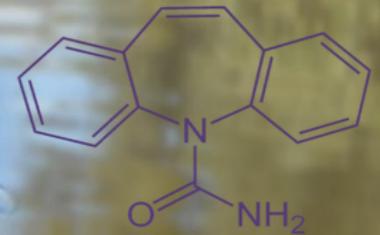
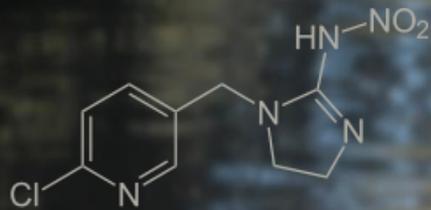
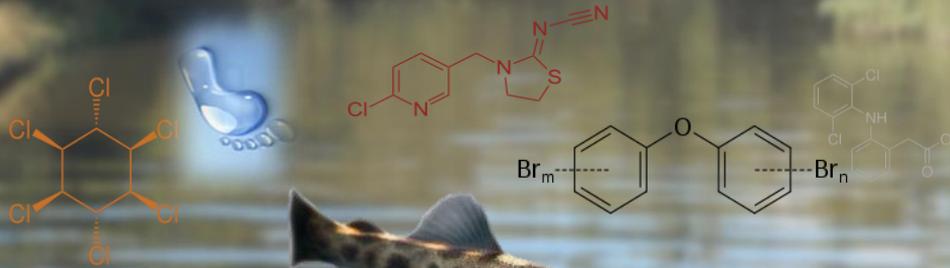


Spurenstoffe in Gewässern und die Spuren, die sie in Organismen hinterlassen



Rita Triebkorn, Prof. Dr.

Universität Tübingen, Physiologische Ökologie der Tiere

Auf der Morgenstelle 5, 72076 Tübingen

Kontakt: rita.triebhorn@uni-tuebingen.de

LNV Zukunftsforum Naturschutz, 26.11.2016, Stuttgart



Spurenstoffe.....

= Mikroschadstoffe, Mikroverunreinigungen

Organische Stoffe, die in Konzentrationen von $< 100\mu\text{g/L}$ in Wasserproben vorkommen

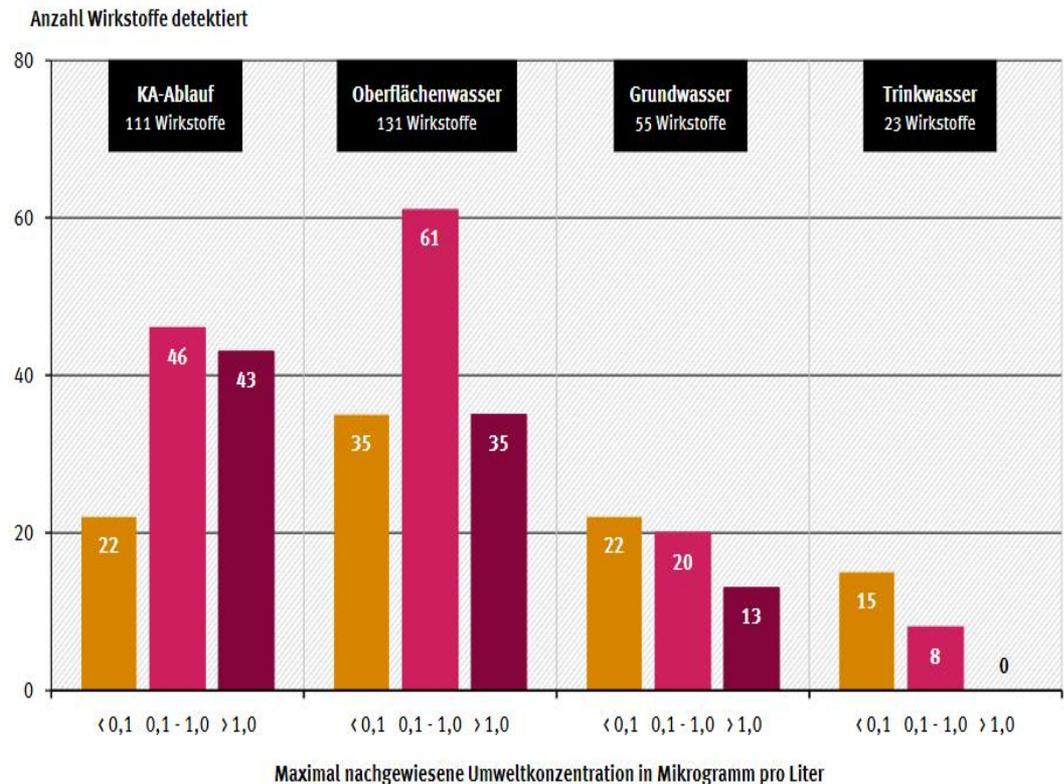
„In wässrigen Medien kann man etwa 5000 Stoffe analysieren, gefunden werden hiervon etwa 50% ... Wenn man nur empfindlich genug misst, kann jede Chemikalie, die irgendwo produziert oder eingesetzt wird, in der Umwelt gefunden werden“ (Frank Sacher, TZW Karlsruhe).

Ca. 150 Arzneimittel- Wirkstoffe nachgewiesen

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/arzneimittel>

Anzahl der gemessenen Arzneimittelwirkstoffe in Kläranlagenabläufen, Oberflächen-, Grund- und Trinkwasser

Dargestellt nach Konzentrationsklassen der maximal gemessenen Konzentration

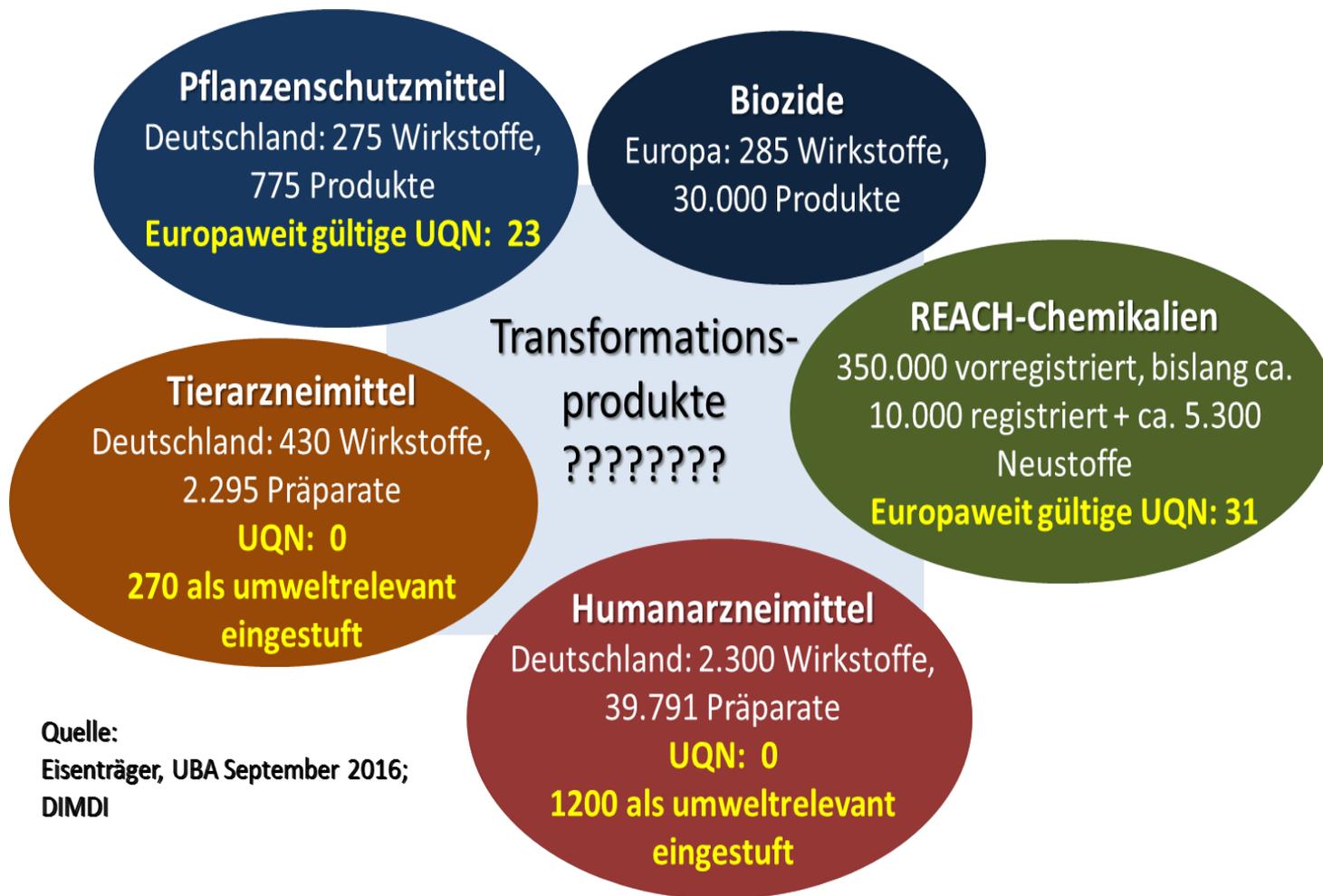


Spurenstoffe.....

= Mikroschadstoffe, Mikroverunreinigungen

1	2	4,3	5	2,4	8	4
ORGANIC AND INORGANIC SUBSTANCES TO DATE						

Stand: 25. November 2016



Quelle:
Eisenträger, UBA September 2016;
DIMDI

Spuren von Spurenstoffen

Table 2 | Available data for some parameters from the Danish EPA study on AQUIRE and RTECS for over 100 000 listed substances (as percentages) [8]

Acute toxicity	13.4 %
Toxic to reproduction	2.5 %
Mutagenicity	3.9 %
Carcinogenicity	1.8 %
Danger to the aquatic environment	3.5 %

AQUIRE = AQUatic Toxicity Information Retrieval, United States Environmental Protection Agency.

RTECS: Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, The National Institute of Occupational Safety and Health, Washington, DC.

Wirkungen von 100.000 gelisteten Chemikalien

Binetti et al. 2008, Ann Ist Super Sanita 44:13



Spuren von Einzelstoffen

Neurotoxizität



Pflanzenschutzmittel (Carbamate, Organophosphate): Wirkmechanismus, z.B. Cholinesterasehemmung

Biozide: (z.B. Tributylzinnverbindungen; z.B. **TBTO**) Nebenwirkung

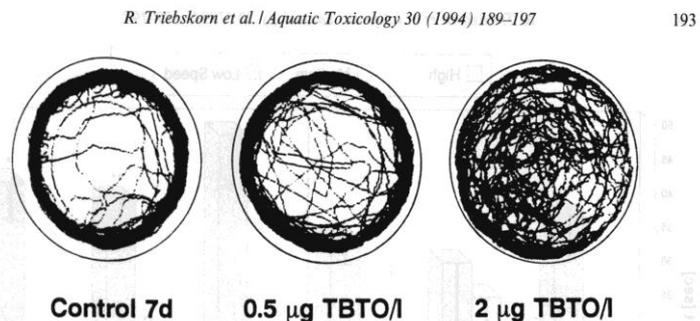
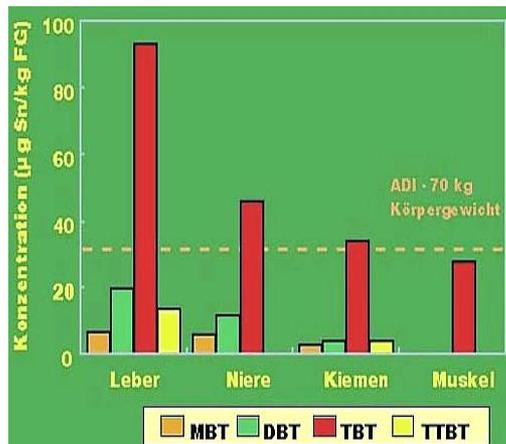
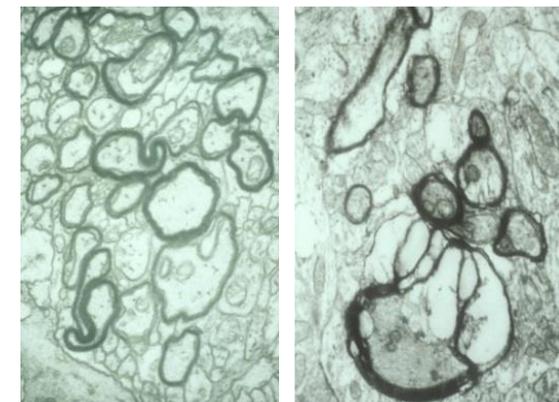


Fig. 2. Swimming tracks (per 5 min measuring time) recorded in the miniaquaria for control fish or animals treated with 0.5 µg/l or 2 µg/l TBTO.



Bioakkumulation

in Fischen, v.a. in Leber
<http://www.galab.de/laboratories/services/environment/tbt.html>

Gestörtes Schwimmverhalten

→ Orientierungsloses, hektisches Schwimmen

Zerstörung von Nervengewebe

→ Auflösung von Myelinscheiden

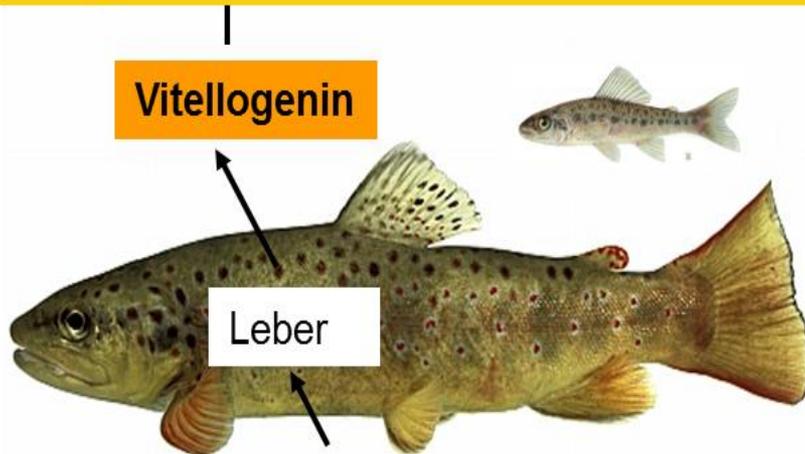
Spuren von Einzelstoffen

Hormonelle Wirkungen



Arzneimittel (Kontrazeptiva u.a.), Weichmacher, Plastikinhaltstoffe

Nachweis in Leber oder Blut bei adulten Männchen oder in Jungfischen → Hormonelle Potentiale

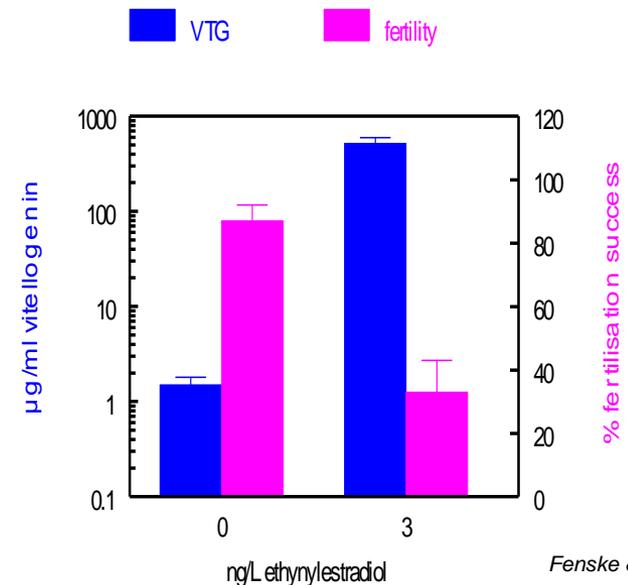


♂♂,
juvenil

Östrogenaktive Stoffe
(endokrine Disruptoren)

Synthetisches Östrogen

Erhöhter Vitellogeningehalt und geringere Fertilität in männlichen Fischen ab 3 ng/L



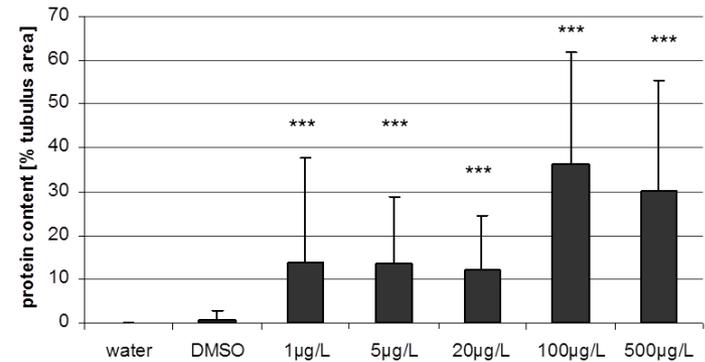
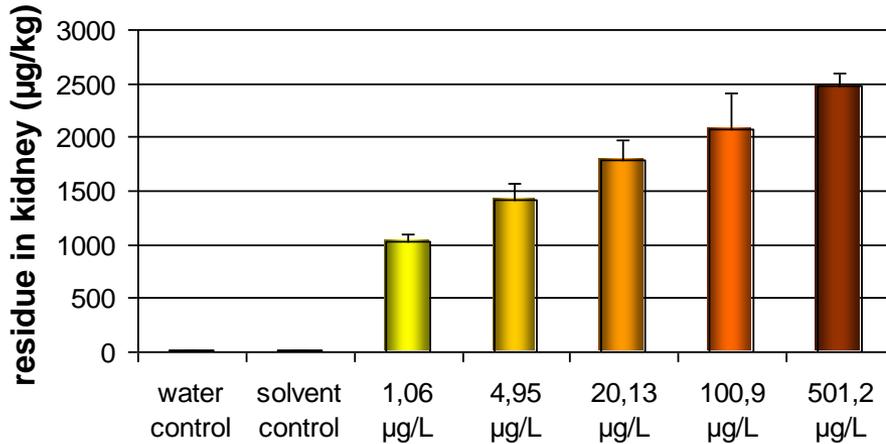
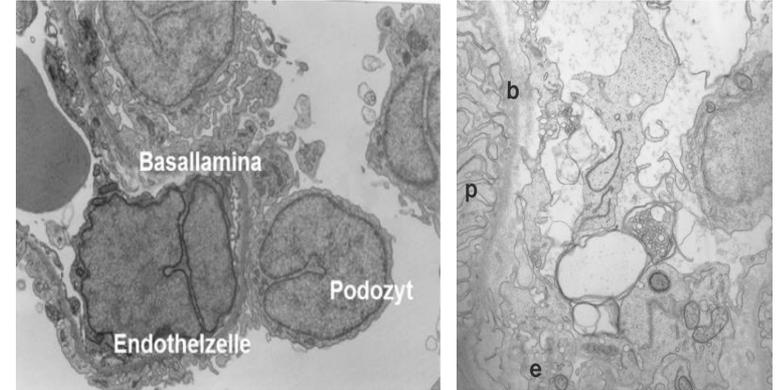
Fenske & Segner 2005

Zusätzlich: Verweiblichung / Vermännlichung von Fischen, Zwittergonaden, Intersexe, verändertes Paarungsverhalten, verändertes Geschlechterverhältnis

Spuren von Einzelstoffen

Akkumulation, Gewebetoxizität

Schmerzmittel Diclofenac



Anreicherung in Geweben

Signifikant ab 1 µg/L

Schwaiger et al., 2004

Schäden in Niere, Leber und Kieme

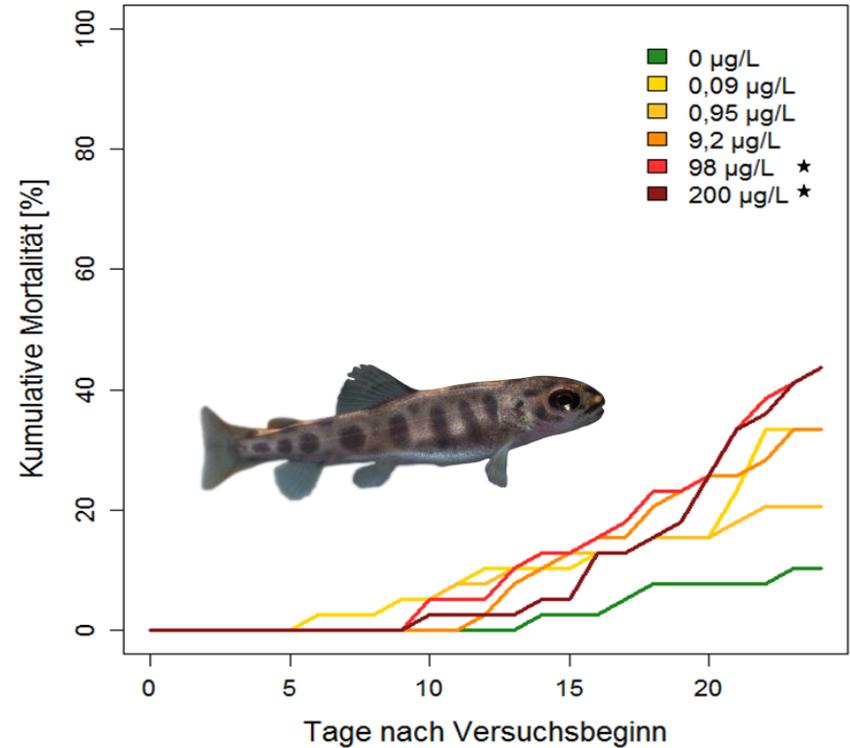
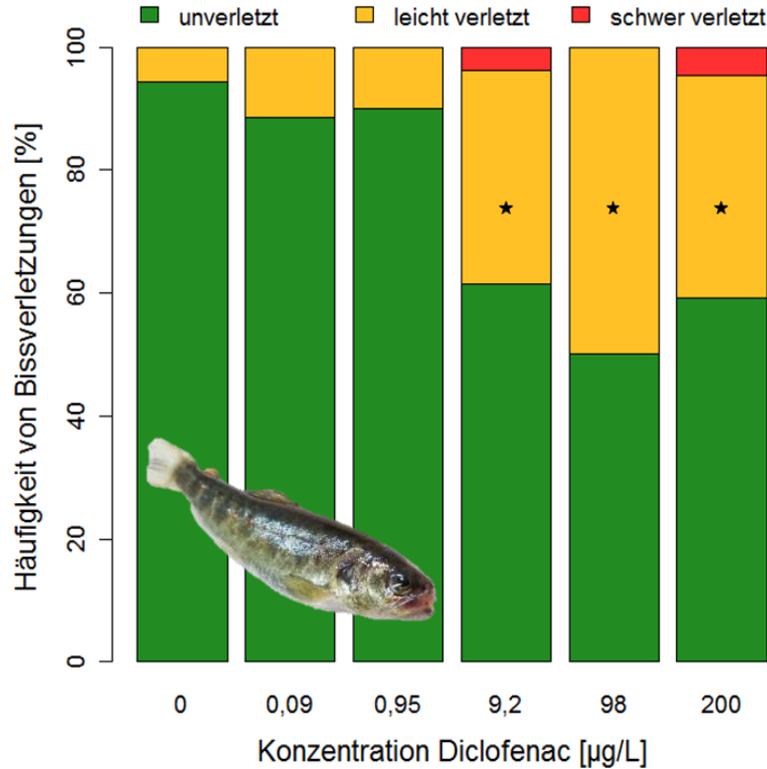
Signifikant ab 1 µg/L

Triebskorn et al., 2004

Spuren von Einzelstoffen

Verhalten, Mortalität

Schmerzmittel Diclofenac



Verstärktes Aggressionsverhalten
 Signifikant ab 9,2 µg/L
 Schwarz et al., in Vorbereitung

Erhöhte Mortalität
 Signifikant ab 98 µg/L
 Schwarz et al., in Vorbereitung

Spuren von Einzelstoffen im Freiland

Schmerzmittel
Diclofenac



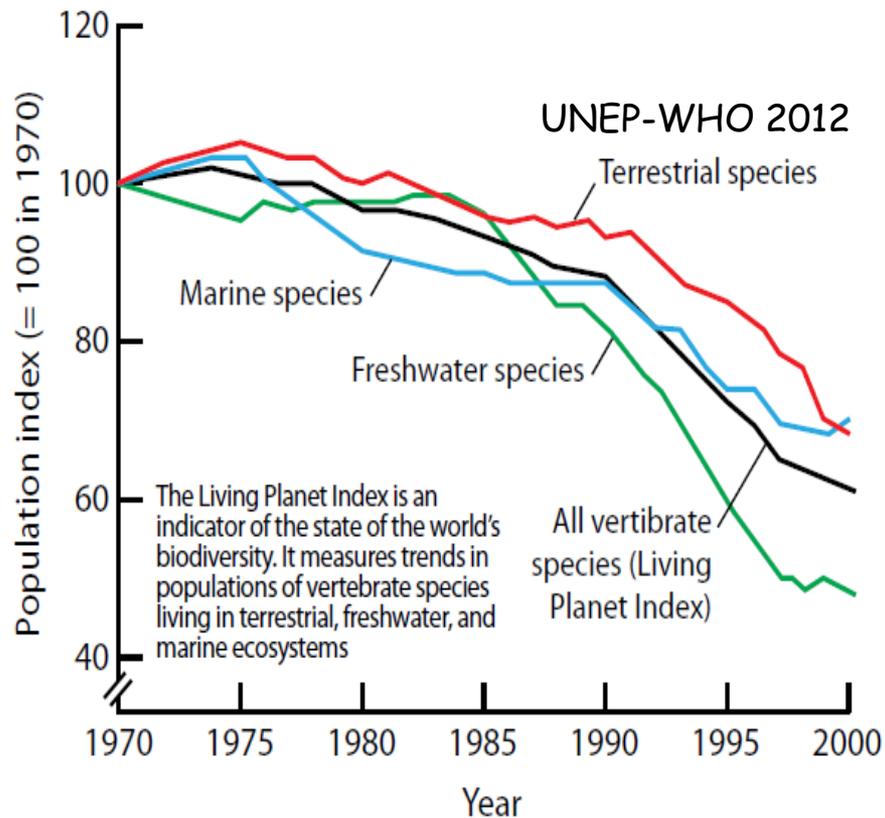
Hoag (2003). *Vet drug blamed for vulture death News@Nature (16 Jun 2003).*

Oaks et al. (2004): *Diclofenac residues as the cause of vulture population decline in Pakistan Nature 427, 630 - 633 (12 February 2004);*

directly correlate residues of the anti-inflammatory drug diclofenac with renal failure. Diclofenac residues and renal disease were reproduced experimentally in OWBVs by direct oral exposure and through feeding vultures diclofenac-treated livestock. We propose that residues of veterinary diclofenac are responsible for the OWBV decline.

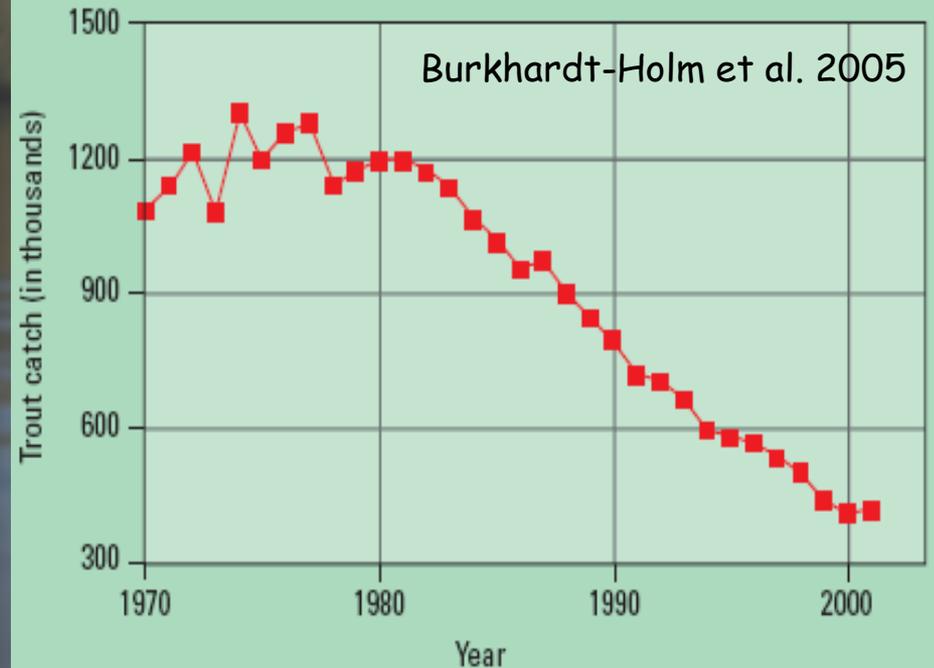
**Aufnahme von Diclofenac → Akkumulation
→ Schäden Niere → Mortalität von Individuen
→ Aussterben von Populationen**

Spuren von Stoffgemischen im Freiland



Trout catches in Switzerland

Catches have steadily declined since the 1980s, according to anglers' personal data records.

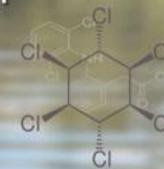


➡ Rückgang Artenzahlen, instabile Fischpopulationen, geringere Fangzahlen

Spuren von Stoffgemischen im Freiland



“Stoff-Cocktail”



Humanarzneimittel

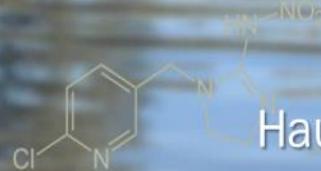
Tierarzneimittel

Kosmetika

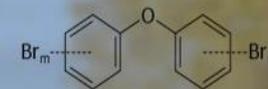
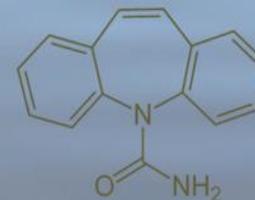
Haushaltschemikalien

Pflanzenschutzmittel
(Herbizide, Fungizide,
Insektizide, Molluskizide.....)

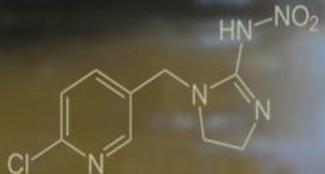
Nahrungszusatz – und
Inhaltsstoffe
(z.B. Süßstoffe, Koffein)



Industriechemikalien
(z.B. Plastikinhaltstoffe,
Flammschutzmittel)

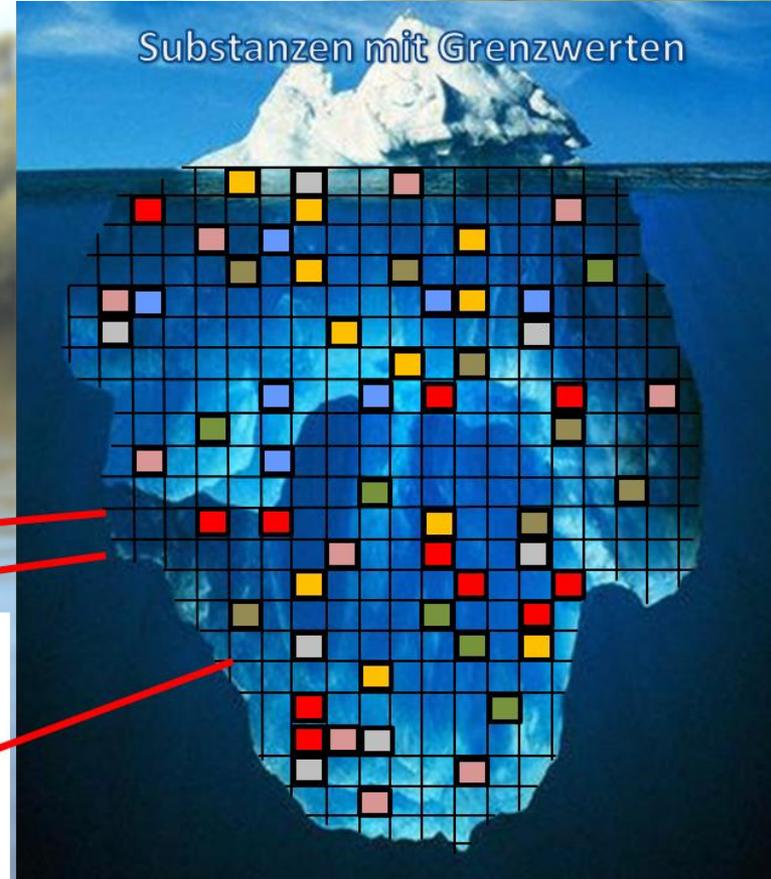


Tenside

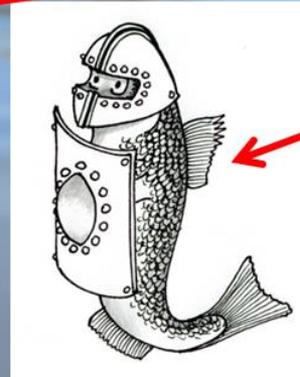


Spuren von Stoffgemischen im Freiland

Wirkungen sind nur von der Spitze des Eisbergs bekannt!



<http://voestoyantaire.zonalibre.org/archives/iceberg.jpg>



Spuren von Stoffgemischen im Freiland



EU-Wasserrahmenrichtlinie: *“Guter chemischer und ökologischer Zustand”* bis

Ende 2015 (1. Bewirtschaftungszyklus); 2 weitere Zyklen (2016 - 2021 und 2022 -2027

→ **Regulation von 45 prioritären Stoffen**

“Unknowns / Lessknowns” aktuell im Blickpunkt

- Direkte und indirekte Effekte von Spurenstoffen in Ökosystemen
- Effekte von Mischungen von Umweltschadstoffen
- Auftreten und Schicksal von (multi-resistenten) Keimen im Wasserkreislauf
- Sedimente als Senken für Krankheitserreger

➔ Vorsorgeprinzip

UNCED Kapitel 35 Absatz 3 der Agenda 21: *„Angesichts der Gefahr irreversibler Umweltschäden soll ein Mangel an vollständiger wissenschaftlicher Gewissheit nicht als Entschuldigung dafür dienen, Maßnahmen hinauszuzögern, die in sich selbst gerechtfertigt sind.“* → **Wenn Risiko nicht auszuschließen ist, muss gehandelt werden!**

Das Multi-Barrieren-Prinzip als Basis für eine sichere und nachhaltige Trinkwasserversorgung

(Leitsatz der deutschen Wasserversorgungswirtschaft)

- Das **Einzugsgebiet von Wasservorkommen ist die 1. Barriere**
- Zur Trinkwassergewinnung vorgesehenen Ressourcen müssen konsequent geschützt werden
- Umwelthandlungsziel: **flächendeckender Gewässerschutz**

Wasserhaushaltsgesetz § 6: „Die Gewässer sind nachhaltig zu bewirtschaften, insbesondere mit dem Ziel, **ihre Funktions- und Leistungsfähigkeit als Bestandteil des Naturhaushalts und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu erhalten und zu verbessern**, insbesondere durch Schutz vor nachteiligen Veränderungen von Gewässereigenschaften

→ Effiziente Abwasserreinigung notwendig,
da Fließgewässer als Vorfluter benutzt werden!

Die Schussen

im Fokus des Projekts SchussenAktivplus



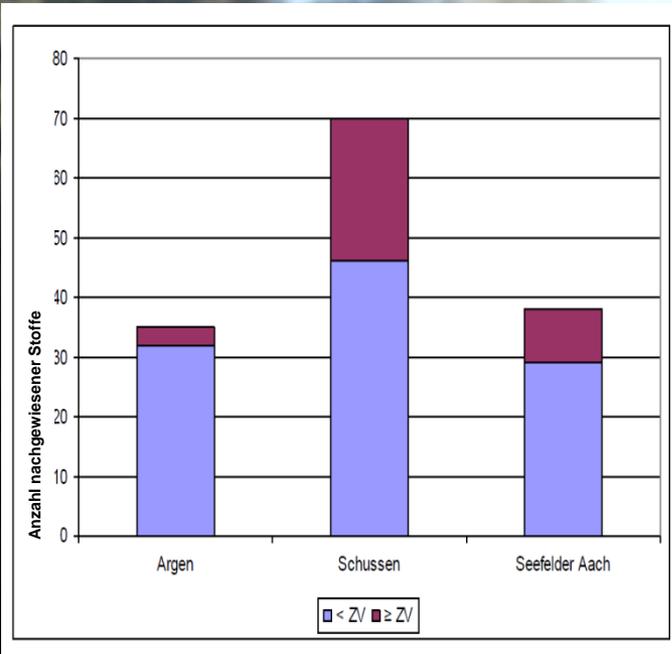
- ❖ Schussenmündung (Eriskircher Ried)
Naturschutzgebiet
- ❖ Bedeutender Zufluss des Bodensees
*Trinkwasser, Badegewässer
Naherholungsgebiet, Fischerei*
- ❖ Modell für ein Gewässer mit dicht
besiedeltem Einzugsgebiet ;
20 Kläranlagen und >100 RÜB

➔ *Bedeutung von Spurenstoffen und Keimen*

➔ *Im Fokus: Schutz der menschlichen Gesundheit und des Ökosystems*

Photo: Güde

Spuren von Stoffgemischen im Freiland



Triebskorn & Hetzenauer (2012)

	Argen	Schussen	Seefeldler Aach
Biol. Gewässergüte, Gewässerstruktur (ÖKGL IV)	2	2	2
Fischbasierte Gewässergüte	-	2	-
Gewässerchemie (ÖKG II)	1	1	1
Pflanzenschutzmittel	1	2	2
Arzneimittel	1	3	2
Industriechemikalien	1	3	2
Komplexbildner	1	3	-
Metalle	2	3	2
Kläranlagenausstattung	1	2	3*

1: nicht gefährdet 2: möglicherweise gefährdet 3: gefährdet

2010-2016

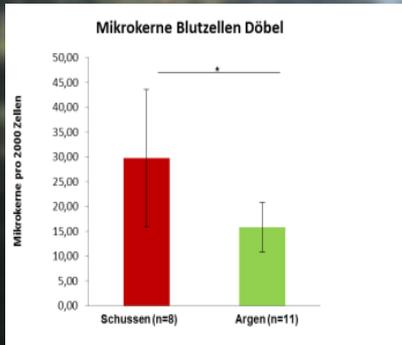


Fertigstellung
Pulveraktivstufe
September 2013

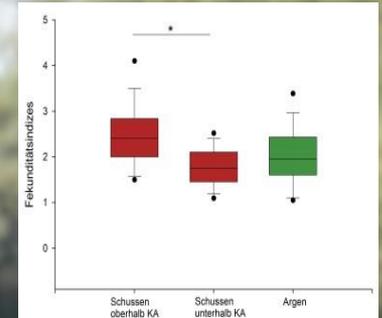
Spuren von Stoffgemischen im Freiland



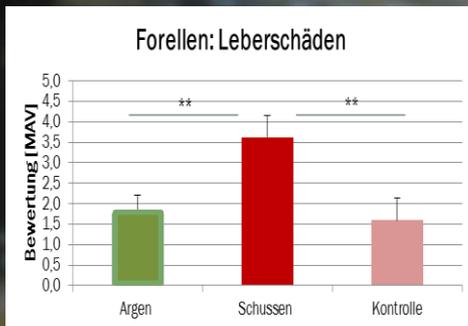
Schussen im Vergleich zur Argen (vor Ausbau KA)



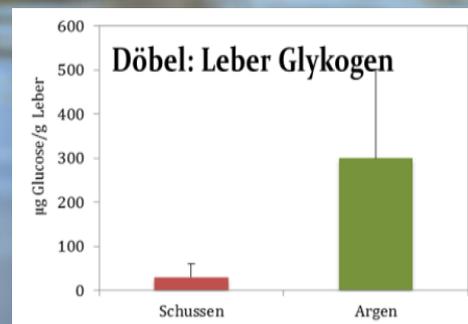
z. B. höhere
Genotoxizität



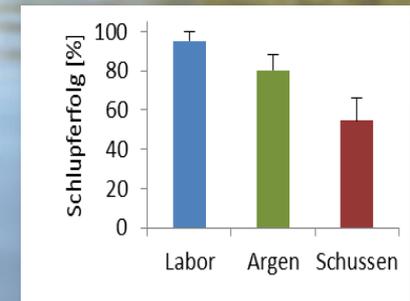
geringere Fertilität bei
Flohkrebsen, weniger
sensitive Arten



stärkere
Gewebeschäden



weniger Energiereserven,
stärkere Entgiftung



geringerer Schlupferfolg
bei Forellen

Spuren von Stoffgemischen im Freiland

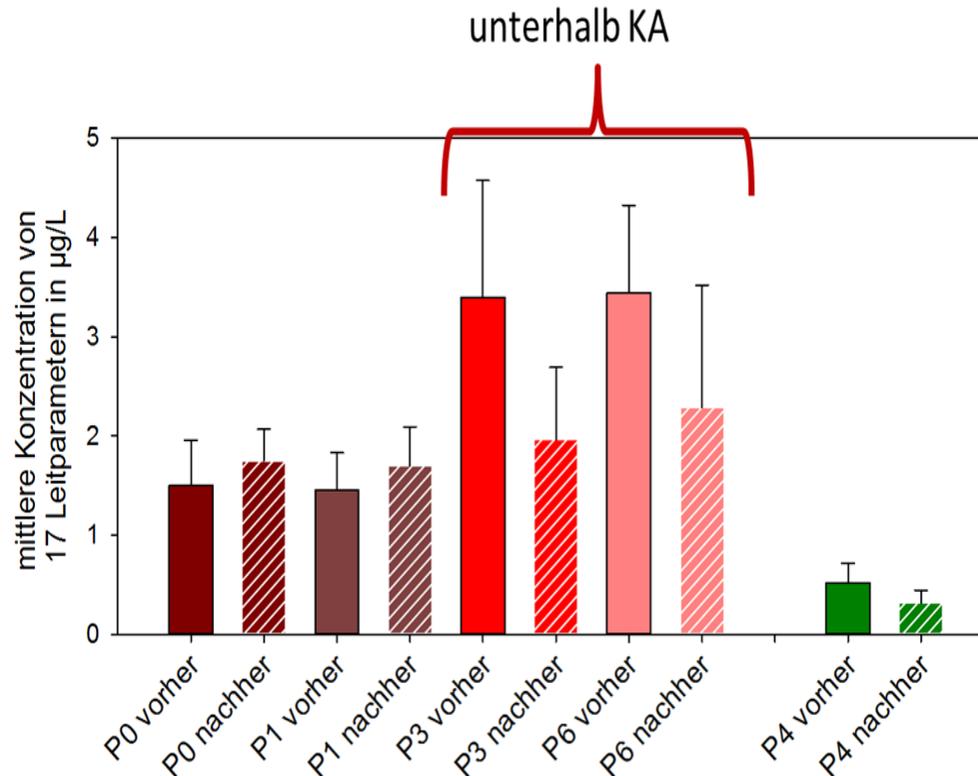
Ausbau der Kläranlage mit Pulveraktivstufe



Spuren von Stoffgemischen im Freiland

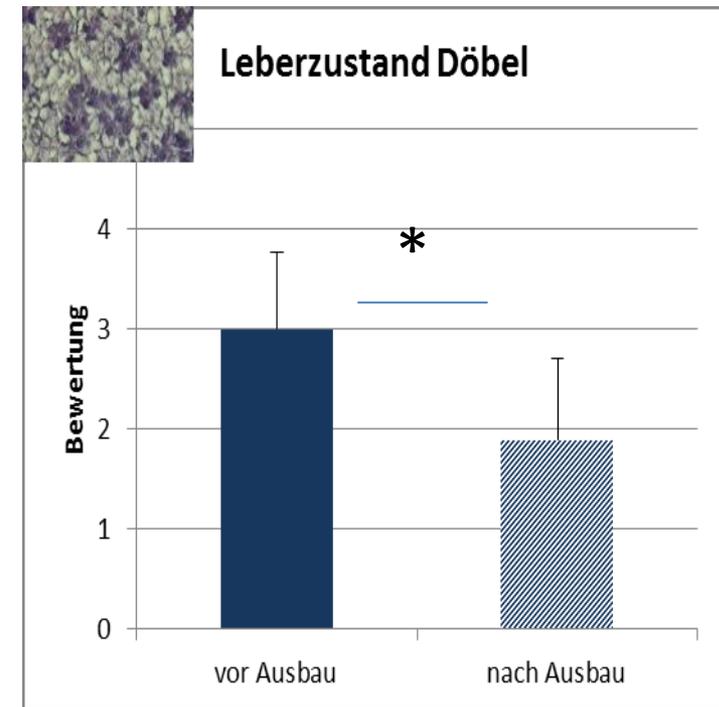
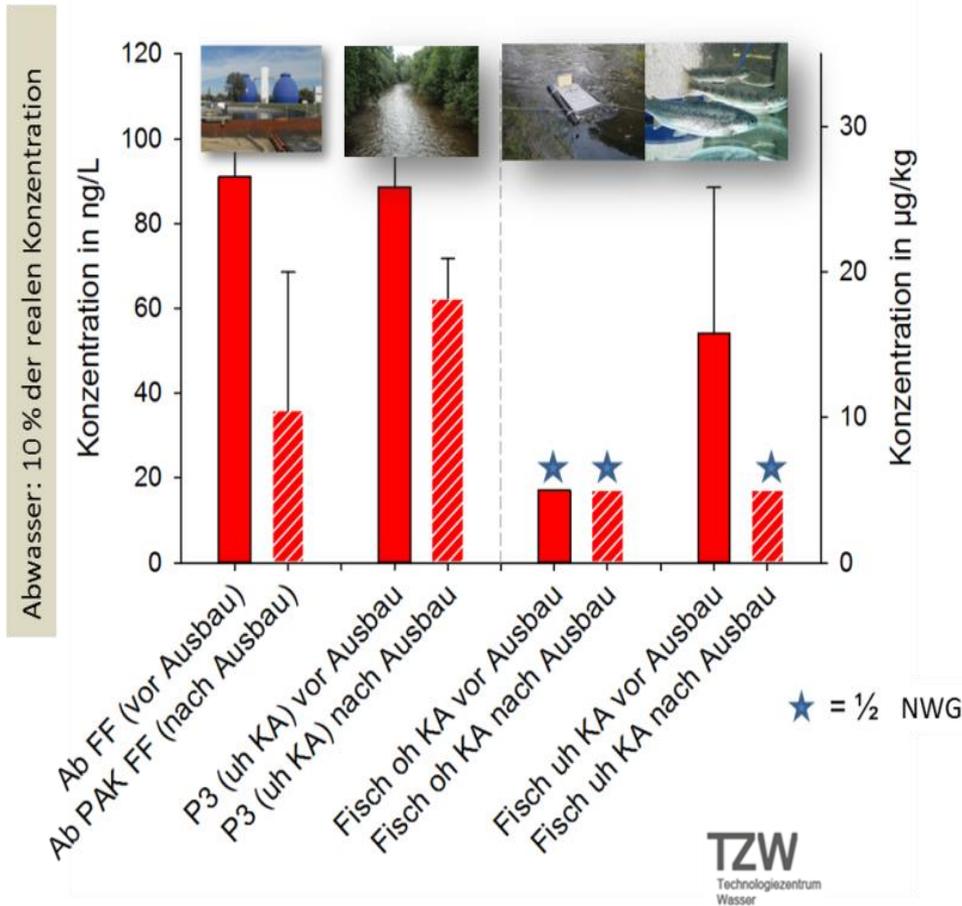


Schussen vor und nach Ausbau KA Ravensburg



➔ **Deutlich geringere Spurenstoffkonzentrationen an Probestellen unterhalb KA 2,5 Jahre nach Ausbau**

Spuren von Stoffgemischen im Freiland



Weniger Schädigungen, die mit Diclofenac in Verbindung stehen können

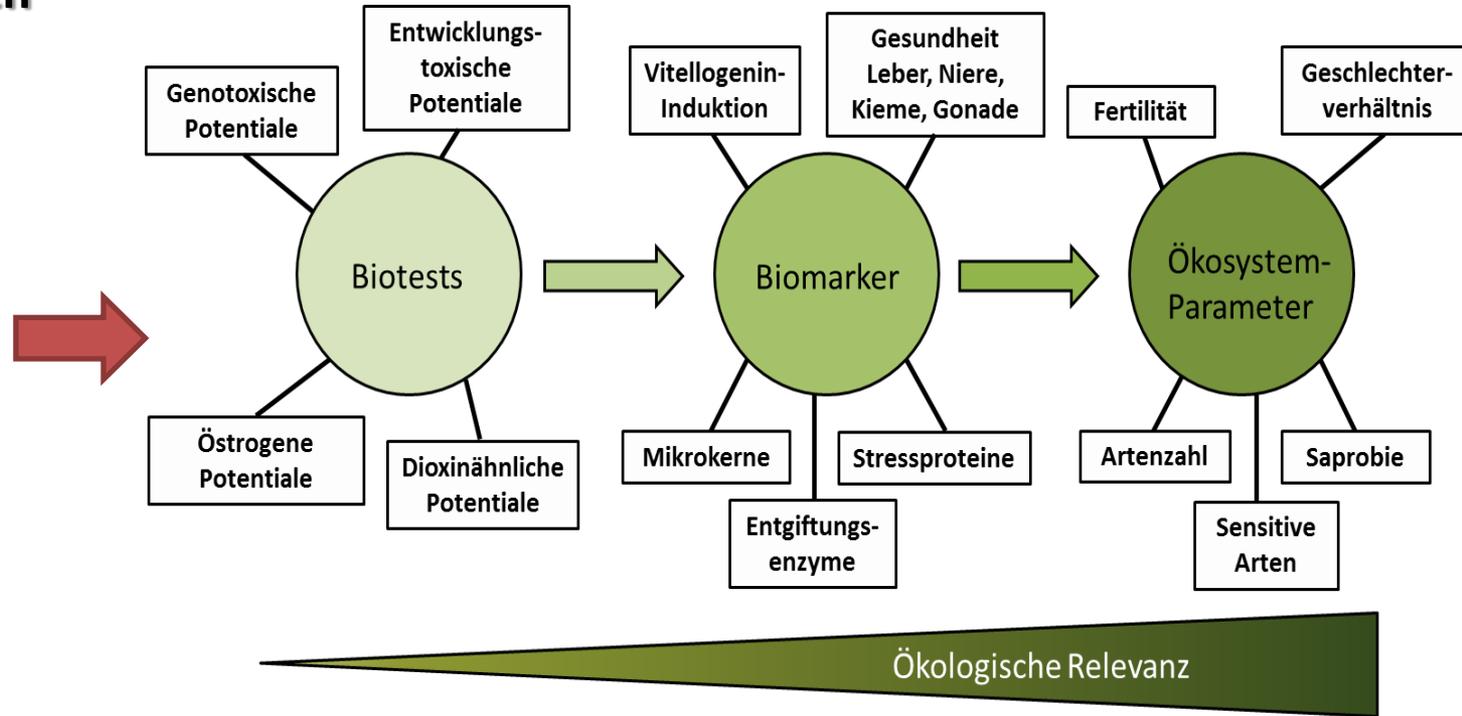
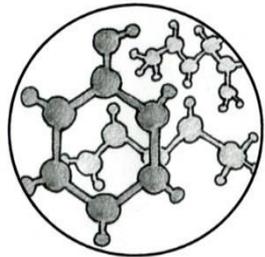
Nach Ausbau: Keine Anreicherung von Diclofenac

Spuren von Stoffgemischen im Freiland



Pulveraktivstufe auf
KA nach 2,5 Jahren

Reduktion von
Spurenstoffen



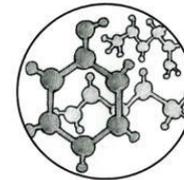
➔ **Plausible Zusammenhänge zwischen Spurenstoff-Reduktion und deren Wirkung auf verschiedenen biologischen Ebenen**

Spuren von Stoffgemischen im Freiland



„Spuren“ von 20 Jahren PAK: KAs Albstadt Ebingen und Lautlingen

➔ Sehr effiziente Entnahme von Spurenstoffen



In den Ökosystemen unterhalb KAs:

➔ Keine Embryotoxizität

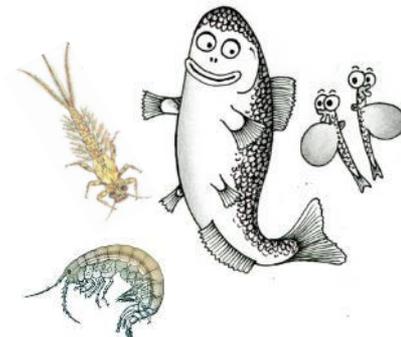
➔ Keine Genotoxizität

➔ Exzellenter Gesundheitszustand von Leber und Kieme

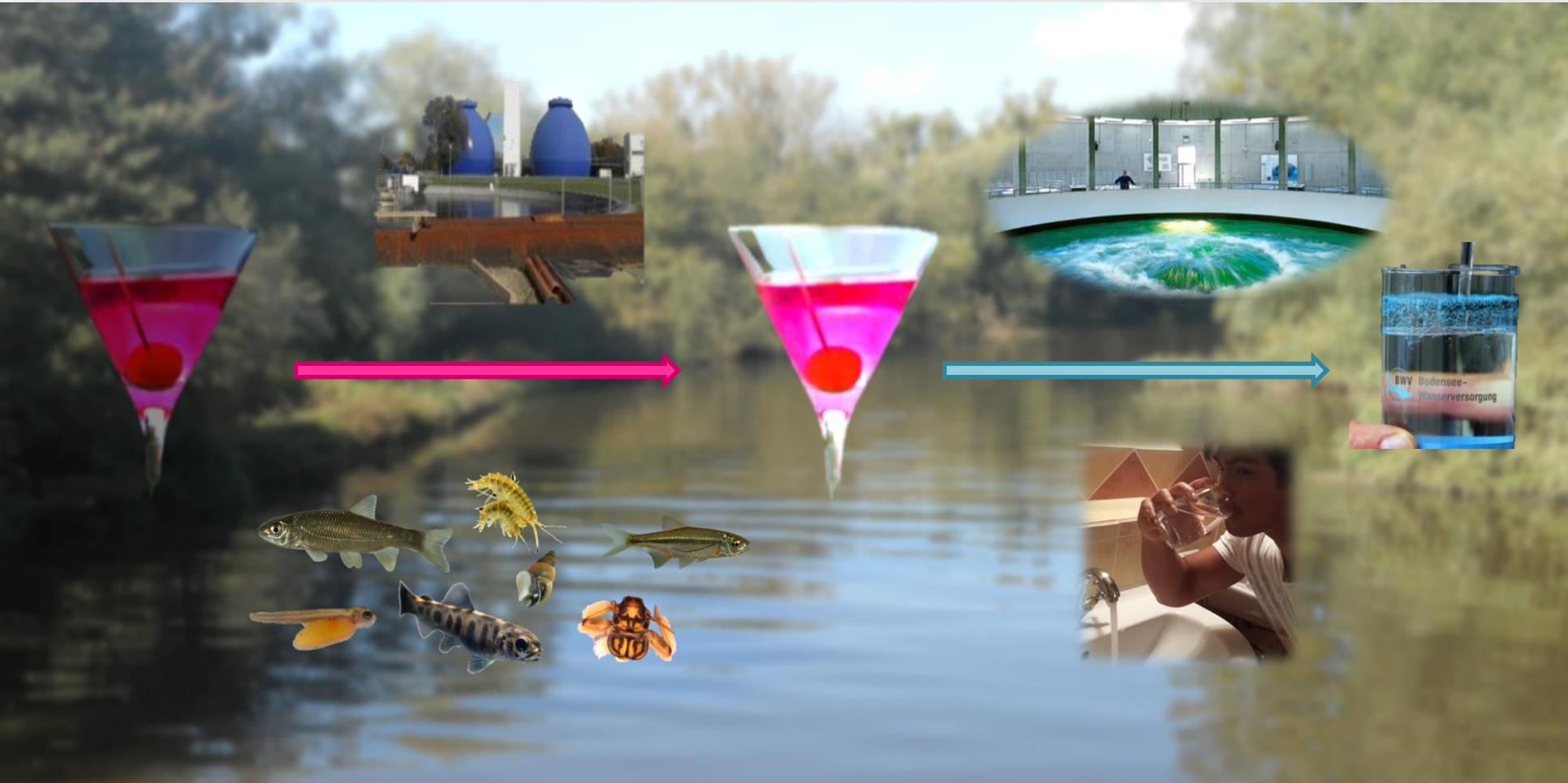
➔ Intakte Populationsstruktur

➔ Natürliche Reproduktion (alle Altersklassen vorhanden)

➔ Intakte Struktur der Makrozoobenthosgemeinschaft



Spurenreduktion durch gute Abwasserreinigung



- ➔ Spurenstoffe kommen zwar nur in Spuren in der Umwelt vor, sie können jedoch in sehr geringen Konzentrationen (ng/L- μ g/L) negative Effekte bei aquatischen Lebewesen hervorrufen
- ➔ Spurenstoffe können spezifisch entsprechend ihres *Wirkmechanismus* (*mode of action*), aber auch unspezifisch wirken
- ➔ Der Spurenstoffcocktail im Freiland ist sehr komplex und er führt zu komplexen Wirkungen bei aquatischen Organismen
- ➔ Durch die vierte Reinigungsstufe auf Kläranlagen können negative Wirkungen bei Fischen und wirbellosen Tieren in aquatischen Ökosystemen signifikant reduziert werden
- ➔ Im Sinne des Multibarrierekonzepts ist die vierte Reinigungsstufe auf Kläranlagen sinnvoll und notwendig für den nachhaltigen Gewässerschutz und für den Schutz unseres Trinkwassers!

Botschaft und Wunsch



- ➔ Jeder von uns trägt Spurenstoffe in den Wasserkreislauf bzw. in die Umwelt ein
- ➔ Es gibt keine Guten und Bösen – jeder kann seinen Beitrag leisten, die Einträge zu mindern
- ➔ Medikamente sind keine Zuckerwürfel: sie sollten mit Bedacht verkauft, eingenommen und vor allem auch entsorgt werden
- ➔ Der Einsatz von Alltagschemikalien, wie z.B. Zuckerersatzstoffen, sollte von jedem überdacht werden
- ➔ **Jeder von uns trägt einen Teil der Verantwortung !**

Vielen Dank für
Ihr Interesse
und Ihre
Aufmerksamkeit
!!

