

# **Wissenschaftliche Grundlagen:**

## **Umweltchemische und ökotoxikologische Bewertung für die Einstufung**

**Christoph Schäfers**

## Wassergefährdung durch Stoffe: Schutzziele

- Menschliche Gesundheit

- Trinkwasser
- Badewasser

s. folgende Vorträge

- Aquatische Lebensgemeinschaften (Biodiversität und Naturhaushalt)

- Chemische Beschaffenheit von Gewässern
- Funktionsfähigkeit des Lebensraums Wasser

=> **Bewertung von Stoffeigenschaften, die  
die Wahrscheinlichkeit und Stärke  
der Wechselwirkungen mit Wasserorganismen bestimmen**

## Leben = geregelter Stoffwechsel

## Stoffwirkungen

- Entstanden im Wasser durch Kompartimentierung **wässriger** Lösungsräume (Zellen) mittels **Fett**phasen (Membranen) **osmotisch**
- Organisation des Stoffwechsels durch **Proteine** **narkotisch**
  - *membrangebunden* **spezifisch toxisch**
  - *im Lösungsraum* **mutagen/karzinogen**
- Wachstum/Fortpflanzung über Vervielfältigung und Weitergabe gespeicherter Information in **Nucleinsäuren**
- Energiegewinnung zum Aufbau und Erhalt
  - *durch Einfangen von Strahlungsenergie (Pflanzen: **Photosynthese**)*
  - *durch Oxidation organischer Substanzen (**Atmung**)*
    - *aus eigenen Ressourcen*
    - *nach Aufnahme über Membranen durch Respiration und Resorption*

**Zusätzlich: physikalisch (Oberflächenfilme)**

## Konsequenzen der Wasseratmung über Kiemen

- Zweck: Deckung des Sauerstoffbedarfs für die Energiegewinnung
- Vergleich zur Luftatmung

	Luft	Wasser
Sauerstoffgehalt	21%	0,0008%
Dichte	1,2 g/l	1000 g/l
Sauerstoffkonzentration	271 mg/l	8 mg/l

=> 1 Liter Luft enthält  
30-40mal mehr Sauerstoff  
als 1 Liter Wasser

Der Mensch atmet ca. 12 000 Liter Luft pro Tag = 170 l/kg pro Tag

Bei vergleichbarem Bedarf und doppelter Respirationseffizienz der Kieme entspräche das ca. 3 000 Liter Wasser/kg pro Tag

- Vergleich des Wasserbedarfs

Der Mensch trinkt ca. 2 Liter Wasser pro Tag = 0.03 Liter/kg pro Tag

Wasserorganismen sind damit einer Menge im Wasser gelöster Stoffe ausgesetzt, die die für den Menschen verfügbare Menge um etwa das 100 000fache übersteigt.

## Welche Stoffe sind potenziell gefährlich für Gewässer?

- Wasserlösliche Stoffe
  - *Aufnahme durch Wasserorganismen und toxische Wirkungen möglich*
- Filmbildende Stoffe
  - *physikalische Wirkungen möglich*
- Nicht leicht abbaubare Stoffe
  - *Einwirkzeit ausreichend zur Erzeugung von Wirkungen*

## Was macht ihre Gefährlichkeit aus?

- Toxizität gegenüber Wasserorganismen
- Fähigkeit zur Anreicherung in der Nahrungskette

## Wasserlöslichkeit

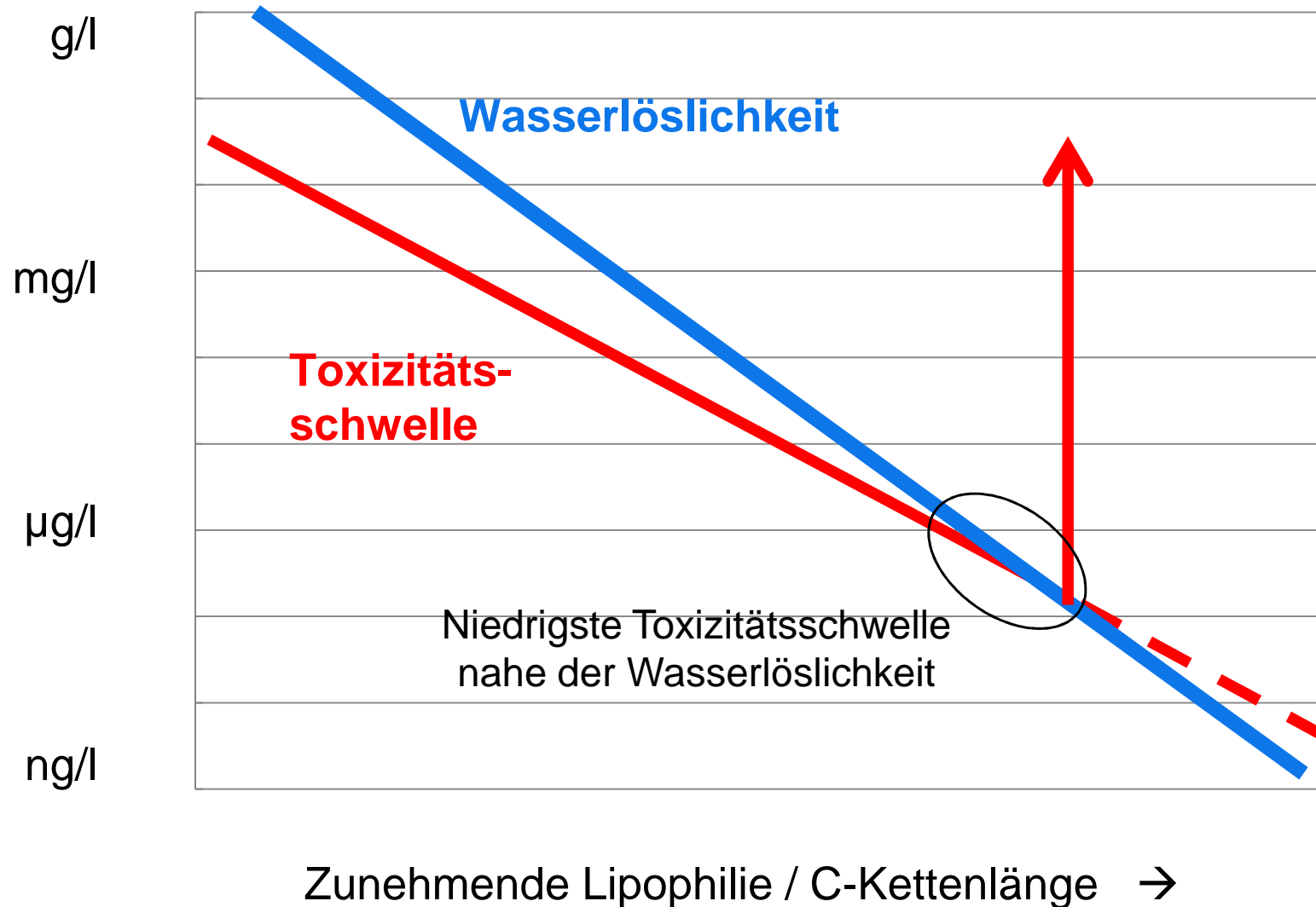
- Bei Stoffen mit hoher Wasserlöslichkeit ( $\geq 100 \text{ mg/l}$ ) kann eine Wassergefährlichkeit grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden
  - *Gesamte Menge freigesetzten Stoffes löst sich sofort*  
=> *hohe Konzentrationen möglich*  
=> *Wirkungen auch durch gering toxische oder nicht toxische Substanzen nicht auszuschließen*

## Filmbildung

- Aufschwimmende und filmbildende Stoffe (Floater)
  - *behindern den Sauerstoffaustausch an der Wasseroberfläche*
  - *verkleben Kiemen und Fortbewegungsorgane*
  - *verringern durch massiven mikrobiellen Abbau drastisch den Sauerstoffgehalt*



## Wasserlöslichkeit und Toxizität



## Löslichkeitsgrenze und Gefährlichkeit

- Hohe Lipophilie => geringe Löslichkeit
  - => leichte Aufnahme, hohe Akkumulation
  - => Wechselwirkung mit Membranen, Toxizität
- => Geringe Konzentrationen können wirken
- Testung an der Grenze zur Wasserlöslichkeit ist schwierig
- Persistenz erhöht Wahrscheinlichkeit chronischer Wirkungen

## Testung von WAFs (Water Accomodated Fractions)

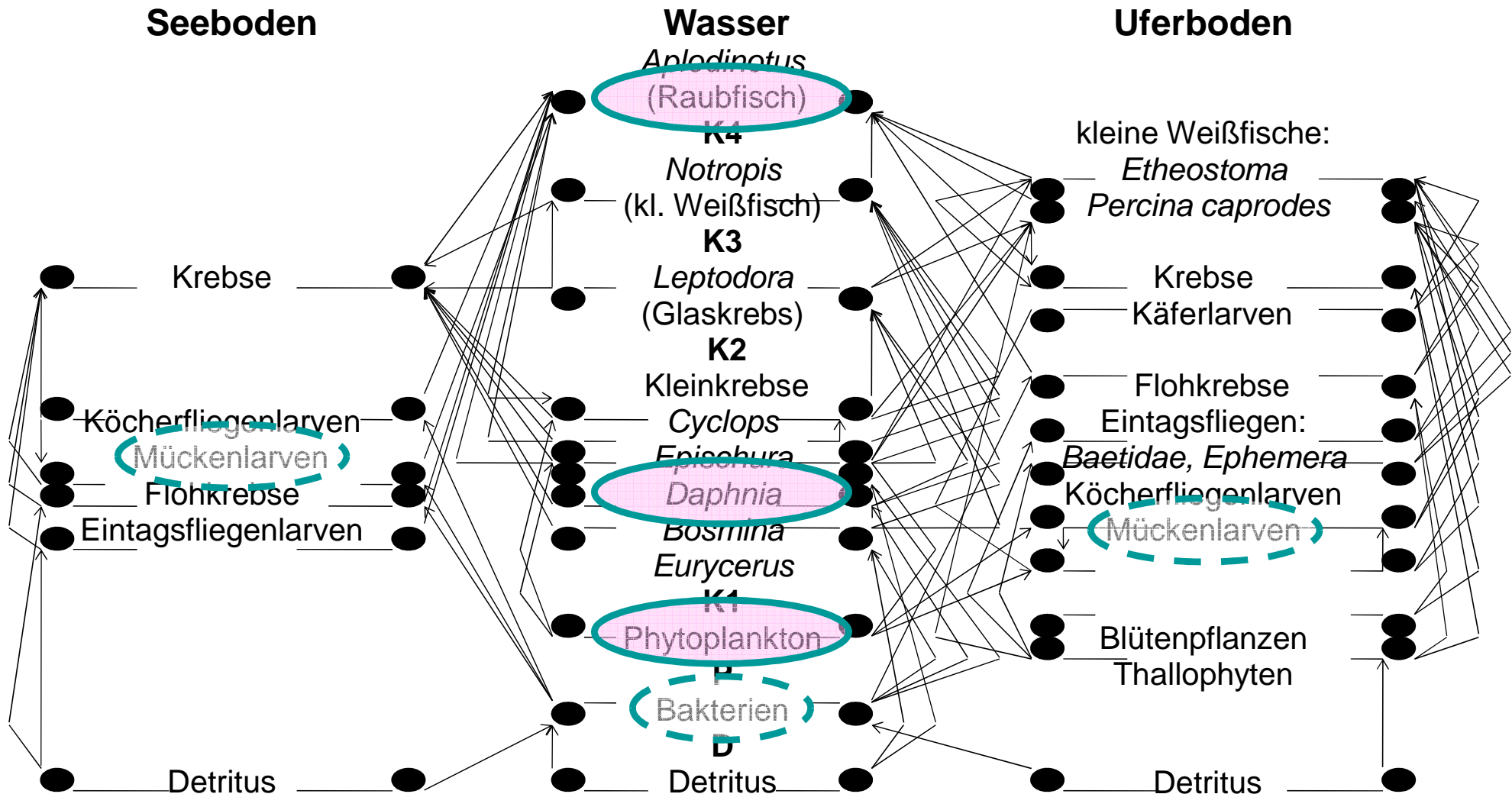
- Vorsichtiges Rühren einer übersättigten Lösung, Prüfung der Wasserphase
  - Gemische (Bezug zum „Loading“)
  - Einzelstoffe (Bezug auf Konzentration)

## Durchflusstests mit Dosierung nach Säulenelutionsverfahren





## Toxizität gegenüber Wasserorganismen



## Toxizität gegenüber Wasserorganismen

Basisrepertoire für Wirkuntersuchungen:



**Wirbeltier**

**Wirbelloser**

**Pflanze**

Prokaryont



**Fisch**

**Wasserfloh**

**Alge**

Bakterie



**Konsument 2. Ordnung**

**Konsument 1. Ordnung**

**Produzent**

Destruent

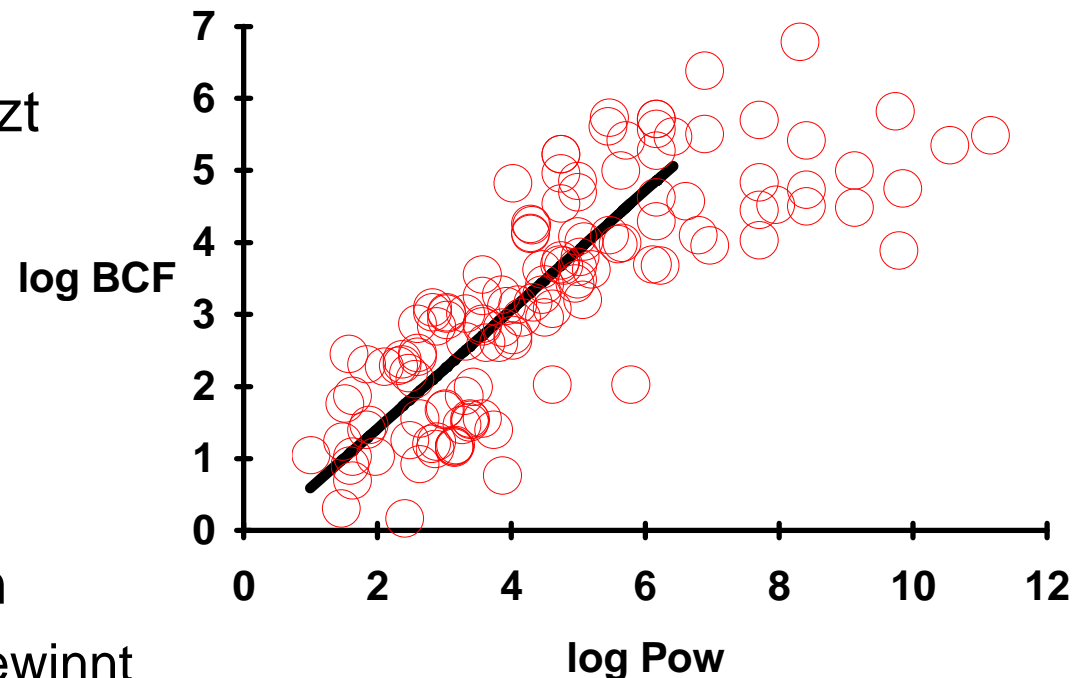


## Akut versus chronisch

- Persistente Stoffe (Metalle; biologisch nicht leicht abbaubare, hydrolytisch und photolytisch stabile Stoffe) oder Abbauprodukte verursachen auch nach einmaligem Eintrag verlängerte oder chronische Exposition von Wasserorganismen
- Chronische Effektschwellen unspezifisch wirkender Substanzen unterscheiden sich um weniger als eine Größenordnung von akuten Effektkonzentrationen
- Spezifisch wirksame Substanzen können erheblich niedrigere chronische Effektschwellen aufweisen
  - im Vergleich zur akuten Wirkung
  - Im Vergleich zu den als repräsentativ getesteten Organismen (vgl. Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln, Bioziden, Arzneimitteln)
- Dies gilt vor allem bei Interaktionen mit organismischen Regulationssystemen (z.B. endokrine oder neuronale Wirkungen)

## Fähigkeit zur Anreicherung in der Nahrungskette

- Korrelation zwischen der Lipophilie ( $\log P_{OW}$ ) \* und der Biokonzentration ( $\log_{BCF}$ )
- Bei Stoffen mit hohem  $\log P_{OW}$  ist Bioverfügbarkeit herabgesetzt
  - Schnelle Adsorption an TOC, Sediment, Versuchsgefäßwände
  - Molekülgröße steigt
- Verteilungsverhalten stark zur organischen Phase verschoben
  - Aufnahme über die Nahrung gewinnt an Bedeutung
  - Bestimmung des BMF in Futterbelastungsstudien (neue OECD 305)



\* Verteilungskoeffizient Octanol:Wasser als Modell für die Biokonzentration

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Prof. Dr. Christoph Schäfers,  
Fraunhofer Institut für Molekularbiologie  
und Angewandte Oekologie (IME-AE)  
Auf dem Aberg 1  
57392 Schmallenberg**

**christoph.schaefers@ime.fraunhofer.de  
Tel: 02972-302-270**

