagen mit einer 4. Reinigungsstufe führt zu einer Reduzierung des Spurenstoffeintrags in Oberflächengewässer.
- Der Einsatz von Ozon und Aktivkohle ist vergleichbar effektiv, gleichzeitig aber substanzabhängig.
- Der Einsatz dieser weiterführenden Aufbereitungstechniken führt nicht zu einem „Null-Eintrag“.
- Retentionsbodenfilter stellen eine sehr gute Möglichkeit zur Behandlung von Überläufen aus Regenüberlaufbecken dar.

# SchussenAktivplus



Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit

