

# Ökotoxikologische und biozönotische Betrachtungen zur Wirkung stofflicher Einträge auf Fließgewässer



Bernd Sures

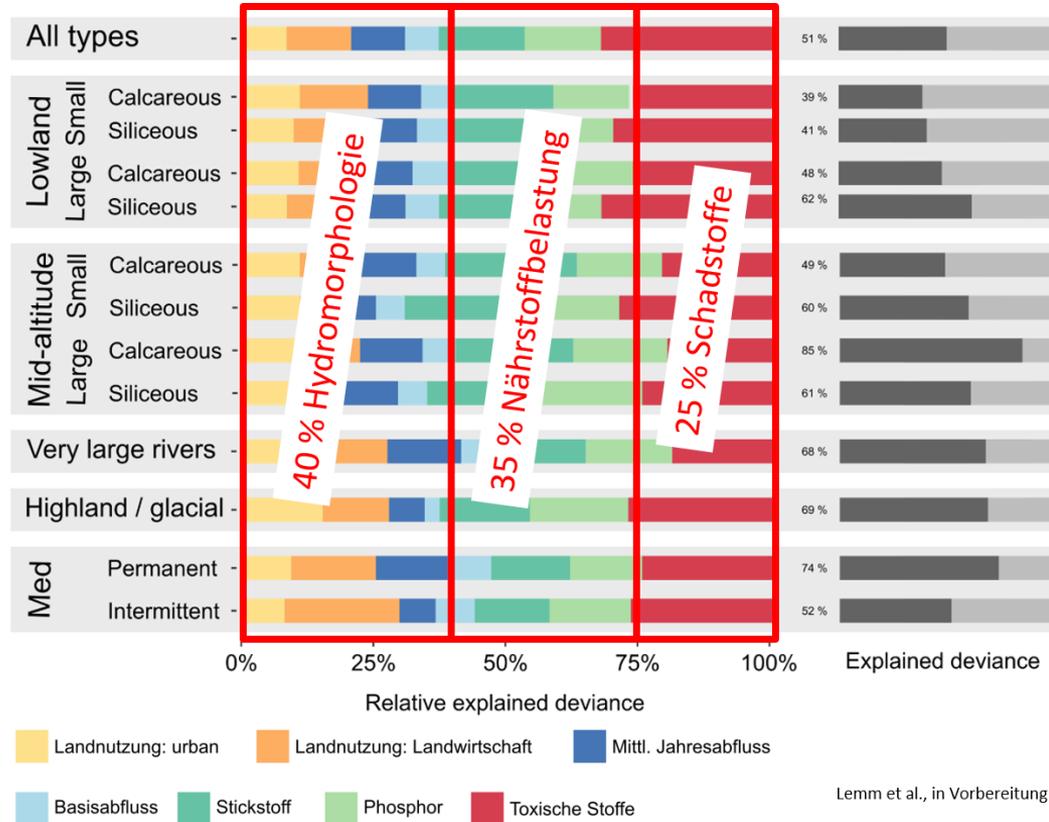
Aquatische Ökologie und Zentrum für  
Wasser- und Umweltforschung

Universität Duisburg-Essen

[bernd.sures@uni-due.de](mailto:bernd.sures@uni-due.de)

+49 201 18-32617

# Bedeutung stofflicher Einträge



Lemm et al., in Vorbereitung

# Prioritäre Stoffe

Als prioritäre Stoffe eingestuft wurden:

1	Alachlor	15	Fluoranthen	28	PAK
2	Anthracen	16	Hexachlorbenzol		Benzo(a)pyren
3	Atrazin	17	Hexachlorbutadien		Benzo(b)fluoranthen
4	Benzol	18	Hexachlorocyclohexan (HCH)		Benzo(k)fluoranthen
5	Bromierte Diphenylether	19	Isoproturon		Benzo(ghi)perylen
6	Cadmium	20	Blei		Ideno(1,2,3-cd)pyren
7	C10-C13-Chloralkane	21	Quecksilber	29	Simazin
8	Chlorfenvinphos	22	Naphthalin	30	Tributylzinnverbindungen
9	Chlorpyrifos	23	Nickel	31	Trichlorbenzol
10	1,2-Dichlorethan	24	Nonylphenole		1,2,3-Trichlorbenzol
11	Dichlormethan	25	Oktylphenole		1,3,5-Trichlorbenzol
12	Di-(2-ethylhexyl)phtalat (DEPH)	26	Pentachlorbenzol		1,2,4-Trichlorbenzol
13	Diuron	27	Pentachlorphenol	32	Trichloromethan (Chloroform)
14	Endosulfan			33	Trifluralin

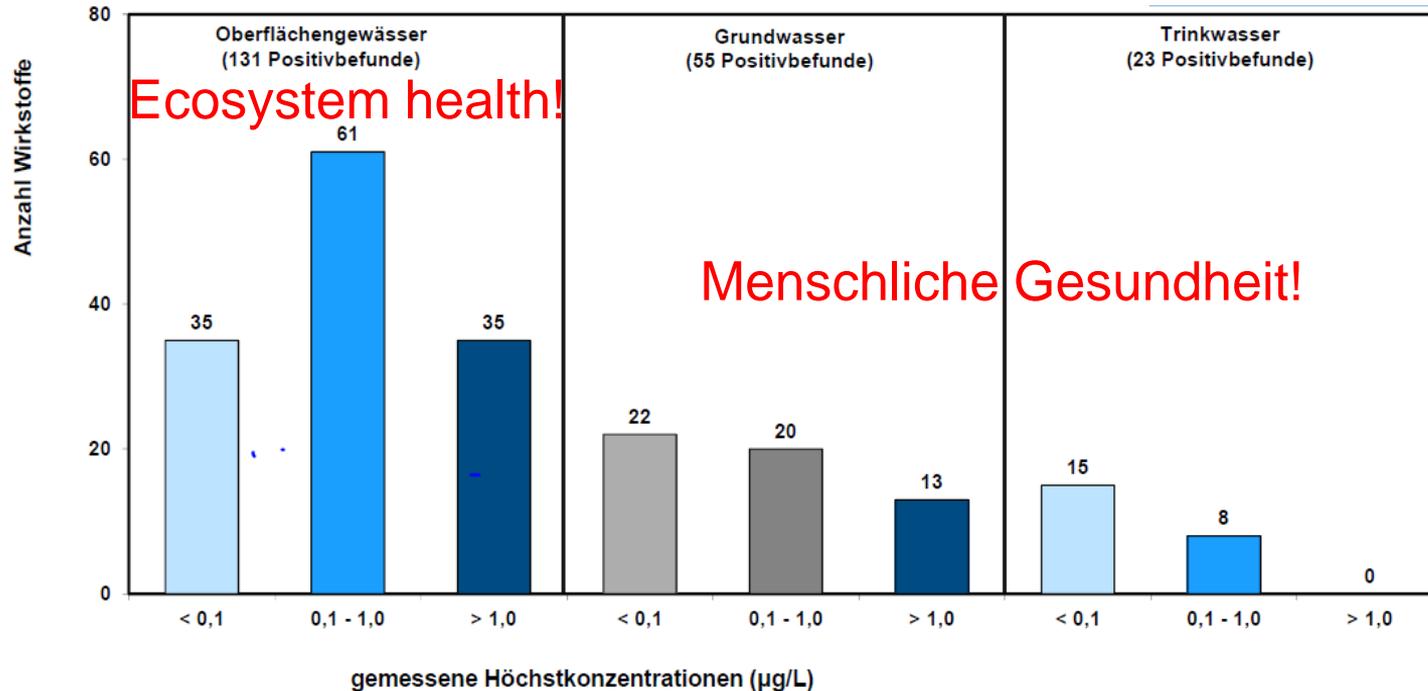
# Spurenstoffe in Gewässern



Quelle: Verband kommunaler Unternehmen

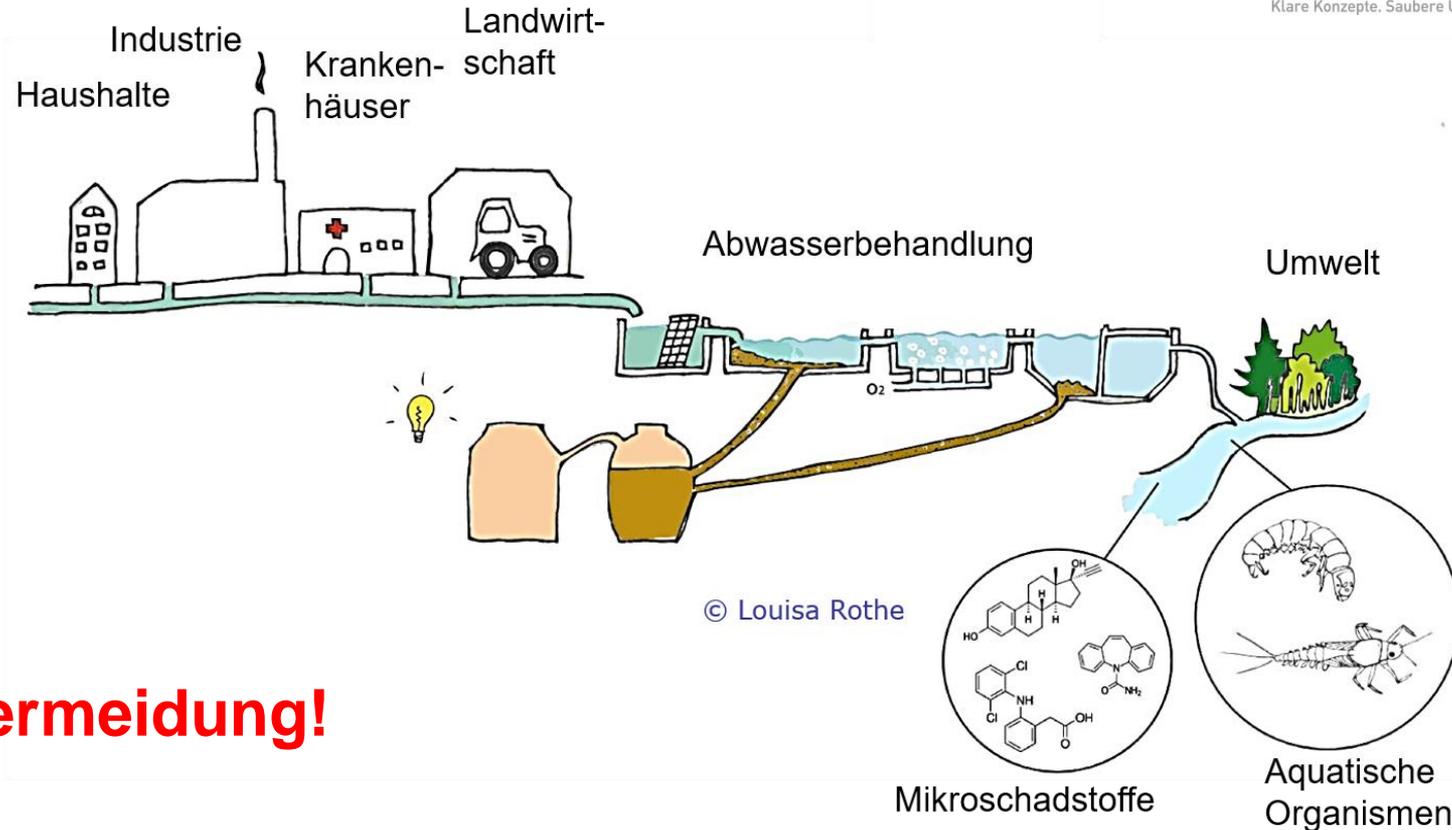
# Spurenstoffe im Wasser

## Bedeutung?



Verändert nach Bergmann et al.,  
Zusammenstellung von  
Monitoringdaten zu  
Umweltkonzentrationen von  
Arzneimitteln. UBA Texte 66/2011

# Weg der Spurenstoffe



→ Vermeidung!

# Spurenstoffelimination

## VERFAHREN ZUR SPURENSTOFFELIMINATION

Derzeit diskutierte und umgesetzte Verfahren zur gezielten Spurenstoffelimination

	Mechanismus	Verfahren	Nachbehandlung	
<p>Als „Standardverfahren“ favorisiert</p>	Oxidativ	Ozonung	Nachbehandlung (biologisch), z.B. mittels <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sandfiltration</li> <li>• Wirbelbett</li> <li>• Festbett</li> <li>• ...</li> </ul>	
		AOP		
<p>Mittlerweile auch „Standard“?</p>	Adsorptiv	Pulverisierte Aktivkohle	Abtrennung der PAK (physikalisch), z.B. mittels <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiefenfiltration (Flockungsfiltration, kontinuierlich gespülter Filter, kompressible synthetische Kollektoren, ...)</li> <li>• Flächenfiltration (Membran-, Tuchfiltration, Mikrosiebung,...)</li> </ul>	
		Granulierte Aktivkohle		Regeneration extern durchgeführt
		Sonstige Adsorbentien		Regeneration (z.B. oxidativ)
<p>Kommen derzeit nicht in Betracht</p>	Physikalisch	Nano-filtration Umkehrosmose	Zentratbehandlung	

Entnommen aus einem Vortrag von Dr. Nafo: Möglichkeiten zur Eintragsminderung und -vermeidung von Spurenstoffen im Wasserkreislauf. Future Water, UDE, 19.12.2020

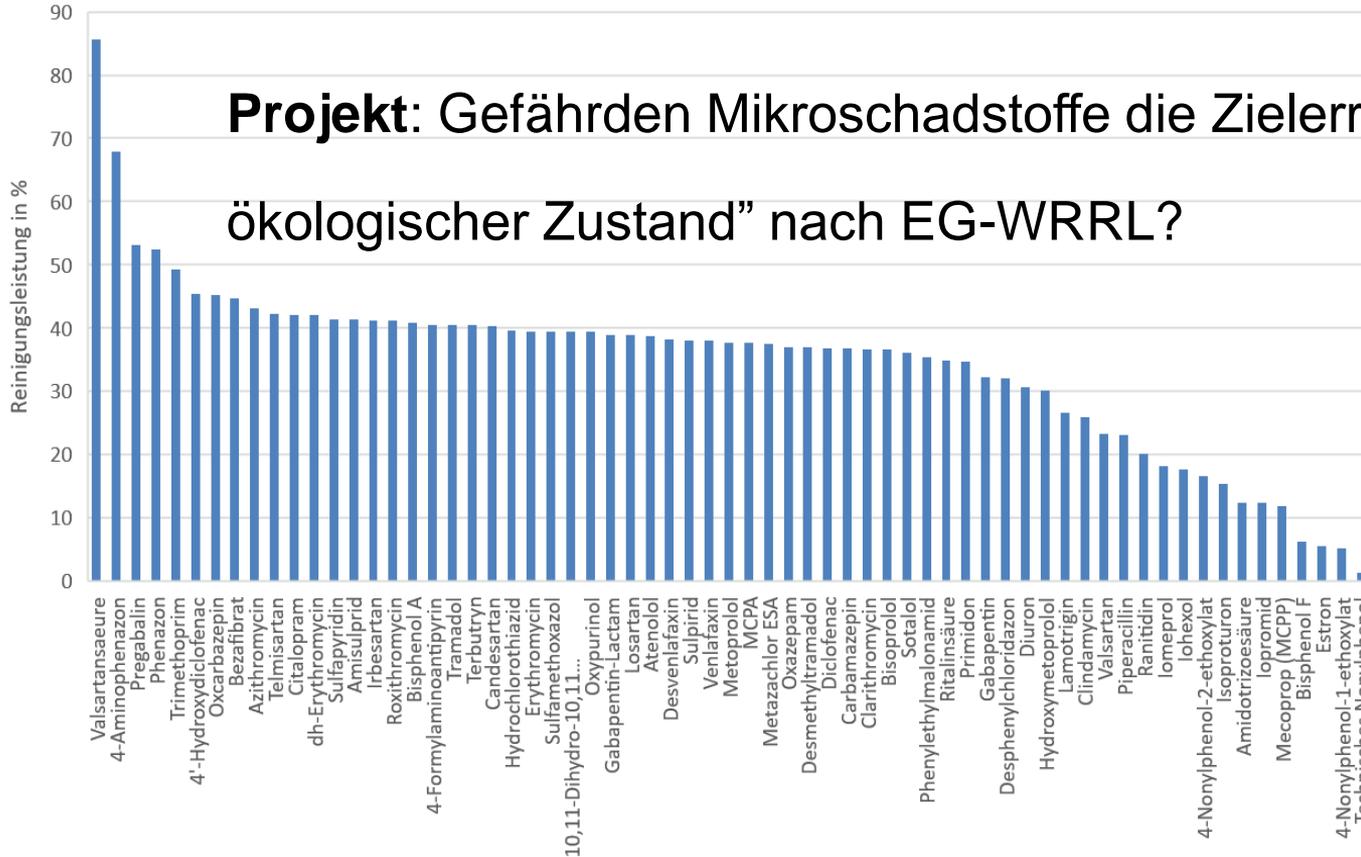
Quelle: Kompetenzzentrum Mikroschadstoffe NRW, 09/2016

# Spurenstoffelimination mit Ozon



Klare Konzepte. Saubere Umwelt.

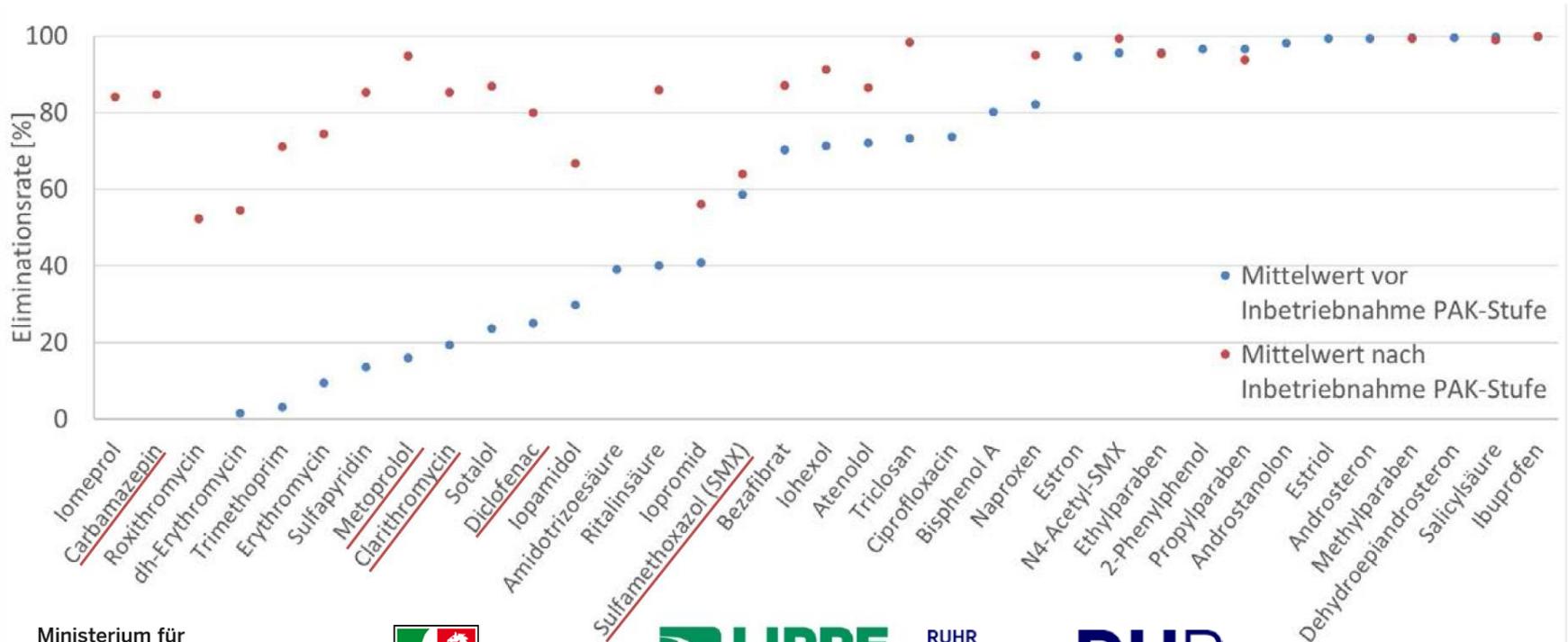
**Projekt:** Gefährden Mikroschadstoffe die Zielerreichung “guter ökologischer Zustand” nach EG-WRRL?



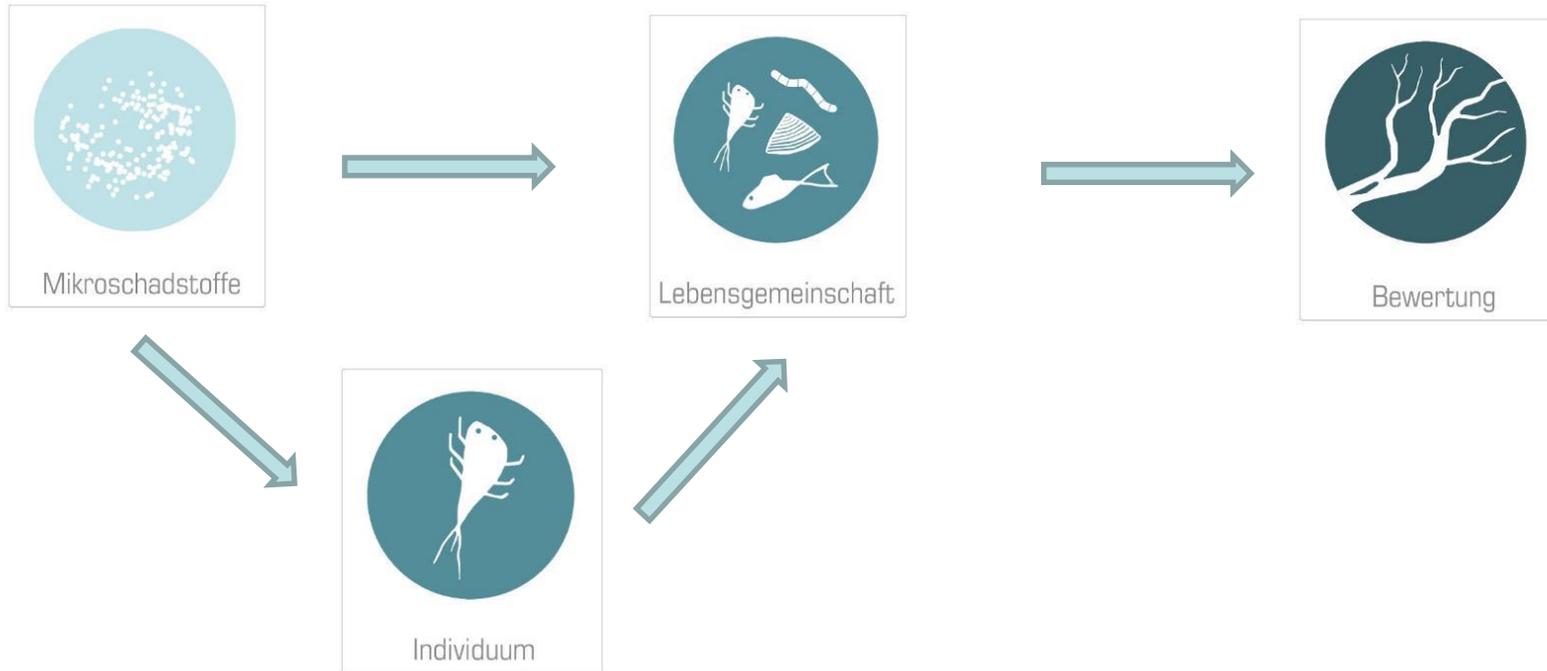
Deutsche Bundesstiftung Umwelt



# Spurenstoffelimination mit PAK

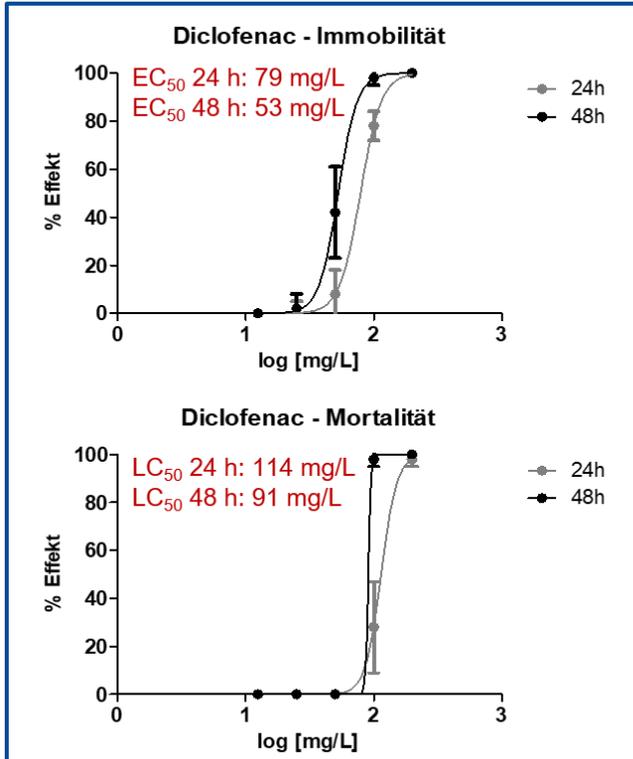


# Ökologische Relevanz der Spurenstoffe

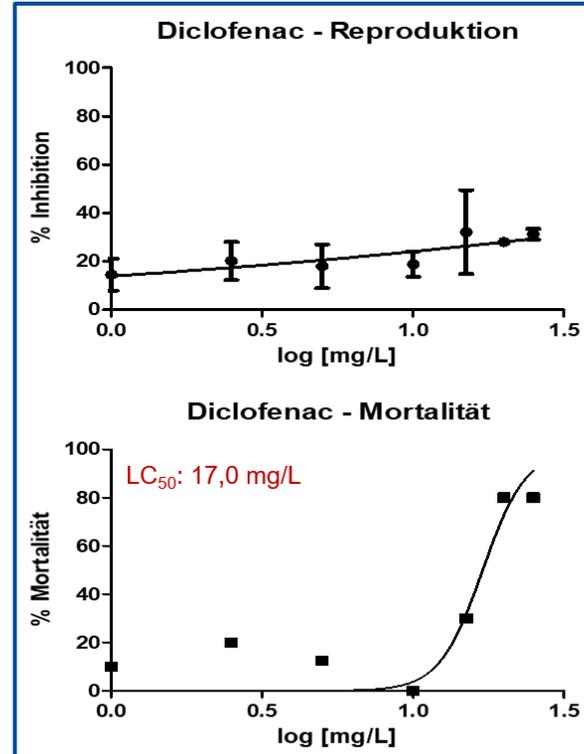


# Standardtoxizitätstest

Immobilisationstests mit *Daphnia magna* nach OECD 202



Chronische Tests mit *Daphnia magna* nach OECD 211



Woermann, M., Sures, B. (2020) Ecotoxicological effects of micropollutant-loaded powdered activated carbon emitted from wastewater treatment plants on *Daphnia magna*. *Science of the Total Environment* **746**, 141104, doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141104.

# Effekte auf Individuen

## Ableitung von Wirkschwellen

**PNEC** (predicted no effect concentration) Nulleffektkonzentration von Substanzen

**EQS** (environmental quality standard) Umweltqualitätsnormen für Gewässer

Vergleichbare Ableitung von PNEC und EQS

Ökotoxikologische Effektdaten aus Tests:

EC<sub>x</sub> oder NOEC mit Sicherheitsfaktoren zwischen 10 bis 1000

# Wirkschwellen von Spurenstoffen

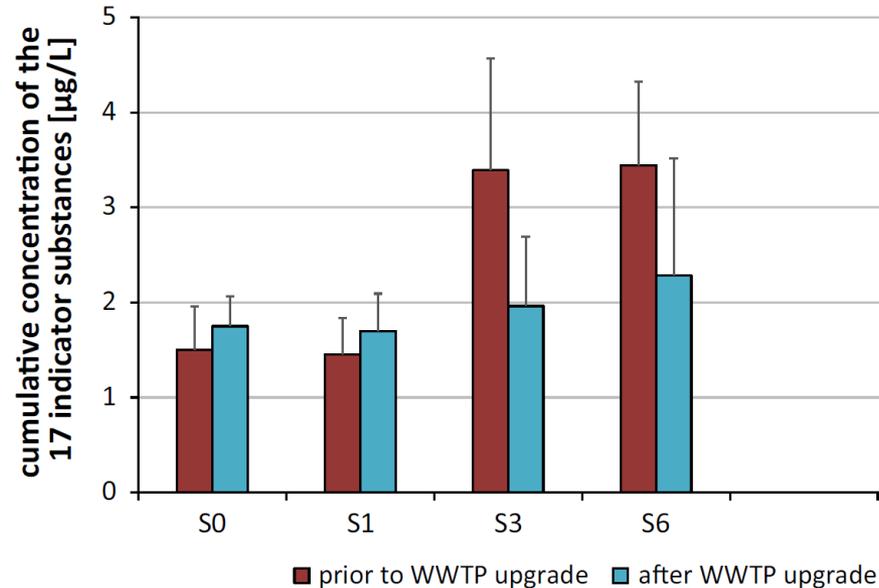
## PNEC und EQS für Arzneistoffe

Substanz	PNEC bzw. EQS [µg/L]	90-Perzentil in KA- Abläufen [µg/L]*
Ethinylestradiol	0,00003	n.d. – 0,002
Diclofenac	0,1	0,96 – 4,0
Carbamazepin	0,5	0,94 – 1,6
Atenolol	33,4	0,43 – 0,99
Metoprolol	7,9	1,1 – 1,6
Bisoprolol	0,7	0,11 – 0,26
Sotalol	0,7	1,2 – 2,0
Propranolol	0,7	n.d.
Ibuprofen	7,1	n.d. – 0,41
Clofibrinsäure	0,1	n.d. – 0,14

\* Daten für 3 deutsche KA (Schwätter et al. 2007 Water Sci. Technol. 56, 9-13)

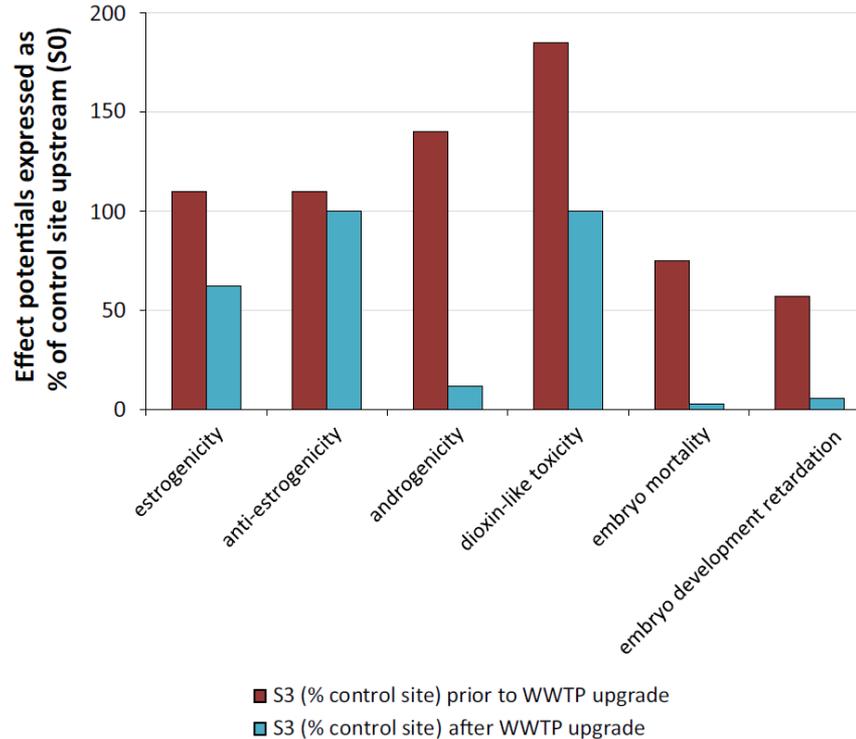
Entnommen aus einem Vortrag von Prof. Oehlmann: Ökotoxikologische Bedeutung von Arzneistoffen

# Spurenstoffe in Gewässern



Schussen: Samples were collected upstream (S0, S1) and downstream (S3, S6) of the WWTP Langwiese prior to (red) and after (blue) the WWTP upgrade. **Triebskorn et al. (2019) Environ Sci Eur 31, 85**

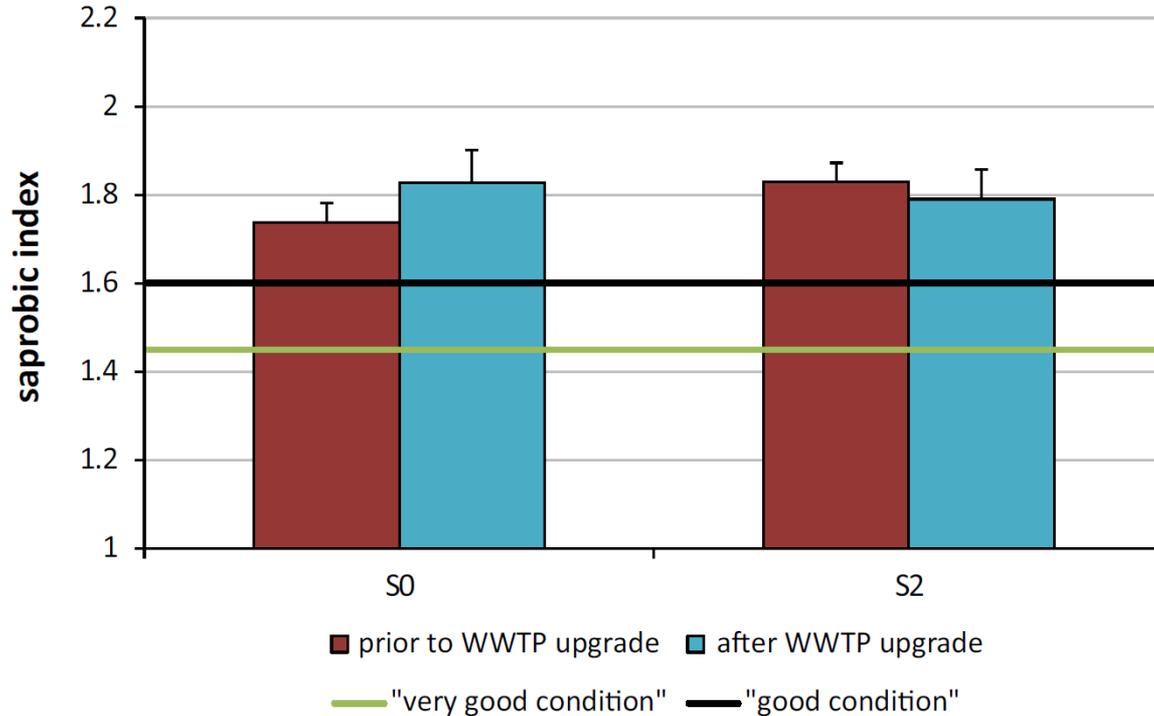
# Spurenstoffe in Gewässern



Effect potentials in surface water samples of site S3 (downstream of WWTP Langwiese). The results are given in % relative to those found in samples of the reference site S0.

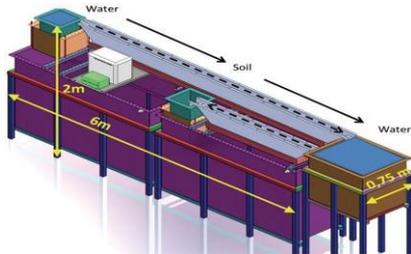
**Tribskorn et al. (2019) Environ Sci Eur 31, 85**

# Spurenstoffe in Gewässern



Saprobic index at two sites in the Schussen River before and after the WWTP upgrade. S0: reference site upstream of the effluent; S2: directly downstream of the effluent. Classification thresholds for "very good condition" (green line) and "good condition" (black line) according to the Water Framework Directive (stream type 3.2).  
**Triebskorn et al. (2019) Environ Sci Eur 31, 85**

# Lab to field dilemma



Jens Boenigk



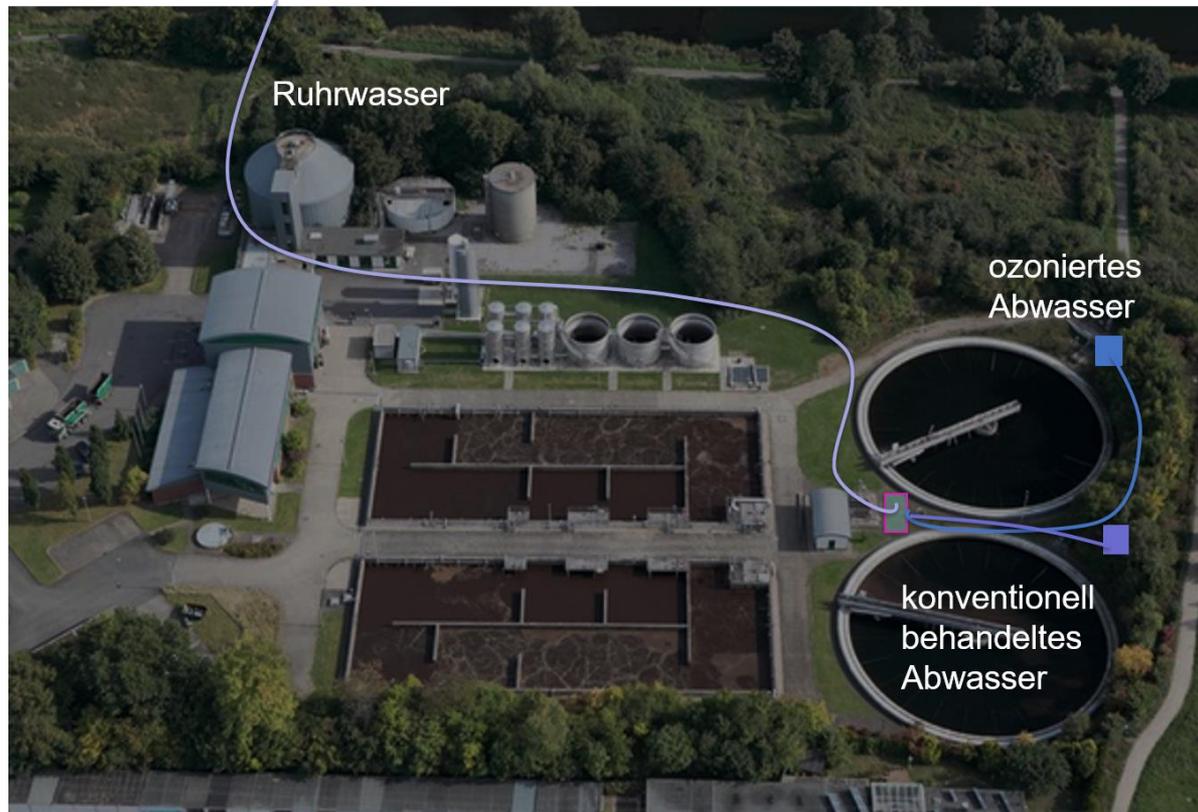
## Gefährden Mikroschadstoffe die Zielerreichung “guter ökologischer Zustand” nach EG-WRRL?



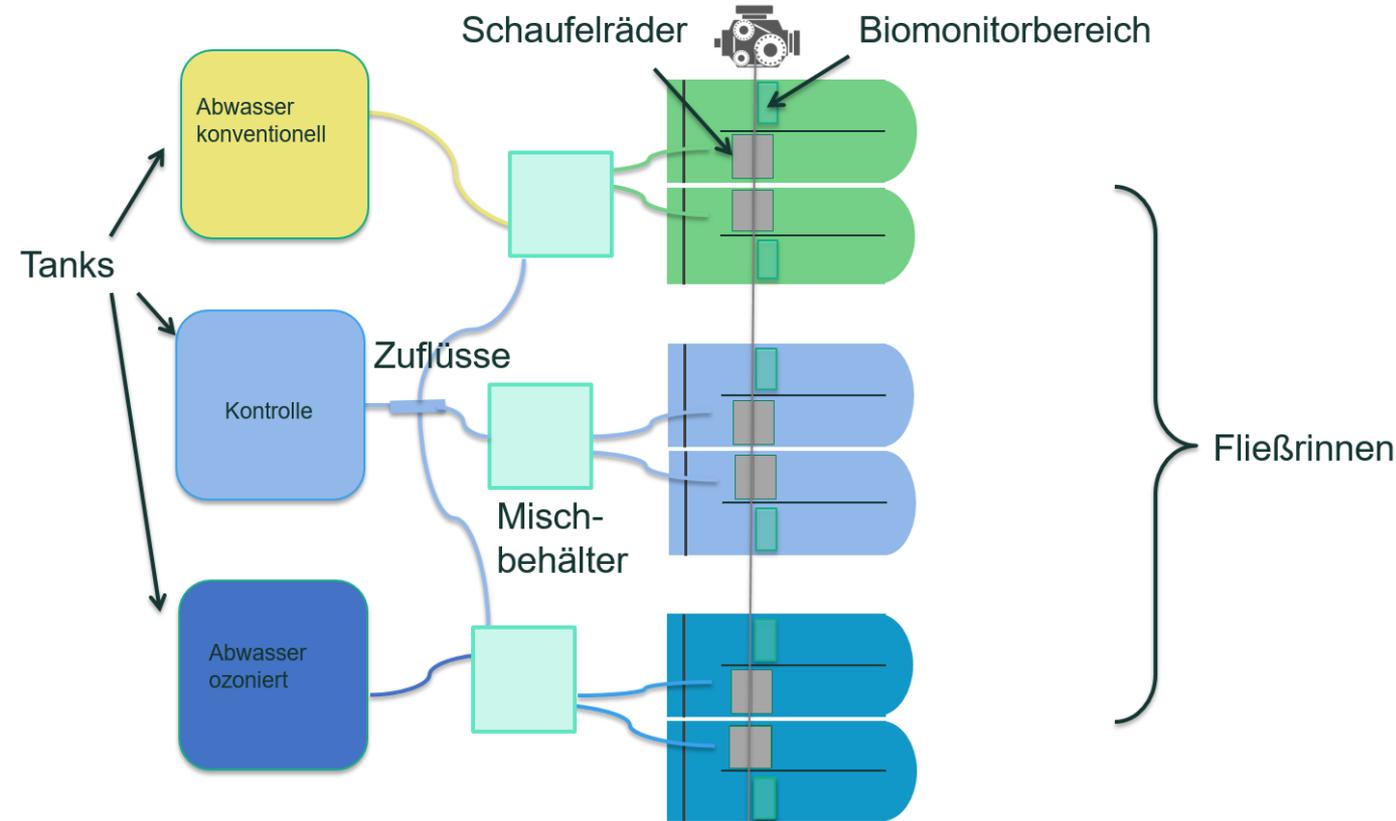
# Spurenstoffe in Gewässern



# Spurenstoffe in Gewässern



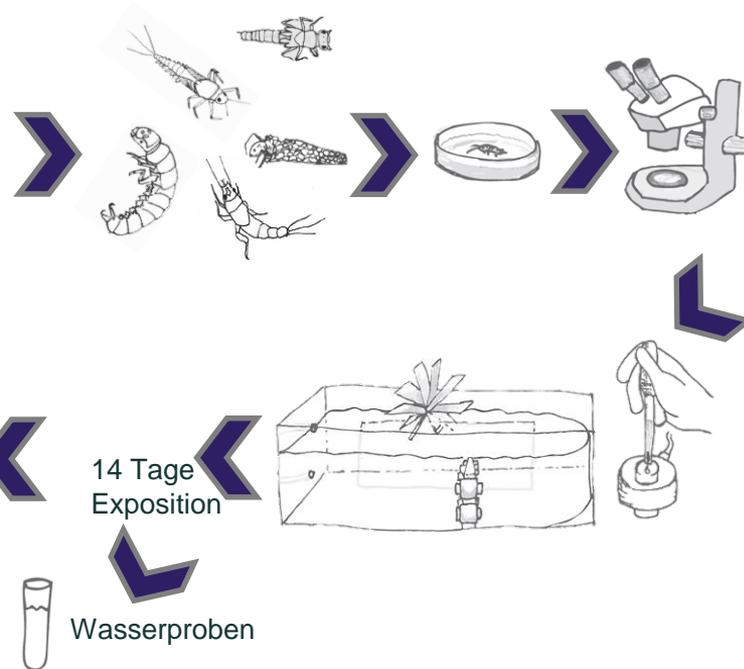
# Versuchsaufbau



# Versuchsaufbau



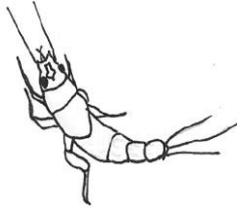
# Projektlauf



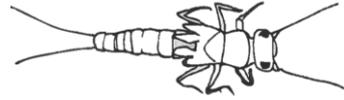
# Effektebenen



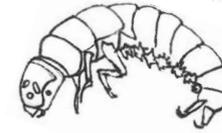
# Mortalität



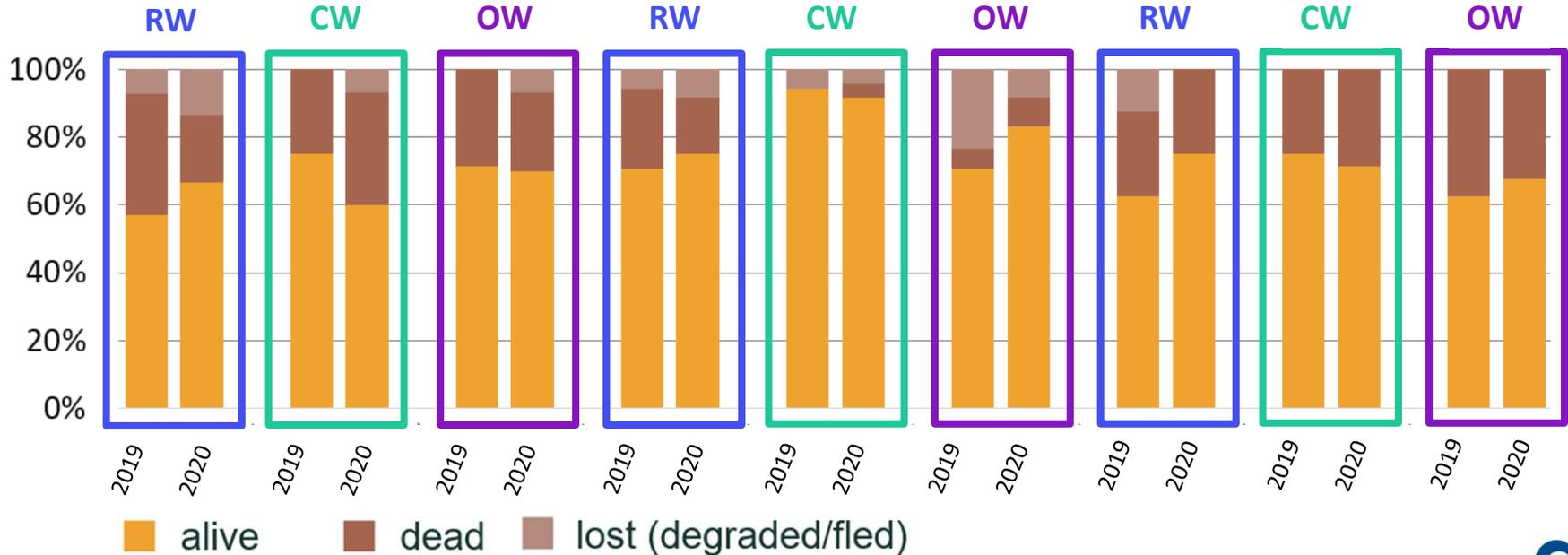
*Ephemera danica*



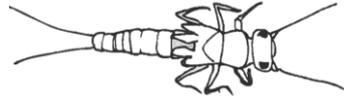
*Leuctra geniculata*



*Hydropsyche incognita*

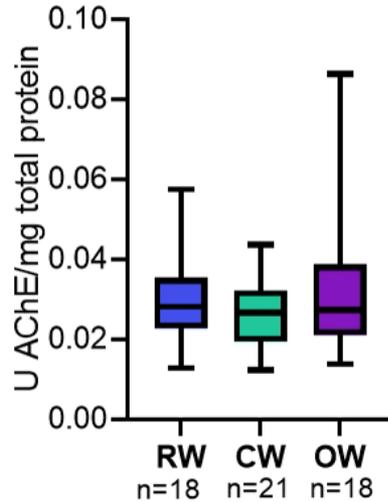


# Biomarker

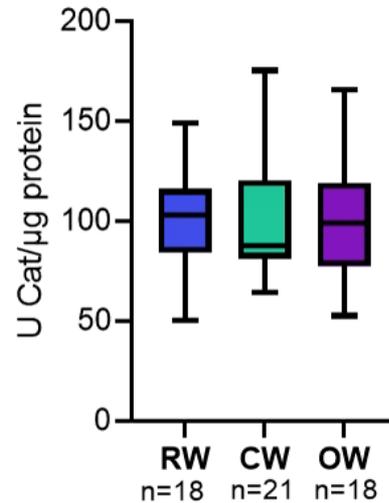


*Leuctra geniculata*

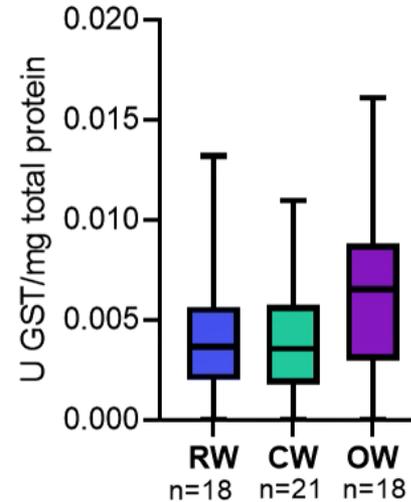
**A** Acetylcholin-Esterase



**B** Catalase

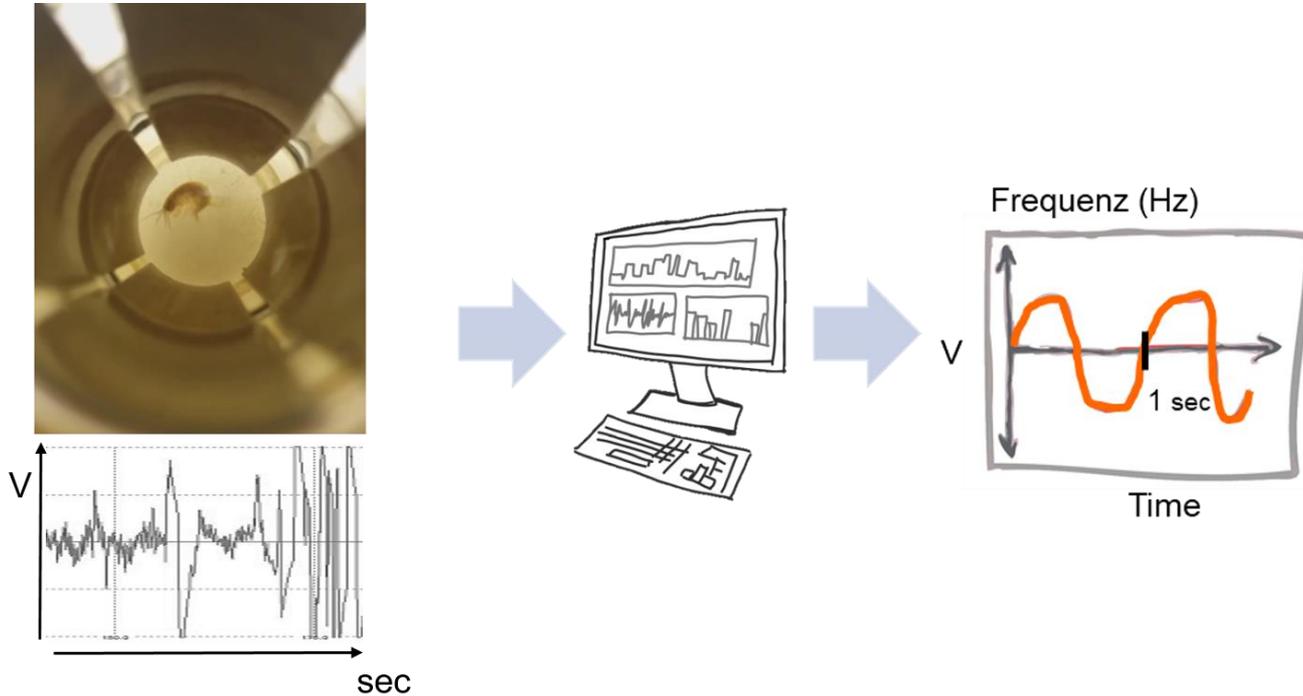


**C** GST

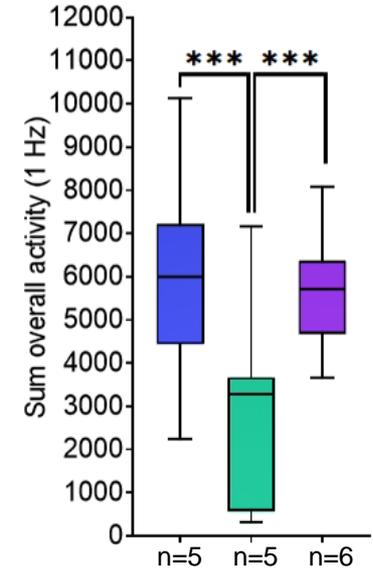
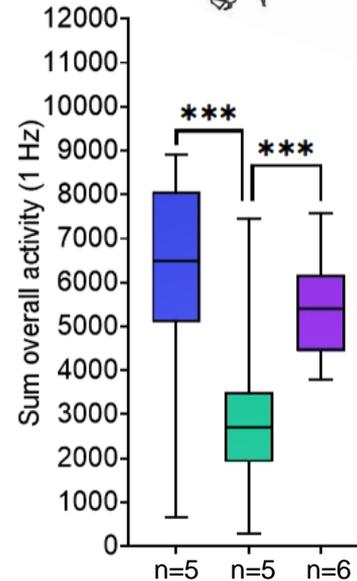
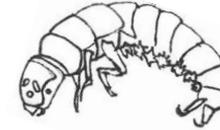
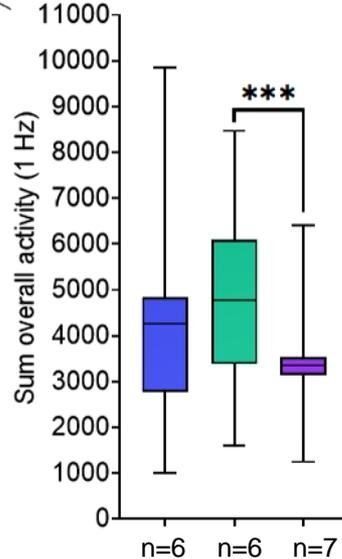
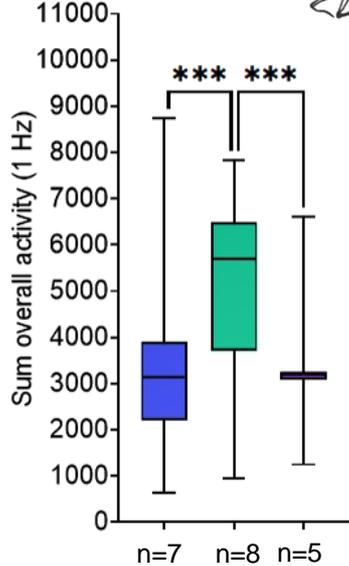


# Aktivität / Bewegungsmuster

Analyse der Gesamtaktivität, gemessen in 1Hz



# Aktivität / Bewegungsmuster



# Spurenstoffe in Gewässern

## Ephemeroptera



*Baetis vernus,*  
*Ephemera danica*

## Plecoptera



*Leuctra geniculata*

## Trichoptera



*Hydropsyche incognita, Rhyacophila*  
*sensu stricto, Athripsodes cinereus*

## PERLODES/ ASTERICS



Abnahme



Faunaindex

% EPT-Taxa

# EPTCBO-Taxa

# EPT-Taxa

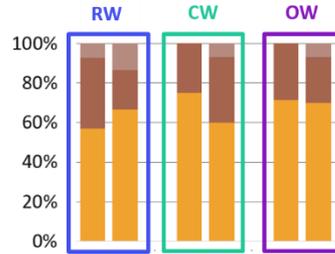
# Trichoptera-Taxa

% Rhithral-Besiedler

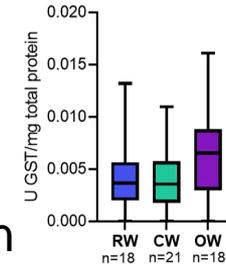
Rheoindex

# Wirkung der Spurenstoffe

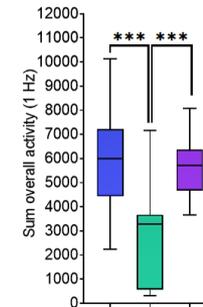
Kaum Mortalität



Biomarkerreaktionen stark durch individuelle Reaktionsnormen beeinflusst



Verhaltensmuster zeigen oft signifikante Unterschiede



# Spurenstoffe in Gewässern

**Vermeidung** des Eintrages von Spurenstoffen

**PNEC** und **EQS** Daten sowie **Effekt-basiertes Monitoring** als Grundlage zur Beurteilung ökotoxikologischer Wirkungen

Mangelndes Verständnis zu **Mischtoxizitäten**

Geringe Kenntnis zu **ökosystemarer Wirkung** von Spurenstoffen

# Spurenstoffe in Gewässern



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!



Ministerium für  
Kultur und Wissenschaft  
des Landes Nordrhein-Westfalen



# Aktivität / Bewegungsmuster

