

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

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

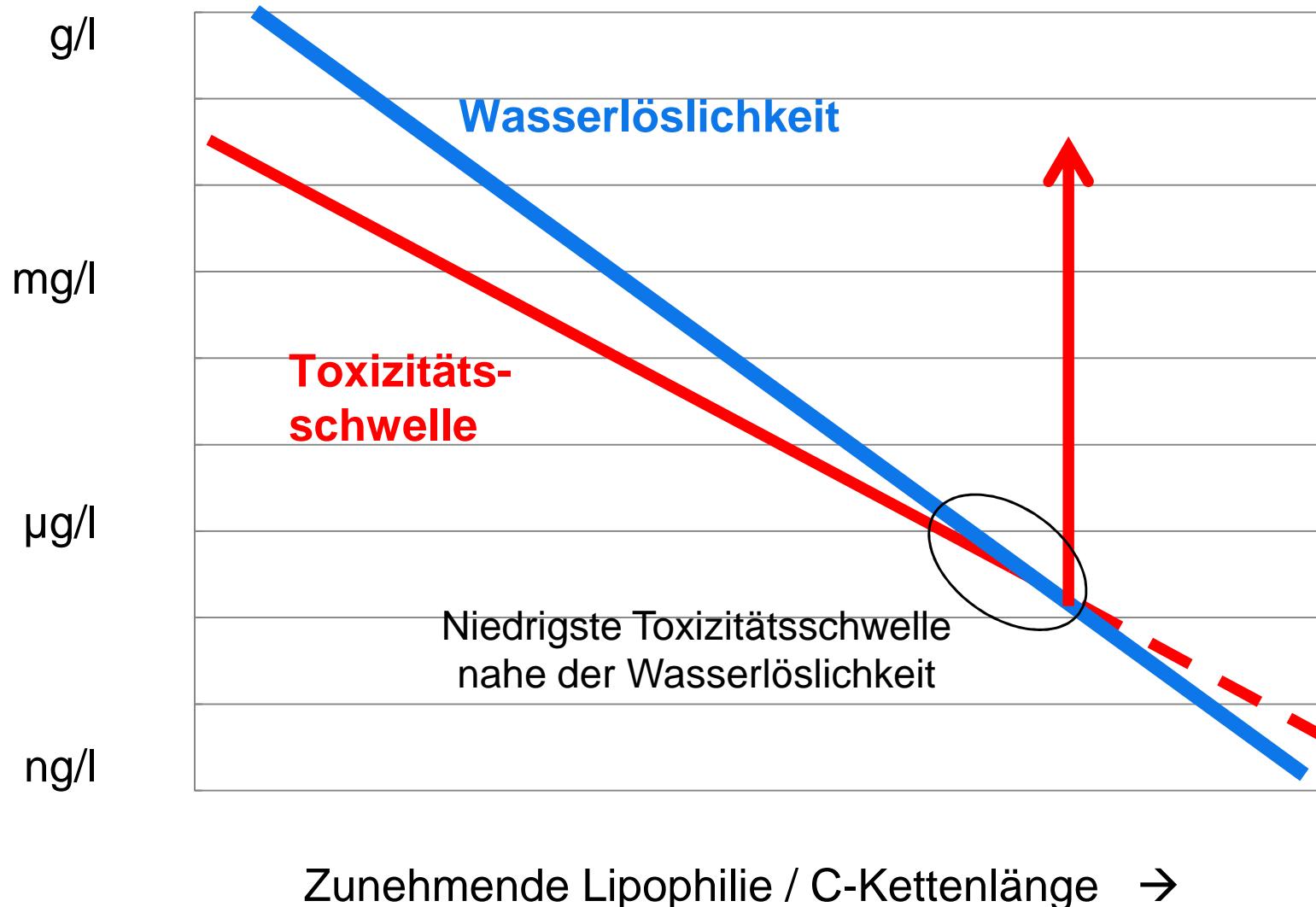
- Bei Stoffen mit hoher Wasserlöslichkeit ($\geq 100 \text{ mg/l}$) kann eine Wassergefährlichkeit grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden
 - *Gesamte Menge freigesetzten Stoffes löst sich sofort*
=> *hohe Konzentrationen möglich*
 - *Wirkungen auch durch geringe toxische oder nicht toxische Substanzen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

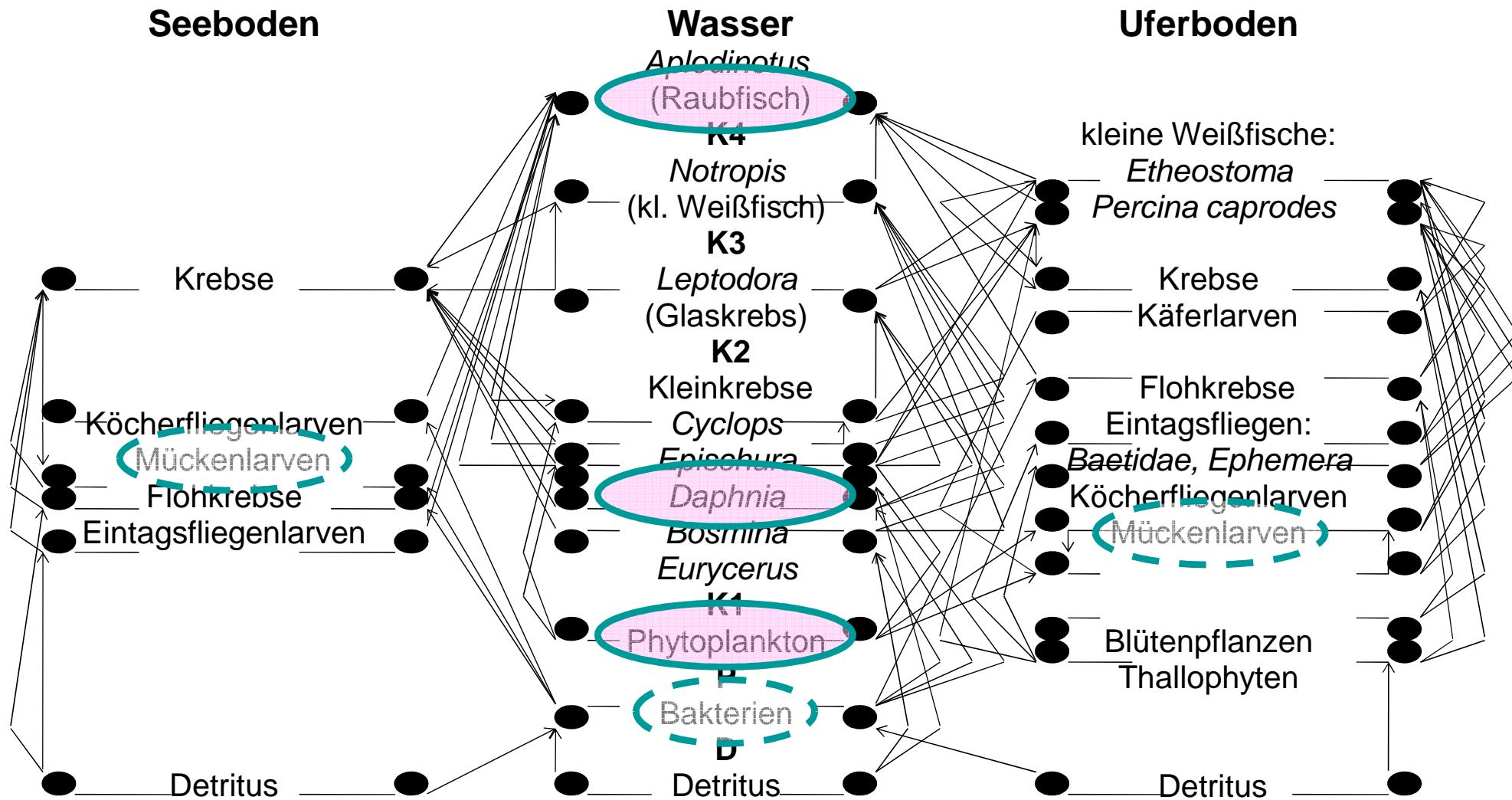
Testung von WAFs (Water Accomodated Fractions)

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

Durchflusstests mit Dosierung nach Säulenelutionsverfahren

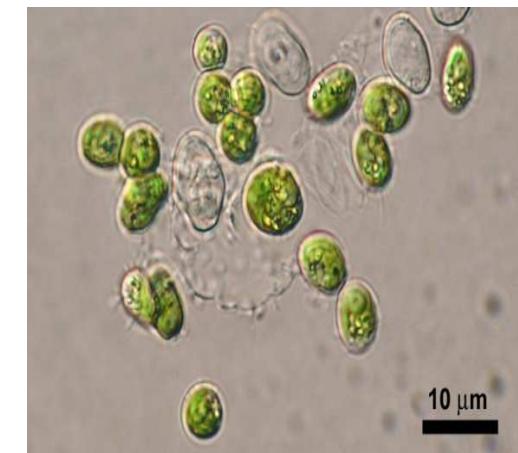


Toxizität gegenüber Wasserorganismen



Toxizität gegenüber Wasserorganismen

Basisrepertoire für Wirkuntersuchungen:



Wirbeltier

Fisch

Konsument 2. Ordnung

Wirbelloser

Wasserfloh

Konsument 1. Ordnung

Pflanze

Alge

Produzent

Prokaryont

Bakterie

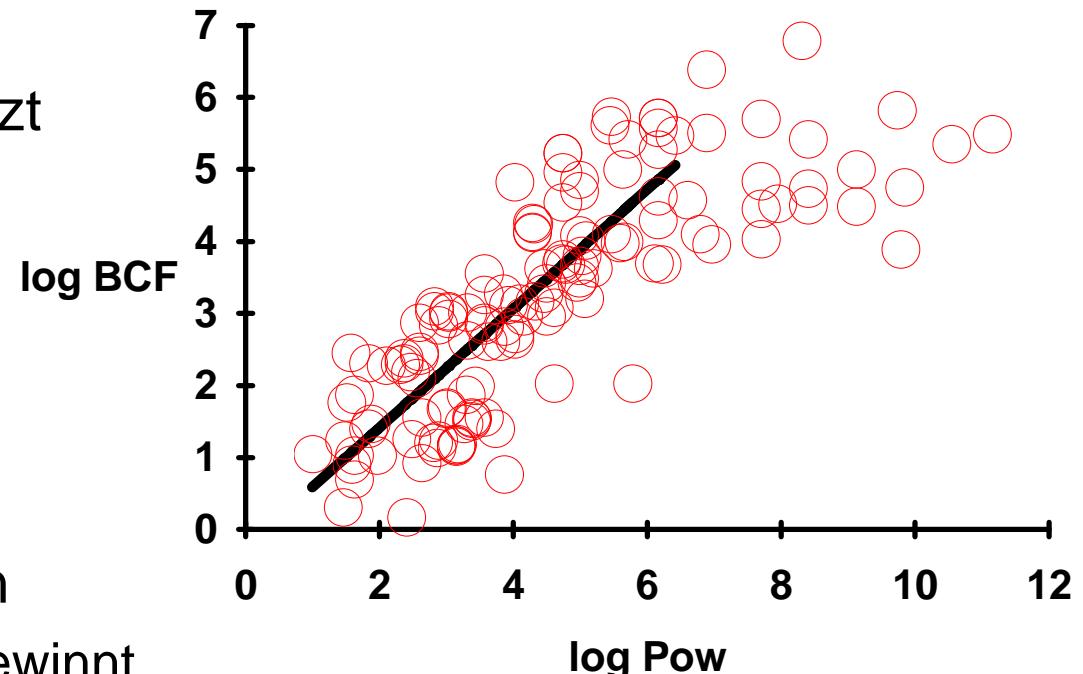
Destruent

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**