

# Auswirkungen der Spurenstoffexposition auf Gewässerorganismen und Gewässer – Ergebnisse aus Schweizer Untersuchungen



Christian Stamm

Umweltchemie, Eawag

Dübendorf/Schweiz

[christian.stamm@eawag.ch](mailto:christian.stamm@eawag.ch)

+41 58 765 55 65

1. Bedeutung von Mikroverunreinigungen aus Abwasserreinigungsanlagen
2. Bedeutung von Pestizideinträgen aus der Landwirtschaft
3. Fazit



## Situation Schweiz:

- Ausbau von rund 100 Kläranlagen zur Entfernung von Mikroverunreinigungen (50 % Abwassermenge CH)
  - Aktuell: Ozonierung , PAK
  - Kosten 10 – 15 CHF/Person Jahr
  
  - Realexperiment (bis 2035)
- Wie reagieren das Gewässer?

# EcolImpact: Forschungsfragen

Haben Mikroverunreinigungen aus gereinigtem Abwasser  
signifikante Auswirkungen auf

- **Struktur** (Biodiversität, Nahrungsnetz etc.)

und/oder

- **Funktion** (Biomasse-Produktion, Abbauprozesse etc.)

in Fließgewässern?

Wenn ja, was sind die **zugrundeliegenden Prozesse**?

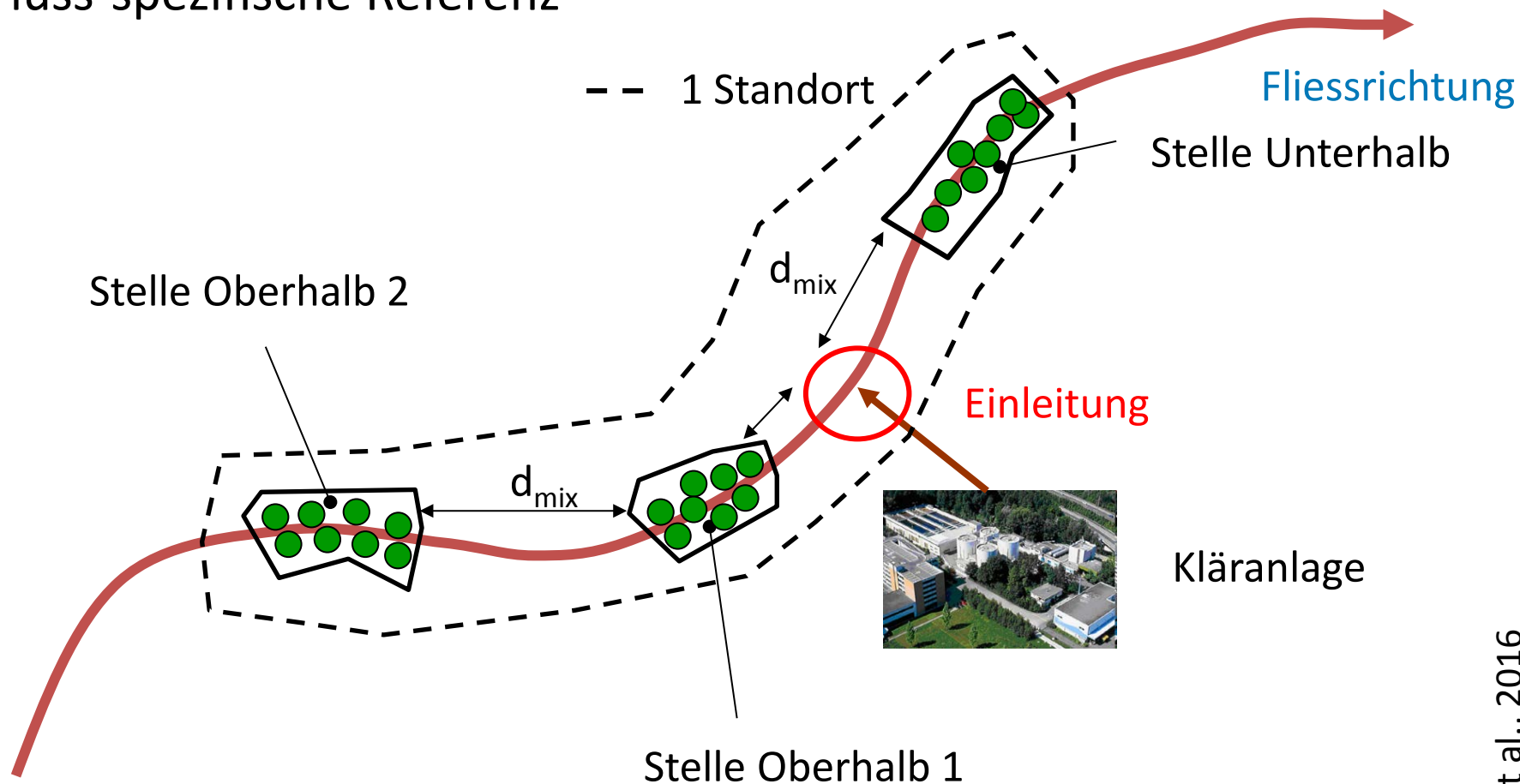


# EcolImpact: Methodische Ansätze

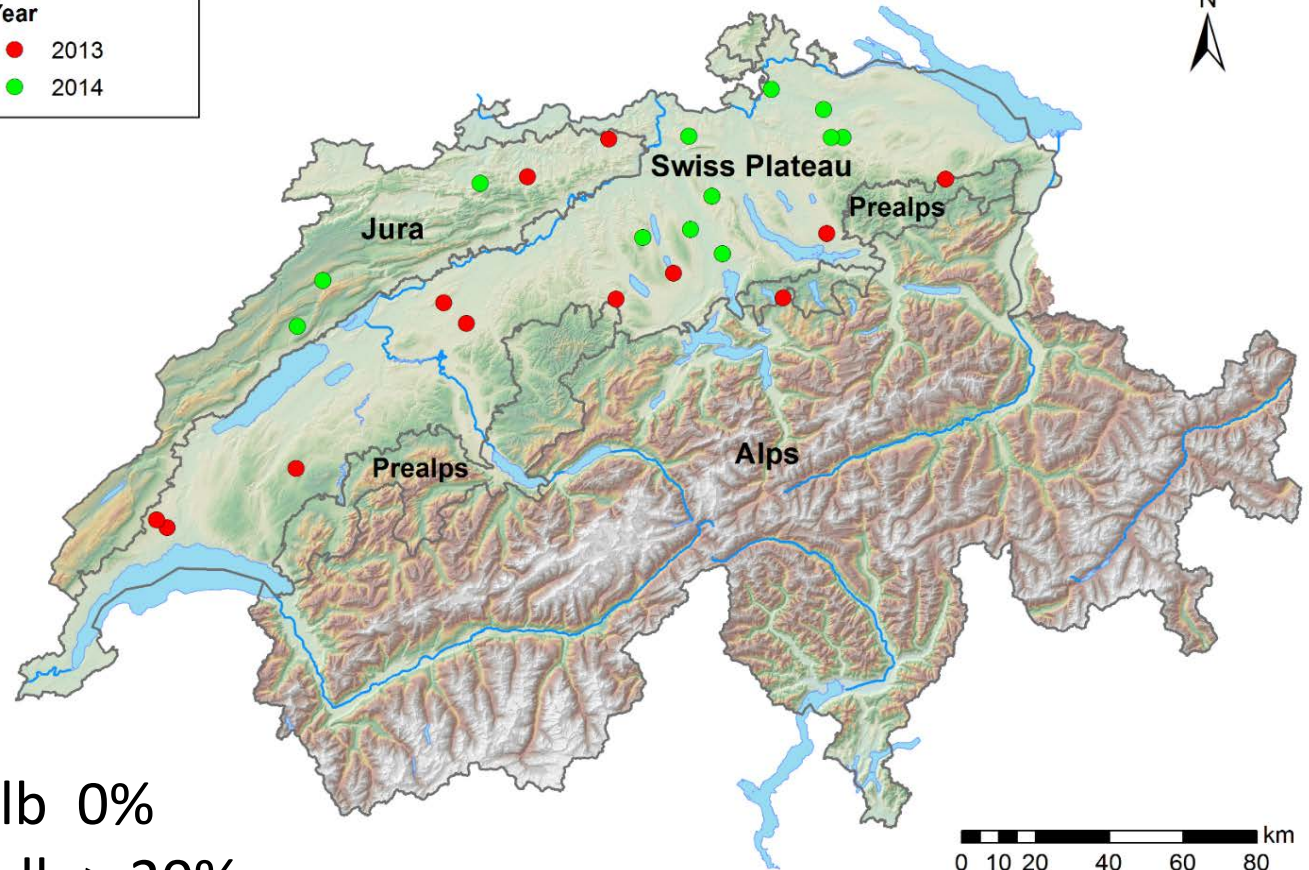
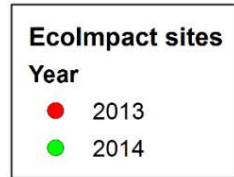
- Felduntersuchungen oberhalb – unterhalb von ARAs
- Rinnen-Experimente (Maiandros)



## Fluss-spezifische Referenz



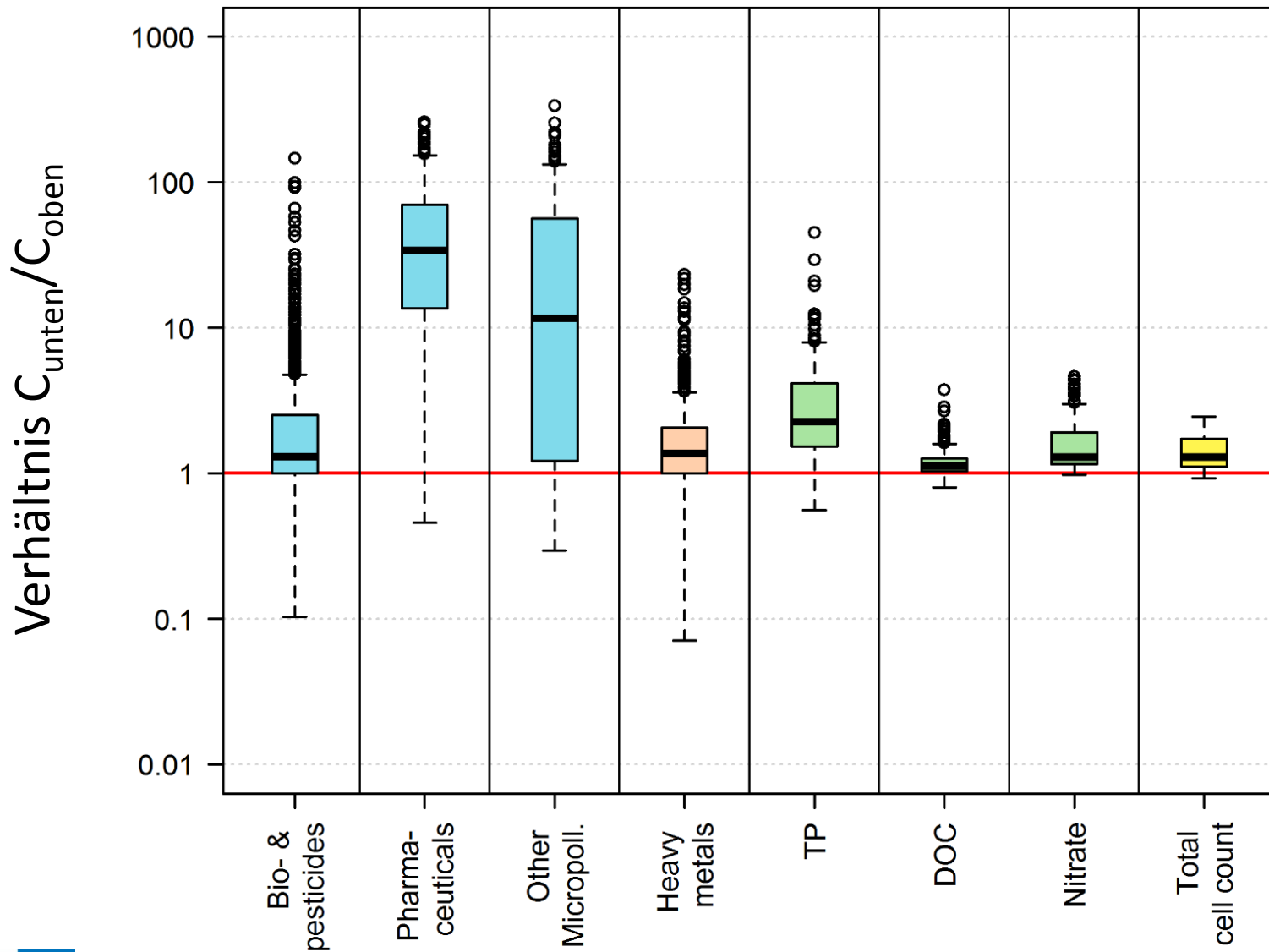
# EcolImpact: Standorte



## Auswahlkriterien:

- Abwasser oberhalb 0%
- Abwasser unterhalb > 20%
- Siedlung < 21%
- Spezialkulturen < 10%

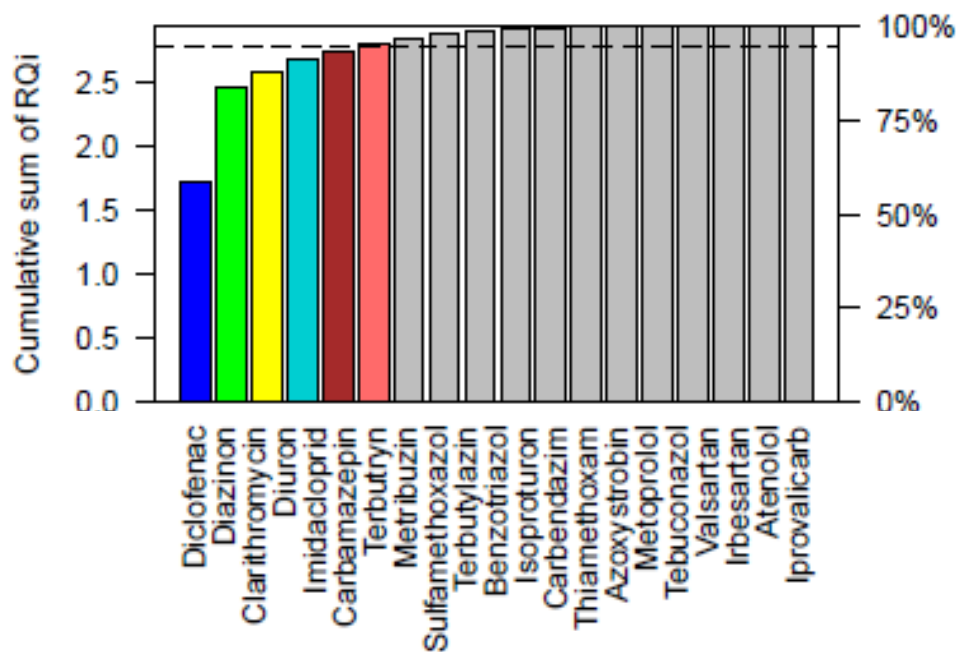
# EcolImpact: Wasserqualität



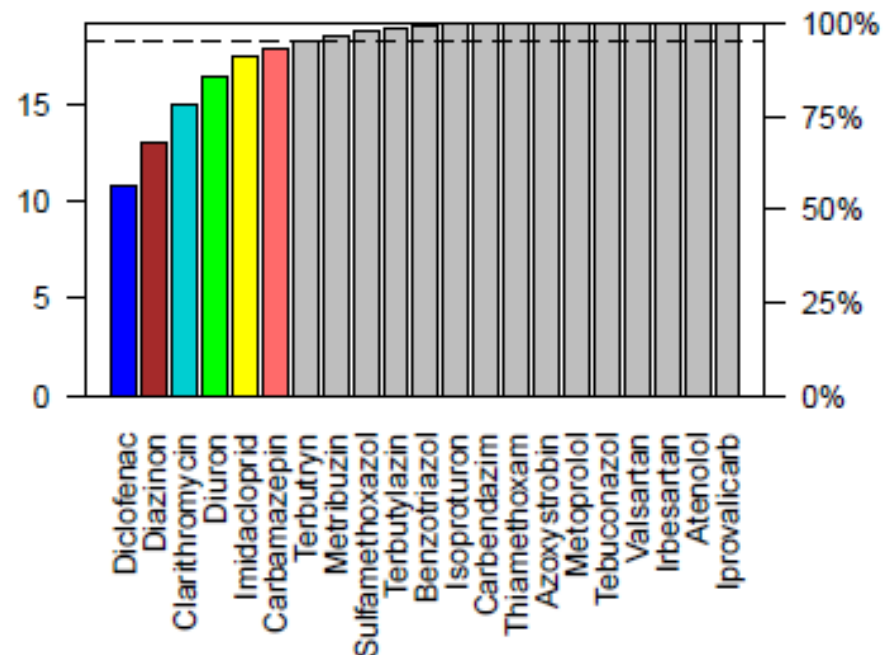


# EcolImpact: Mischungstoxizität

**Aadorf**

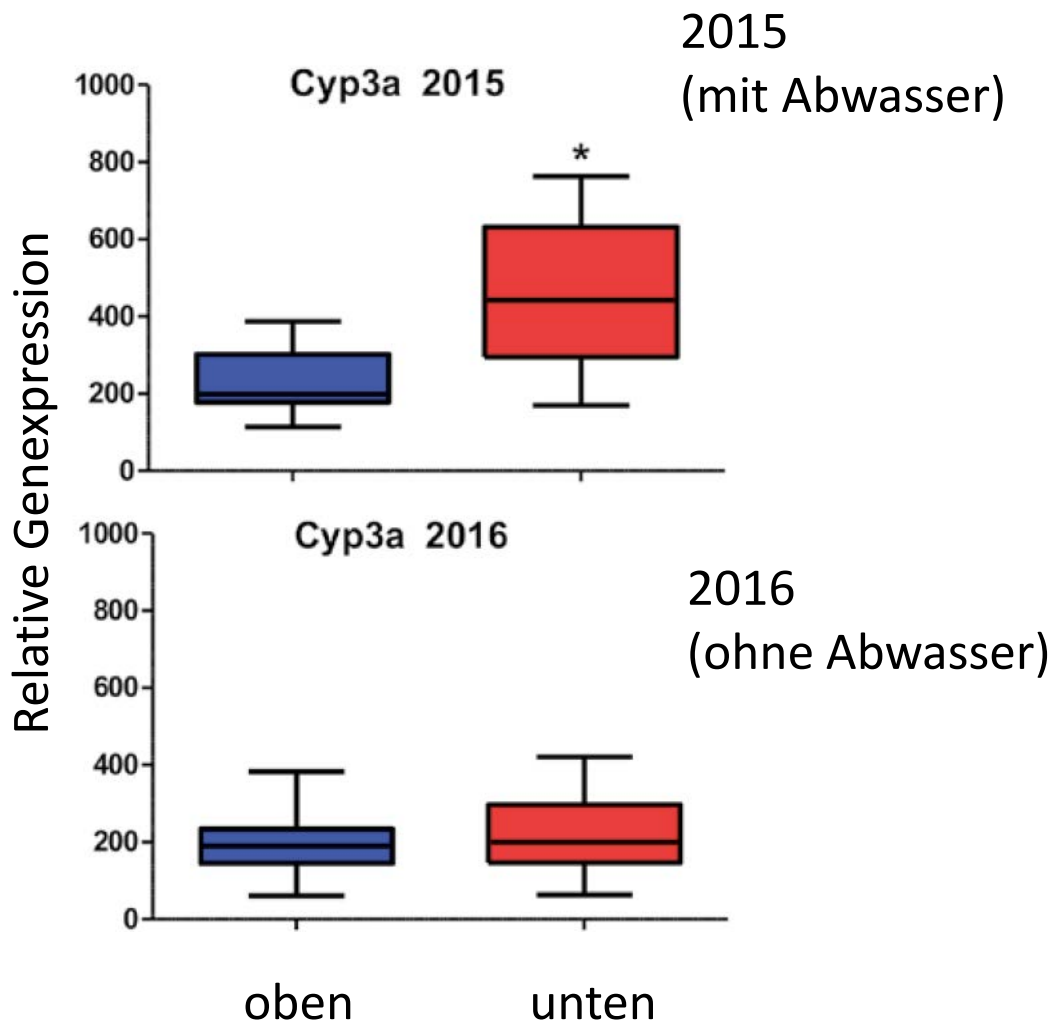


**Val-de-Ruz**



Wenige Substanzen scheinen das ökotoxikologisches Risiko zu dominieren  
Wichtige Rolle von Pestiziden

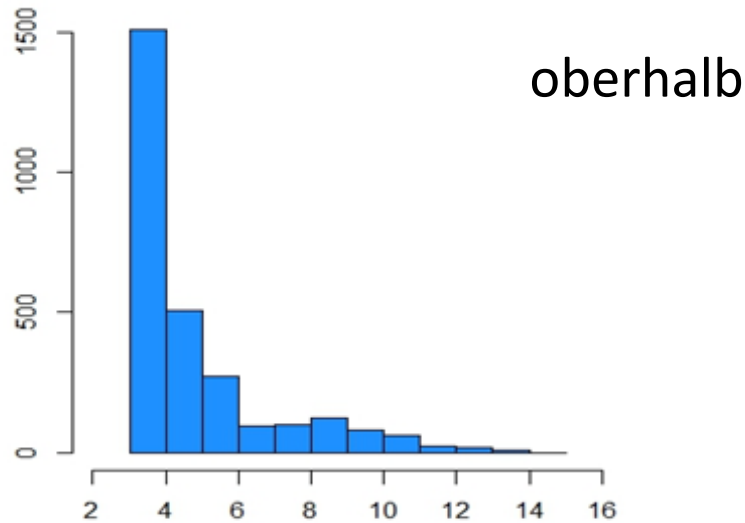
# Biologische Effekte: Genexpression



Herisau:

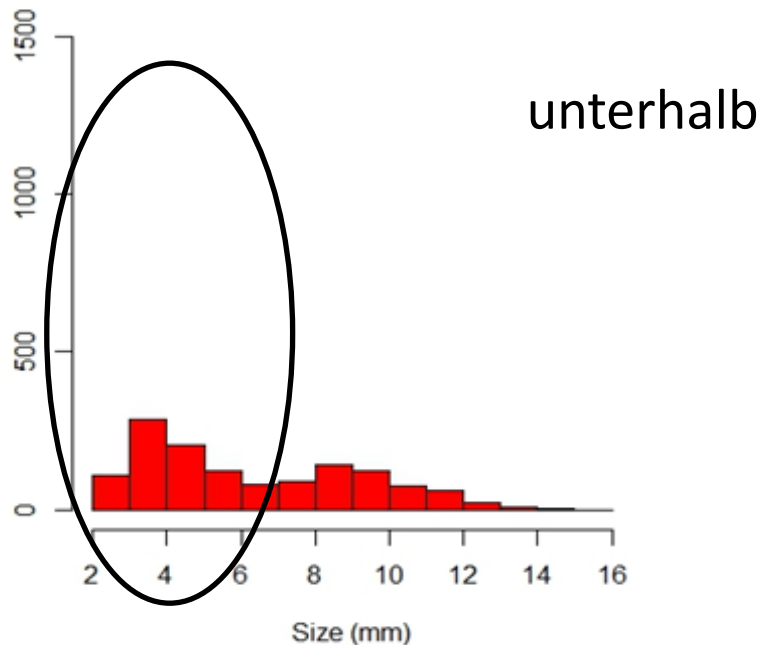
- Klare physiologische Stressantwort *in vivo*
- Verschiedene Entgiftungsmechanismen aktiviert
- Stress verschwindet bei Ableiten von Abwasser

# Biologische Effekte: Gammariden



Gleiches Muster an allen untersuchten Standorten (N = 3)

Juvenile Gammariden fehlen weitgehend



→ Hinweis auf veränderte Populationsstruktur

→ ev. Einwanderung von oberhalb

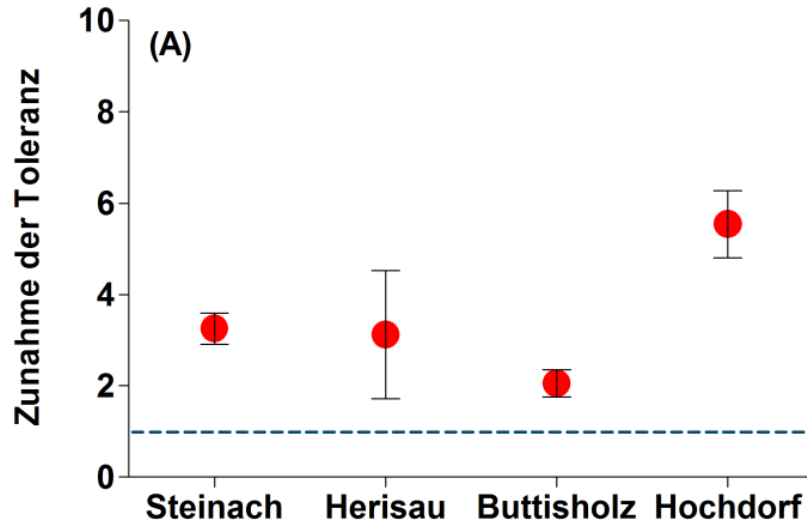
# Biologische Effekte: Periphyton

Taxon	Erhöht oben ■	Erhöht unten ■
A) Metazoa: Nematoda, Arthropoda	■ ■ ■	
B) Choanoflagellida, Rotifera	■ ■ ■	
C) Fungi: Chytridiomycota	■ ■ ■	■
D) Fungi: Ascomycota		
E) Fungi: Cryptomycota	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■
⋮	⋮	
N) Chlorophyta	■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
O) Bicosoa, Oomycota	■	■
P) Synurophyceae		■ ■ ■
Q) Bacillariophyceae: Cocconeis, Navicula	■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
R) Bacillariophyceae: Amphora, Craticula, Cymatopleura, Eolimna, Fragilaria, Halamphora, Pinnularia, Surinella, Staurosida, Stauroneis	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■
S) Bacillariophyceae: Achnantidium, Cymbella, Gomphonema	■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

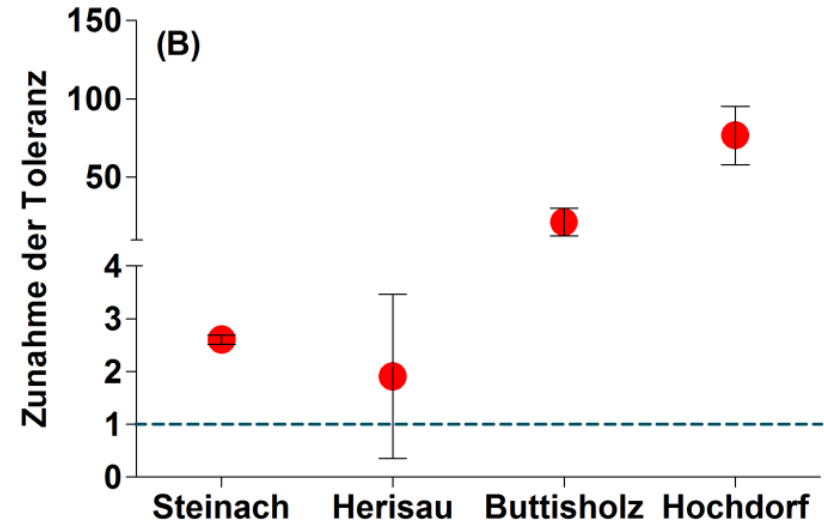
- Unterschiedliche Zusammensetzung des Biofilms ober- und unterhalb der Kläranlagen
- Gemeinschaften unterhalb der ARAs sind toleranter gegenüber organischen MV

# Biologische Effekte: Periphyton

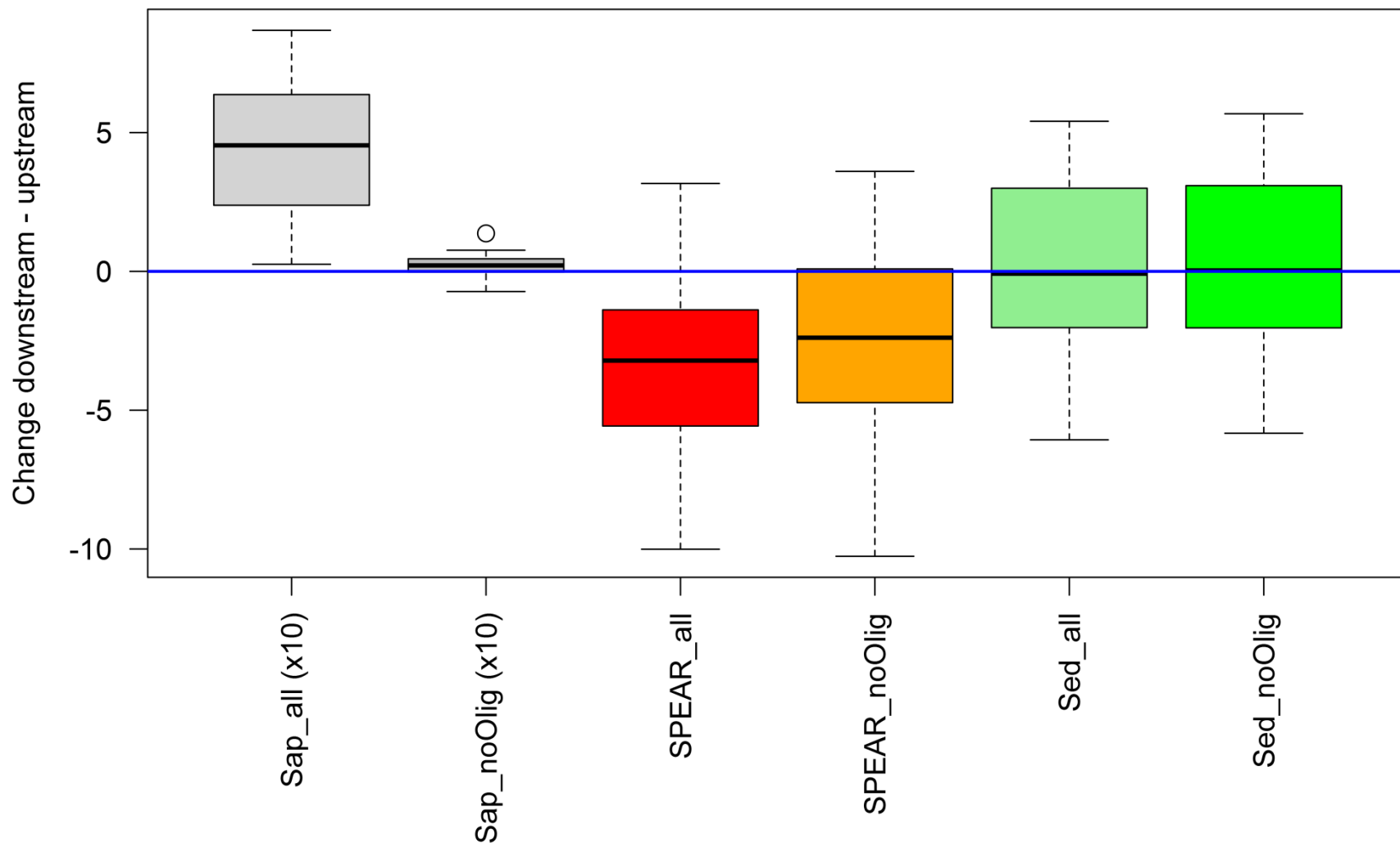
## Algen



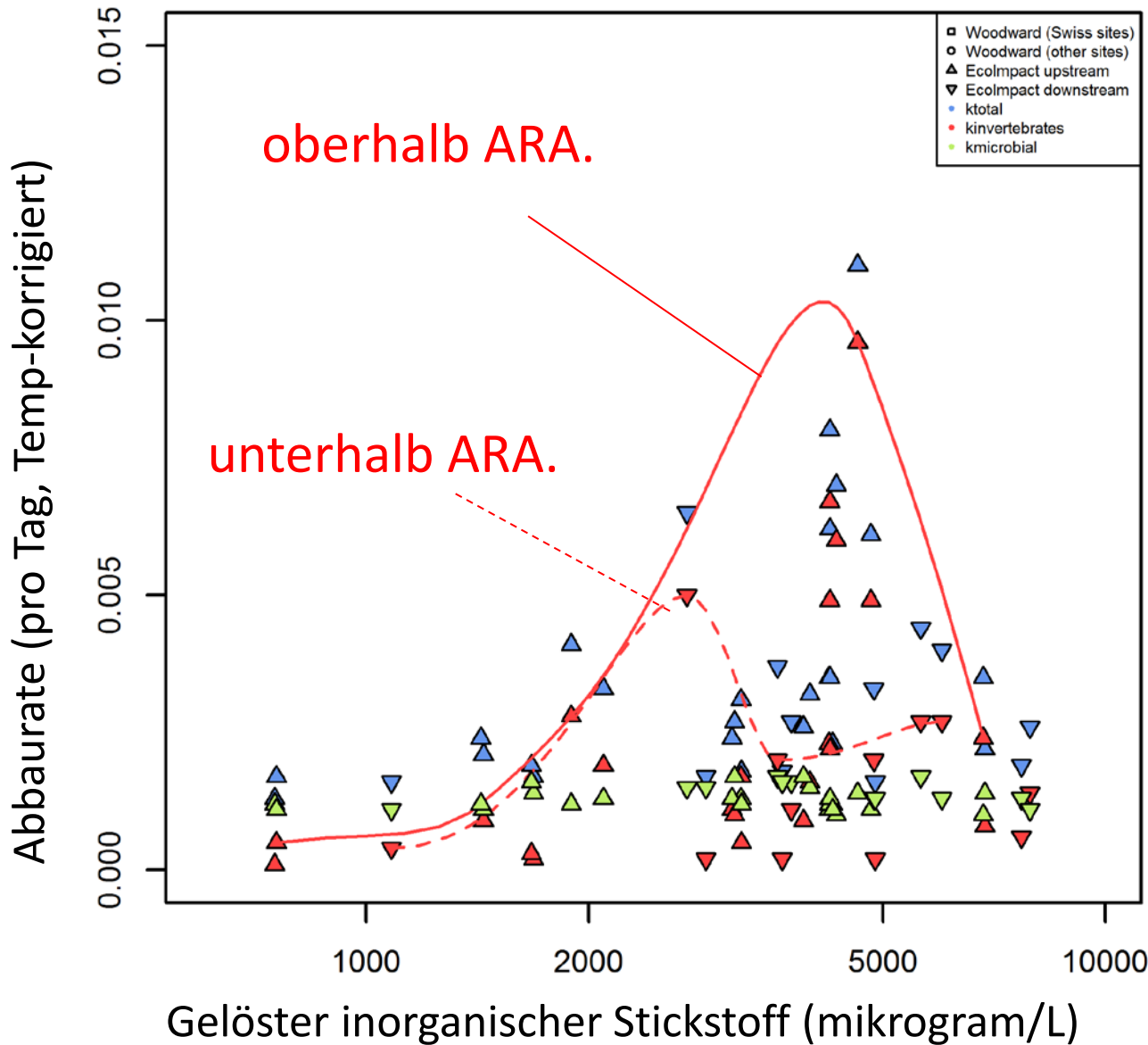
## Bakterien



# Biologische Effekte: Makroinvertebraten

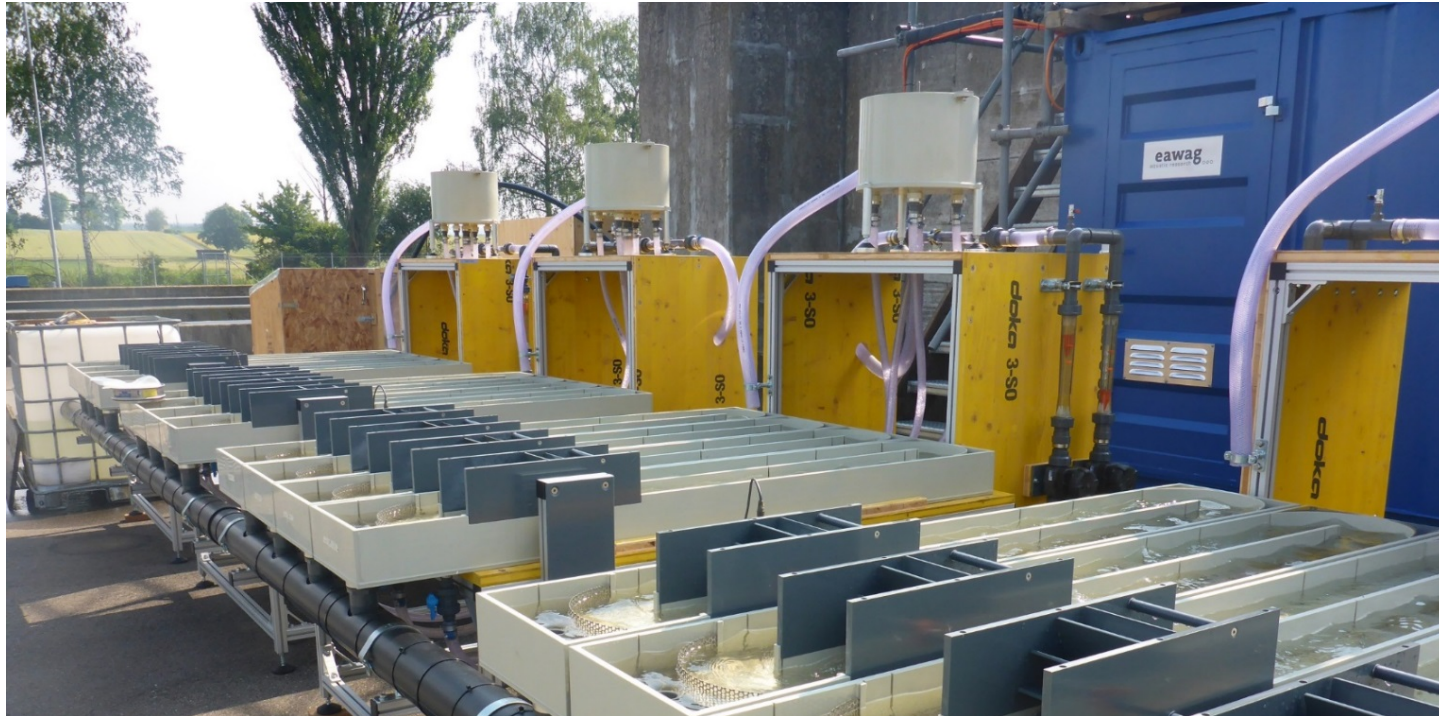


# Biologische Effekte: Abbauleistung



Starke Verminderung der Abbauleistung bei optimalen Nährstoffverhältnissen

# Ursachen-Analyse: Maiandros



## Exp. 1

- Glatt control
- 10% WW
- 50 % WW
- 90 % WW

## Exp. 2

- Glatt control
- CNP
- MP + CNP
- MP + C

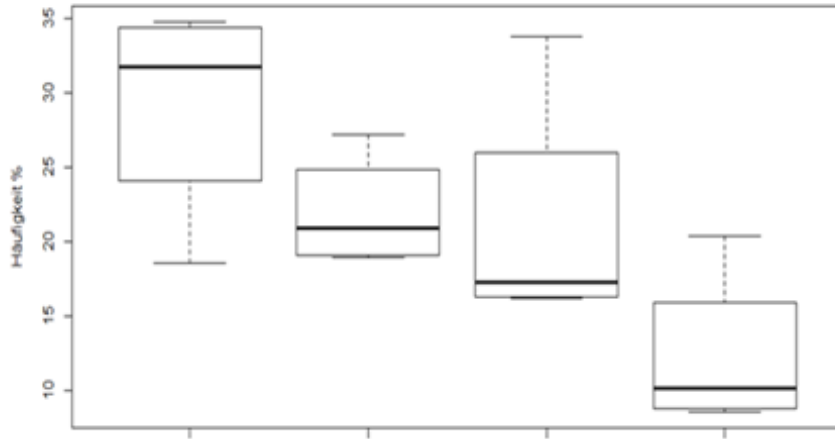
## Exp. 3

- Glatt control
- C (MeOH)
- MP + CNP
- MP + C



# MV und Diatomeen

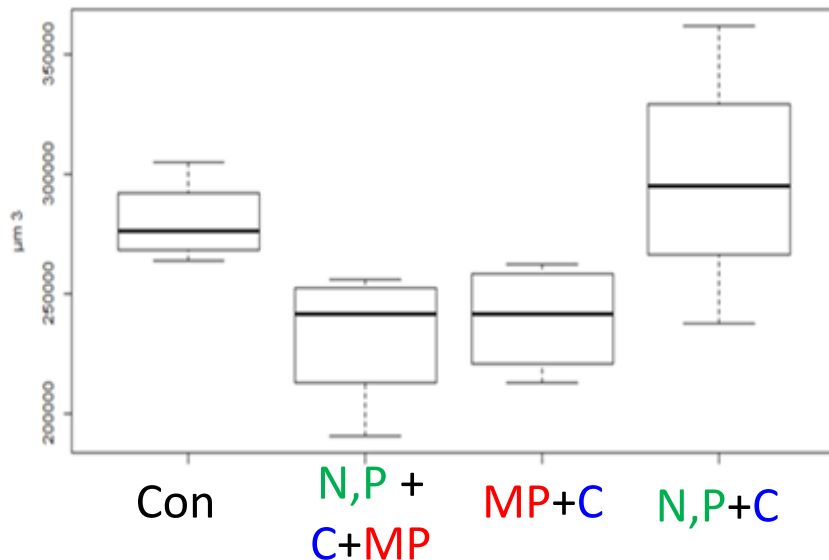
## Empfindliche Arten (%)



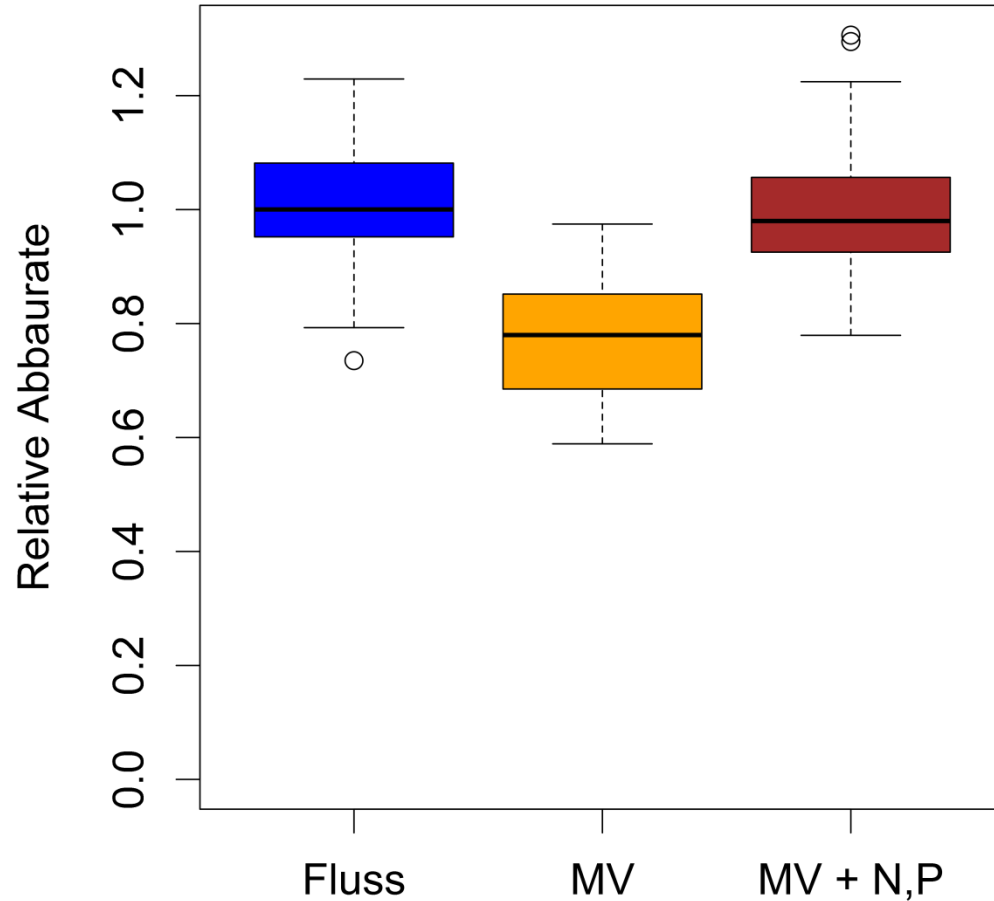
Mischung aus 17 MV  
beeinflusst:

- Artenzusammensetzung
- Zellvolumina

## Zellvolumen (500 Schalen)



# MV und heterotropher Abbau

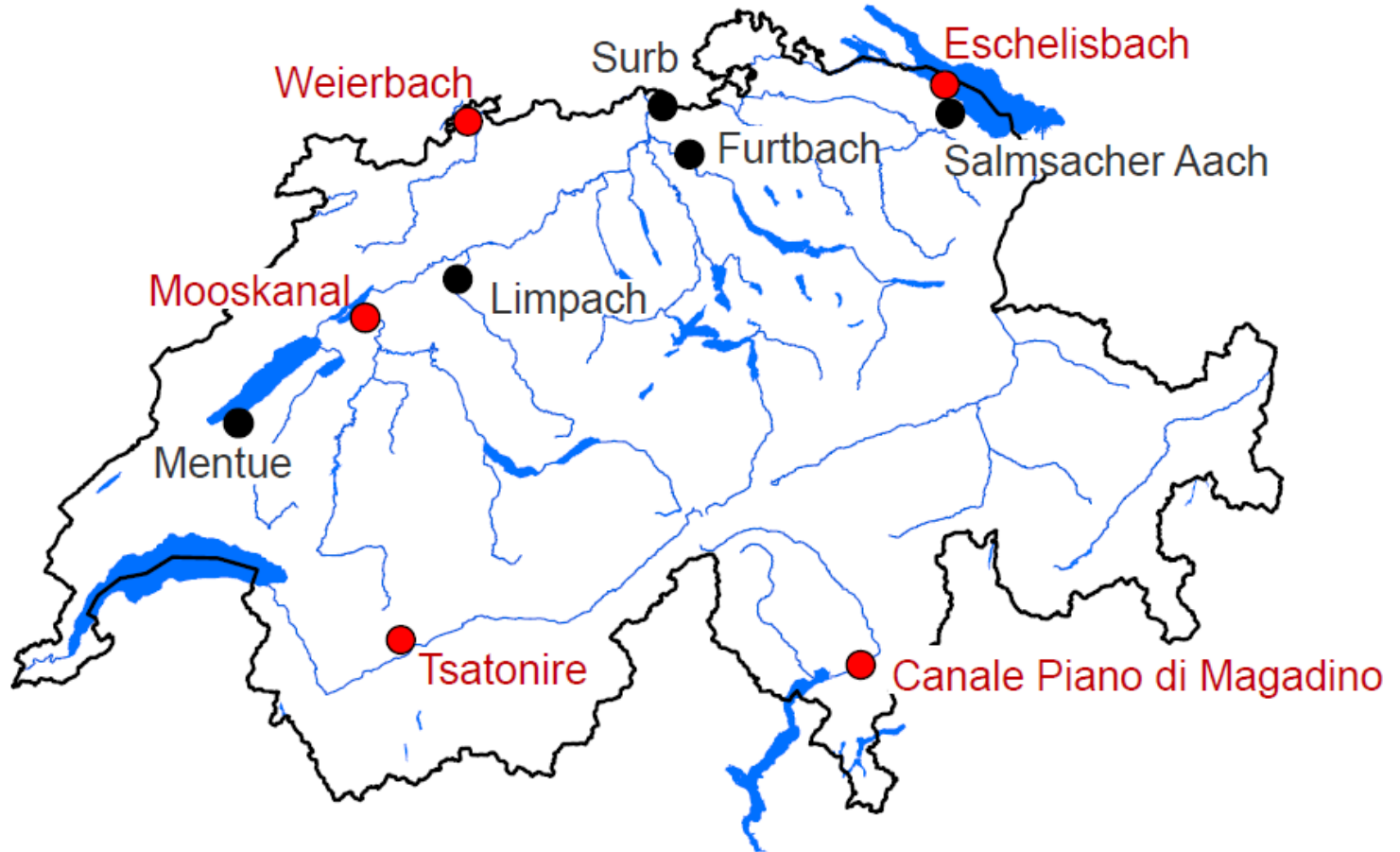


- MV vermindern mikrobielle Abbauleistung
  - Nährstoffe kompensieren diesen Effekt
- **MV scheinen physiologische Kosten zu verursachen**

# Vorläufige Schlussfolgerungen

- Klare Auswirkungen von Abwasser auf biologische Endpunkte auf verschiedenen Ebenen der biologischen Organisation
- Verschiedene Effekte (Genexpression, PICT Toleranz, Abnahme SPEAR) deuten auf MV als kausale Ursachen hin
- Rinnen-Experimente zeigen z.T. entgegengesetzte Wirkungen Effekte von MV und Nährstoffen
- Im Feld überlagern sich die Wirkungen verschiedener Einflussfaktoren (Nährstoffe, MV, Mikroorganismen etc.)
- Klärung der ökologischen Rolle von MV nur durch (quasi-) experimentelle Ansätze

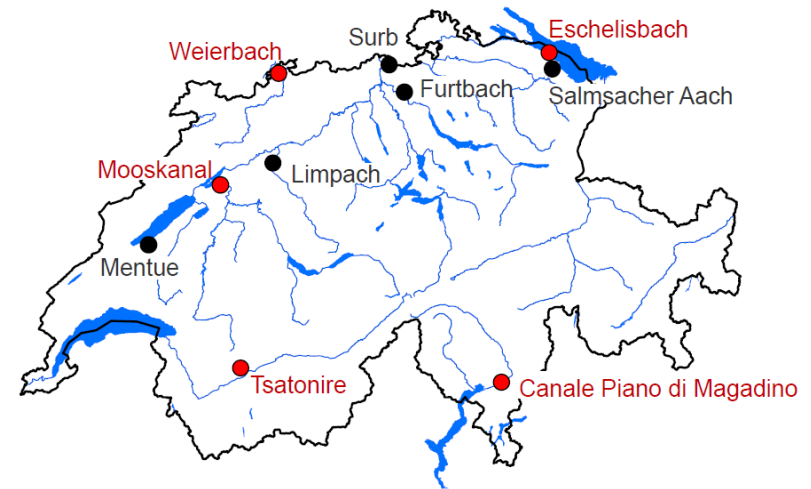
# PSM in landwirtschaftlichen EZG



Quelle: Bundesamt für Landestopographie (Art.30 Geo IV): 5704 000 000; reproduziert mit Bewilligung von Swisstopo / JA100119.

# PSM in landwirtschaftlichen EZG

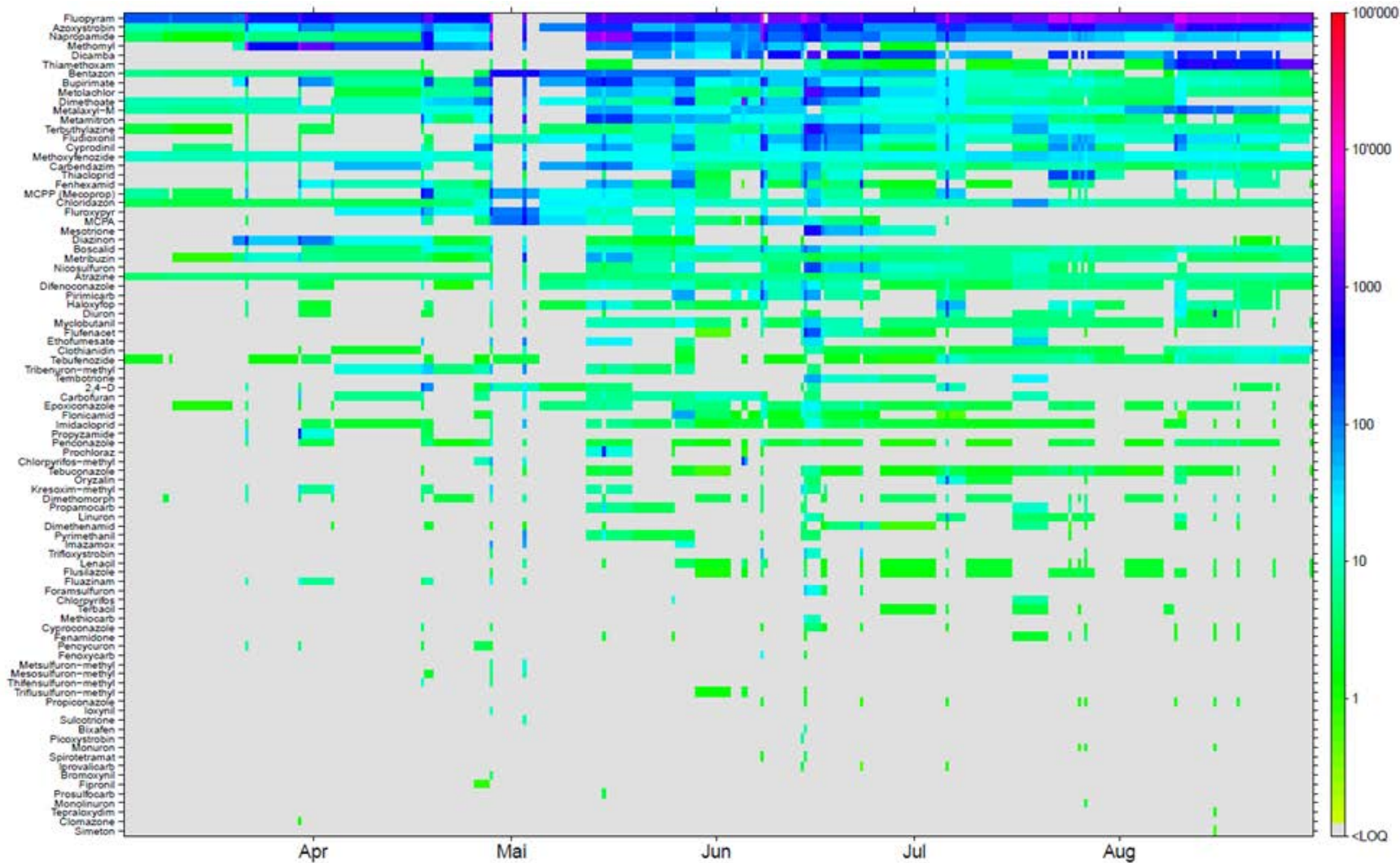
- Möglichst breite PSM-Erfassung (70%)
- Vollständige zeitliche Abdeckung (März – August)
- Erfassung von Einzelereignissen (1/2 d-Mischproben)
- Zusammenarbeit Bund - Kantone - Forschung



Quelle: Bundesamt für Landestopographie (Art.30 Geo IV): 5704 000 000; reproduziert mit Bewilligung von Swisstopo / JA100119.

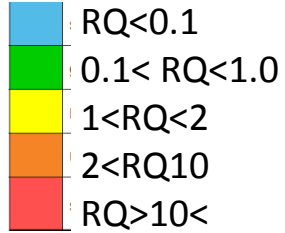
# PSM in landwirtschaftlichen EZG

Konzentrationen (ng/L)



Spycher et al., in Vorb.

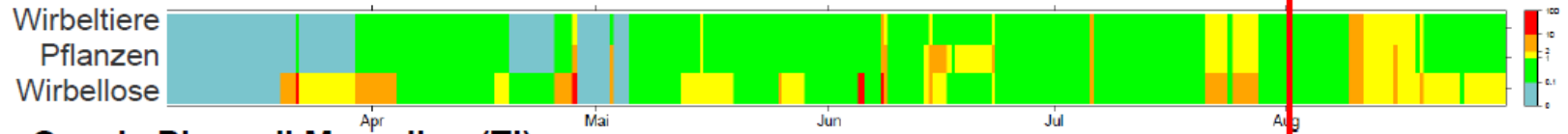
# PSM in landwirtschaftlichen EZG



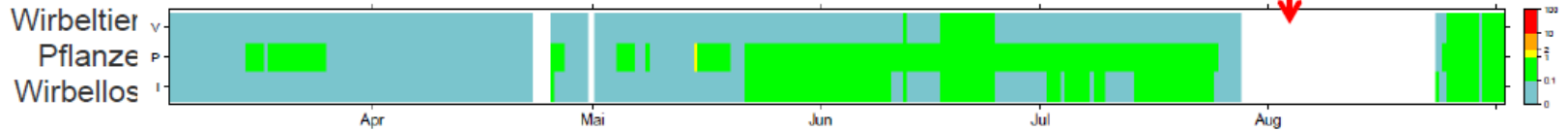
**Akutes Risiko**

**Keine Proben**

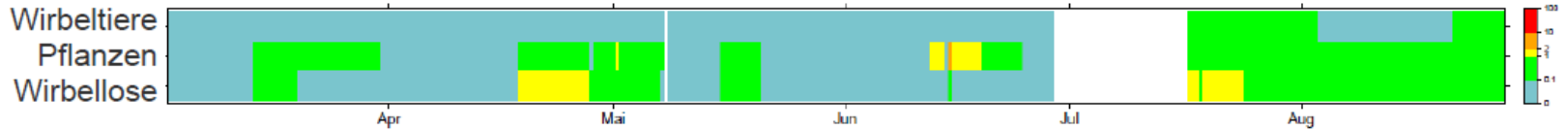
## Eschelisbach (TG)



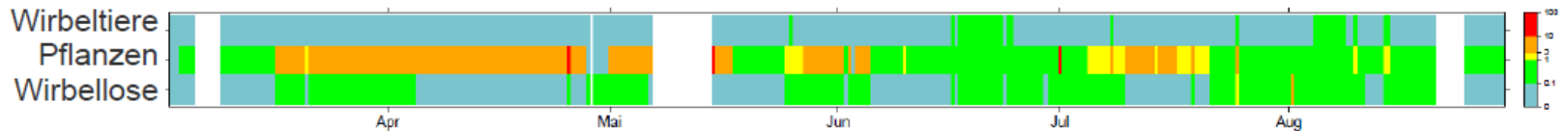
## Canale Piano di Magadino (TI)



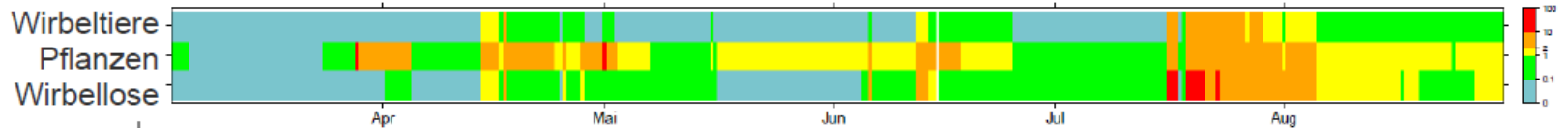
## Mooskanal (BE)



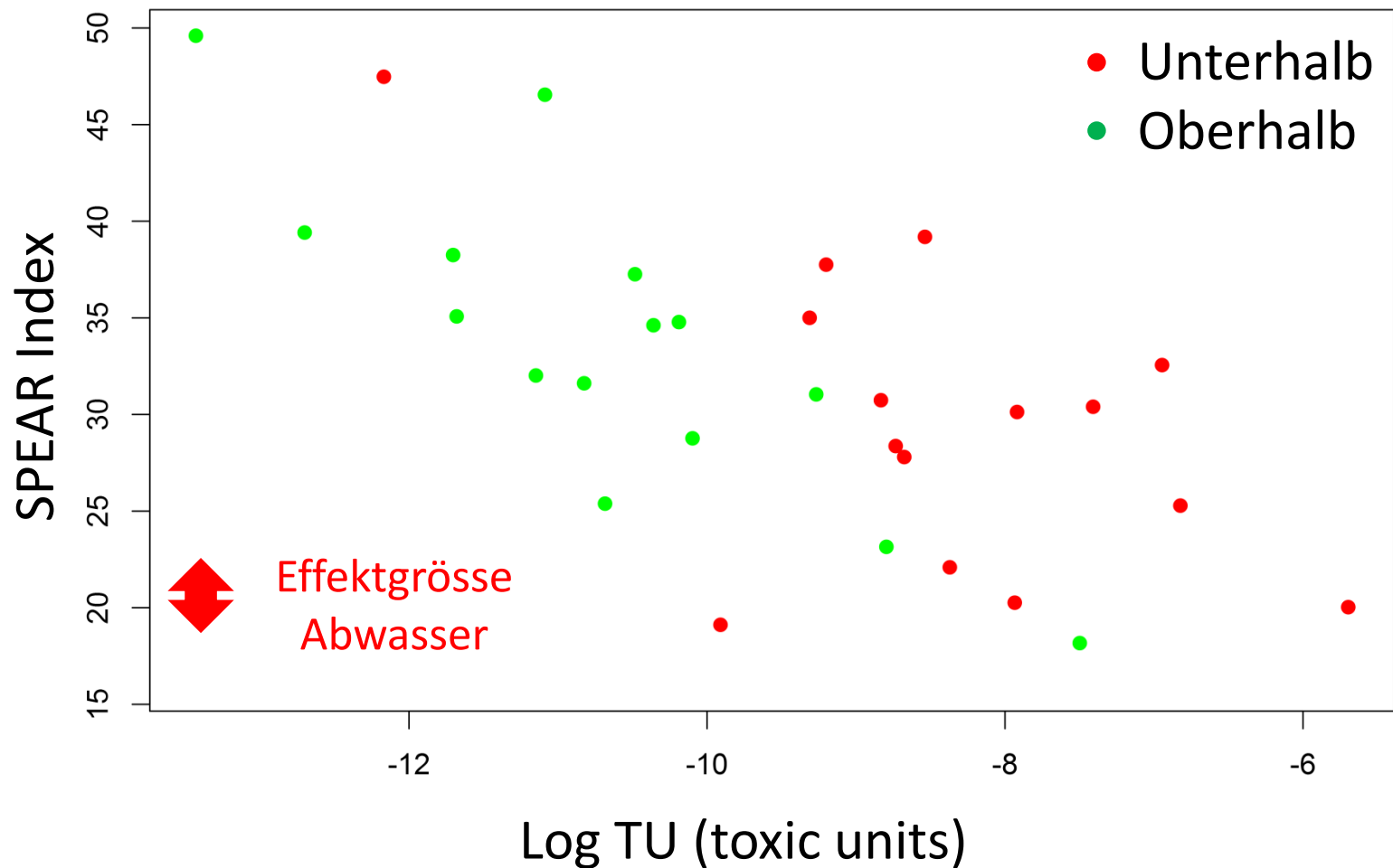
## Tsatonire (VS)



## Weierbach (BL)



# Effekte auf Makroinvertebraten





# Fazit

- Verschiedene Quellen je nach Landnutzung
- Abwasser verursacht verschiedenste biologische Effekte
- Landwirtschaft führt zu erheblichen Pestizid-Belastungen (über lange Zeiträume, chronische und akute Belastungen, Vielzahl von Stoffen)
- Für Makroinvertebraten scheinen Effekte durch Abwasser eher klein verglichen mit landwirtschaftlichen Pestizideinträgen



# Dank

Frank Burdon, Marta Reyes, Urs Schönenberger, Ahmed Tlili, Stefan Fischer, Nicole Munz, Renata Behra, Barbara Spycher, Cornelia Kienle, Katja Räsänen, Rik Eggen, Heinz Singer, David Kistler, Madeleine Langmeier und das AUA Team, Adriano Joss, Christoph Ort, Martin Ackermann, Simon Mangold, Scott Tiegs, Yaohui Bai + das ganze Ecolmpact Team

Marion Junghans, Tobias Doppler, Simon Spycher, Simon Mangold, Silwan Daouk + ganze NAWA SPEZ Team

Aquabug (Pascal Stucki & Team) für die Erhebung der Makroinvertebraten,  
Finanzierung: Eawag, BAFU, Oekotoxzentrum





**Danke für die  
Aufmerksamkeit!**

