

# Mikroverunreinigungen im Abwasser und Oberflächengewässern – ein Überblick

Eawag Infotag, 3. September 2015

Christa S. McArdell  
[Christa.mcardell@eawag.ch](mailto:Christa.mcardell@eawag.ch)  
Abteilung Umweltchemie

# Inhalt und Einführung

- ✓ Eintragspfade und Stoffvielfalt
- ✓ Effekte in der Umwelt
- ✓ Analyse von Mikroverunreinigungen
- ✓ Beispiele für verschiedene Einträge
- ✓ Massnahmen zur Reduktion

## Mikroverunreinigungen:

- Stoffe im Konzentrationsbereich Millionstel-Gramm pro Liter ( $\mu\text{g/L}$ ) oder kleiner
- Stoffe können einen Effekt auf Organismen und das Oekosystem haben
- **Z.B. Pestizide, Biozide, Arzneimittel, Schwermetalle**

Beispiel: 1 t/Jahr Gebrauch im Schweizer Haushalt

Annahmen: alles geht ins Wasser, Wasserverbrauch 300L/Person\_Tag,  
keine Elimination in Kläranlage, Verdünnung ins Gewässer Faktor 10

➤ 0.1  $\mu\text{g/L}$  durchschnittliche Konzentration im Gewässer

# Eintragungspfade in den Wasserzyklus

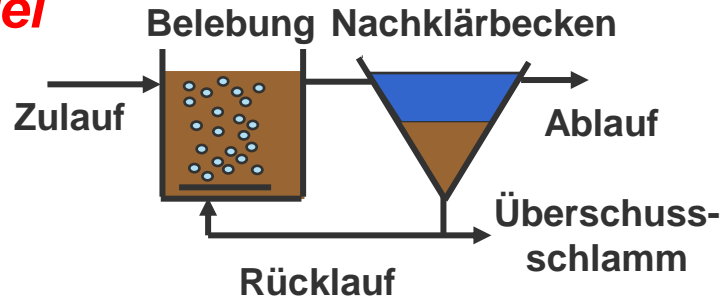


# Kläranlagen in der Schweiz

## Probleme:

1950

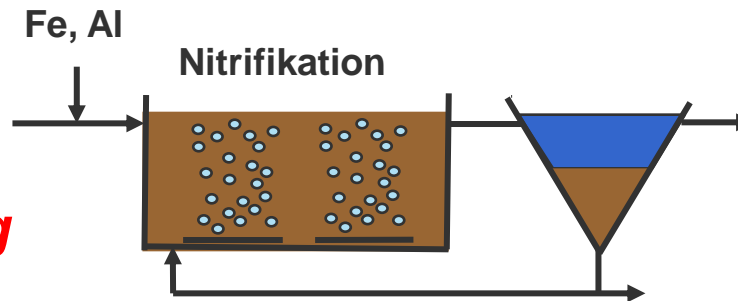
## Sauerstoffmangel



Biologisch abbaubare organische Stoffe (BSB)

1960

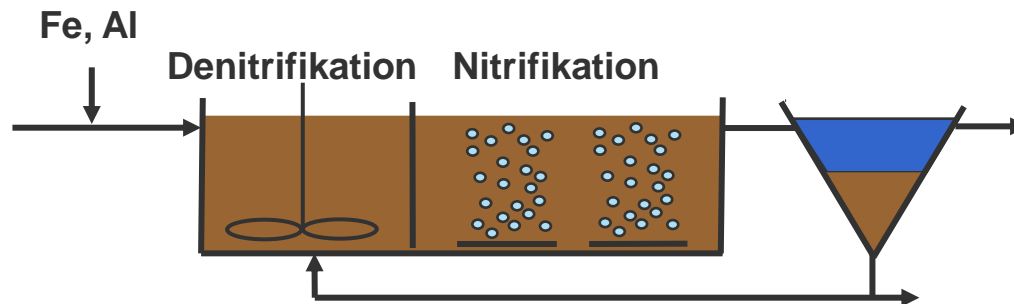
## Fischtoxizität



Ammonium Phosphat

1970

## Eutrophierung



Nitrat

1980

➤ Deutliche Verbesserung der Gewässerqualität

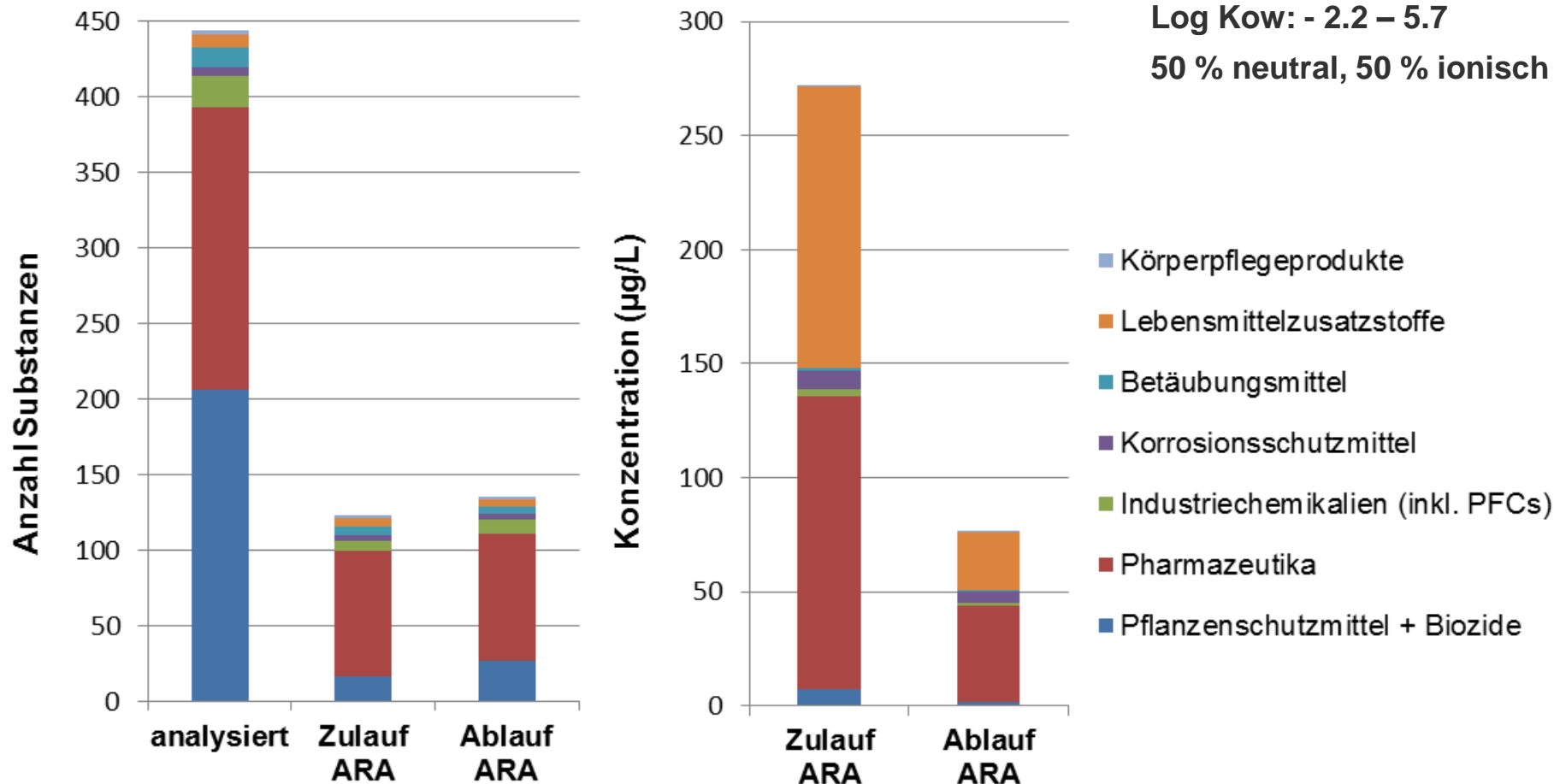
# Mikroverunreinigungen in neun Schweizer ARAs <sup>-5-</sup>

## ➤ Eawag LC/MS/MS screening Liste (444, inklusive Metaboliten)

MW: 120 – 915 g/mol

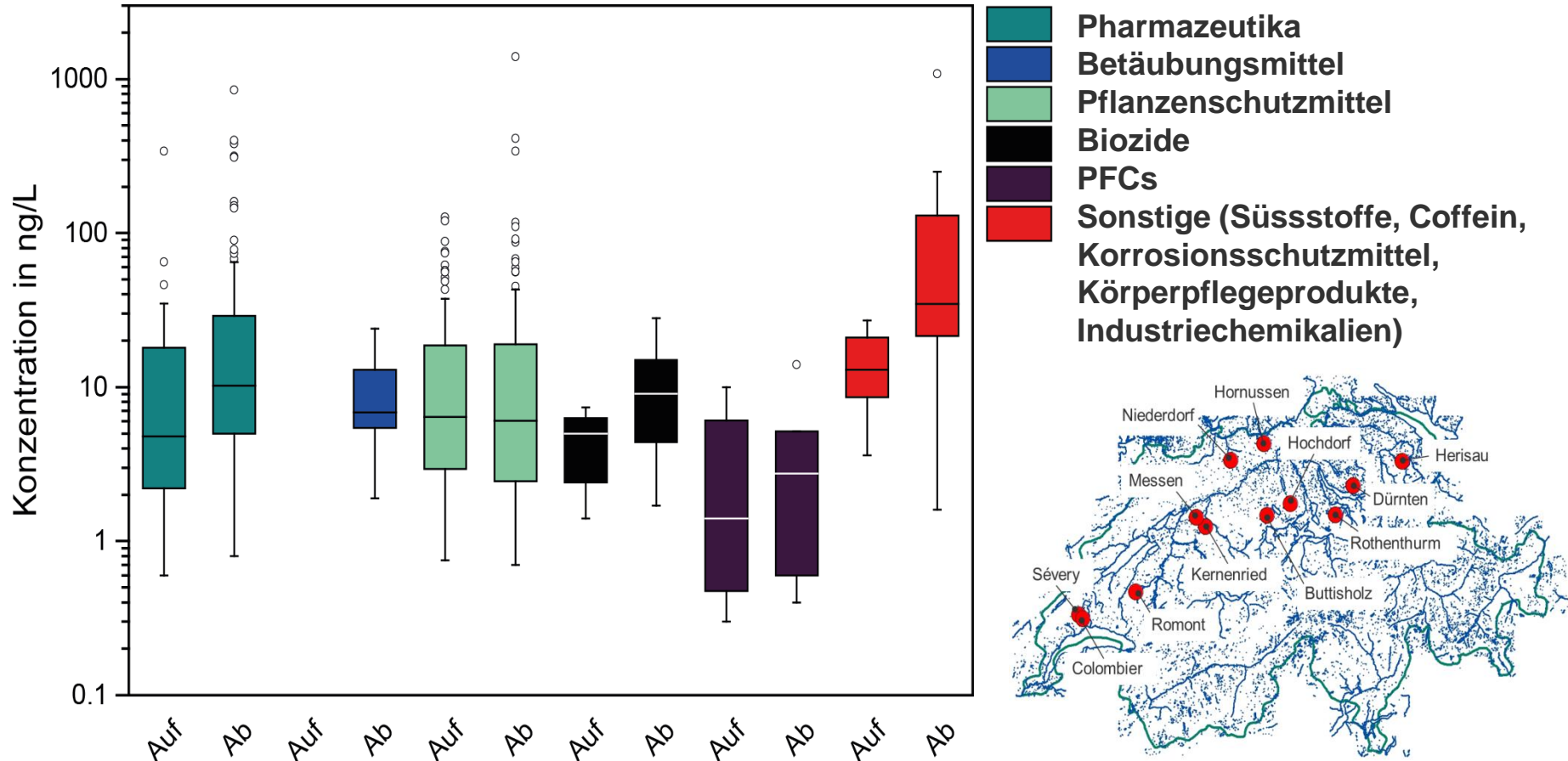
Log Kow: - 2.2 – 5.7

50 % neutral, 50 % ionisch



# Screening Fließgewässer

Konzentrationen von Substanzgruppen flussauf- und flussabwärts von zwölf Kläranlagenabläufe



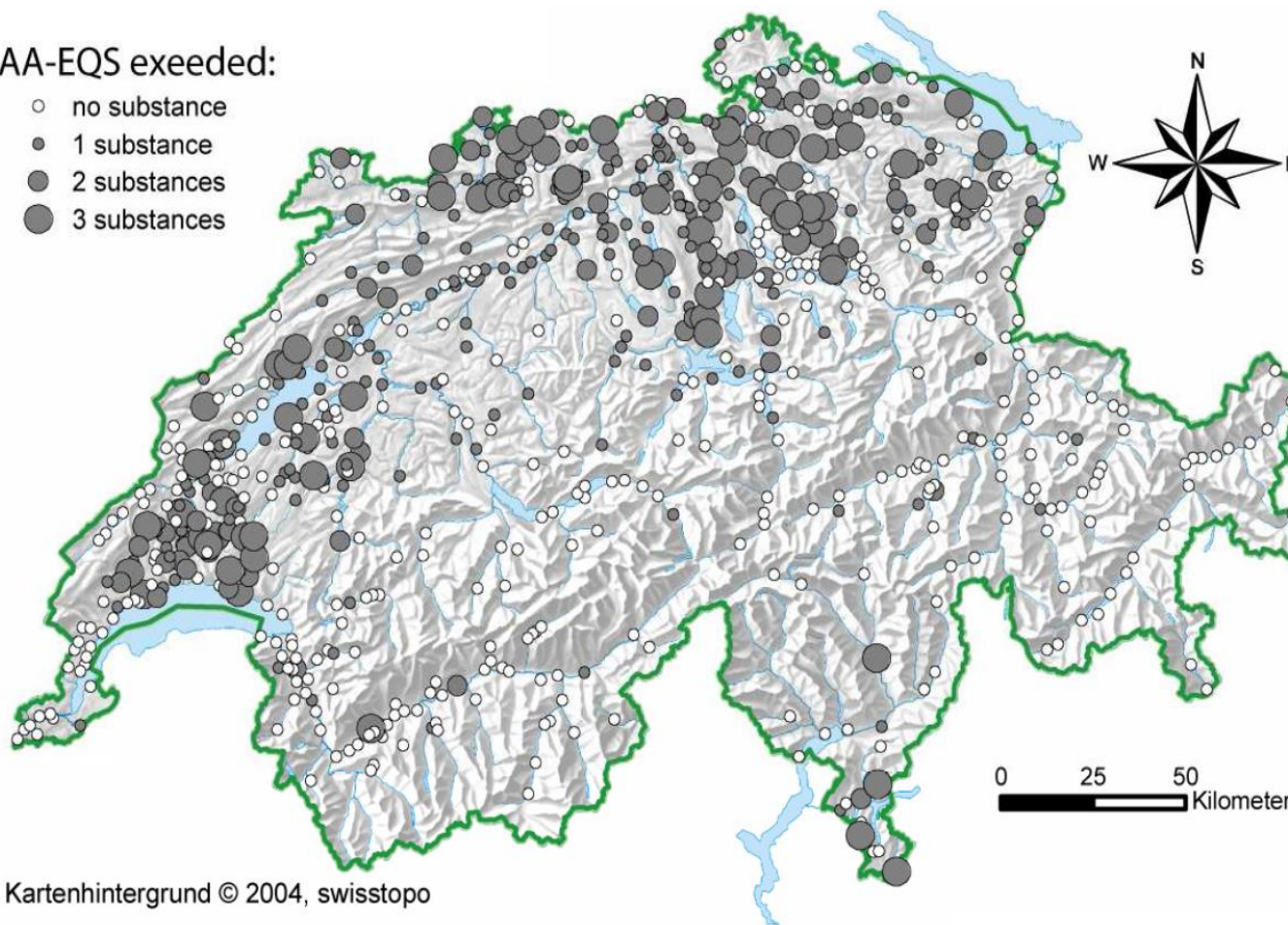
# Überschreitung der chronischen Qualitätskriterien

Überschreitungen der Umwelt-Qualitätskriterien für jährlichen Durchschnitt (AA-EQS) für 6

Substanzen (Atenolol, Benzotriazol, Carbamazepin, Clarithromycin, Diclofenac, Sulfamethoxazol):

AA-EQS exceeded:

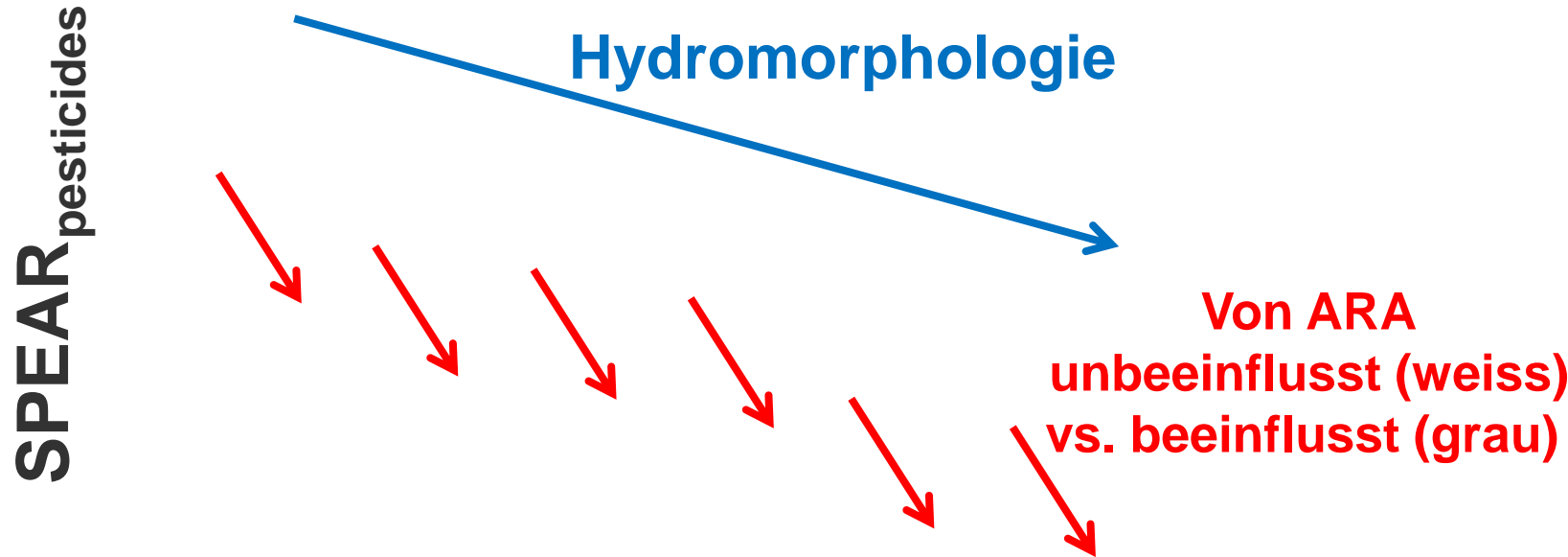
- no substance
- 1 substance
- 2 substances
- 3 substances



Beurteilung von 543  
Gewässerabschnitten  
unterhalb von ARA

# Ökologischer Zustand der Gewässer

## Effekte von Pestiziden auf Gemeinschaft der Makroinvertebraten



*No Copyright for figure*



# Erfassung von (polaren) Mikroverunreinigungen

LC-HRMS (LTQ-Orbitrap)

Hoch aufgelöster FullScan & MSMS Fragmentierung

Target Analyse

Auswahl  
10-500

Bekannte  
Substanzen



Non-target Analyse

übrige Massen  
 $\infty$

Unbekannte  
Substanzen

- x Standard-Kalibration
- x manuelle Auswertung
- x exakte Quantifizierung

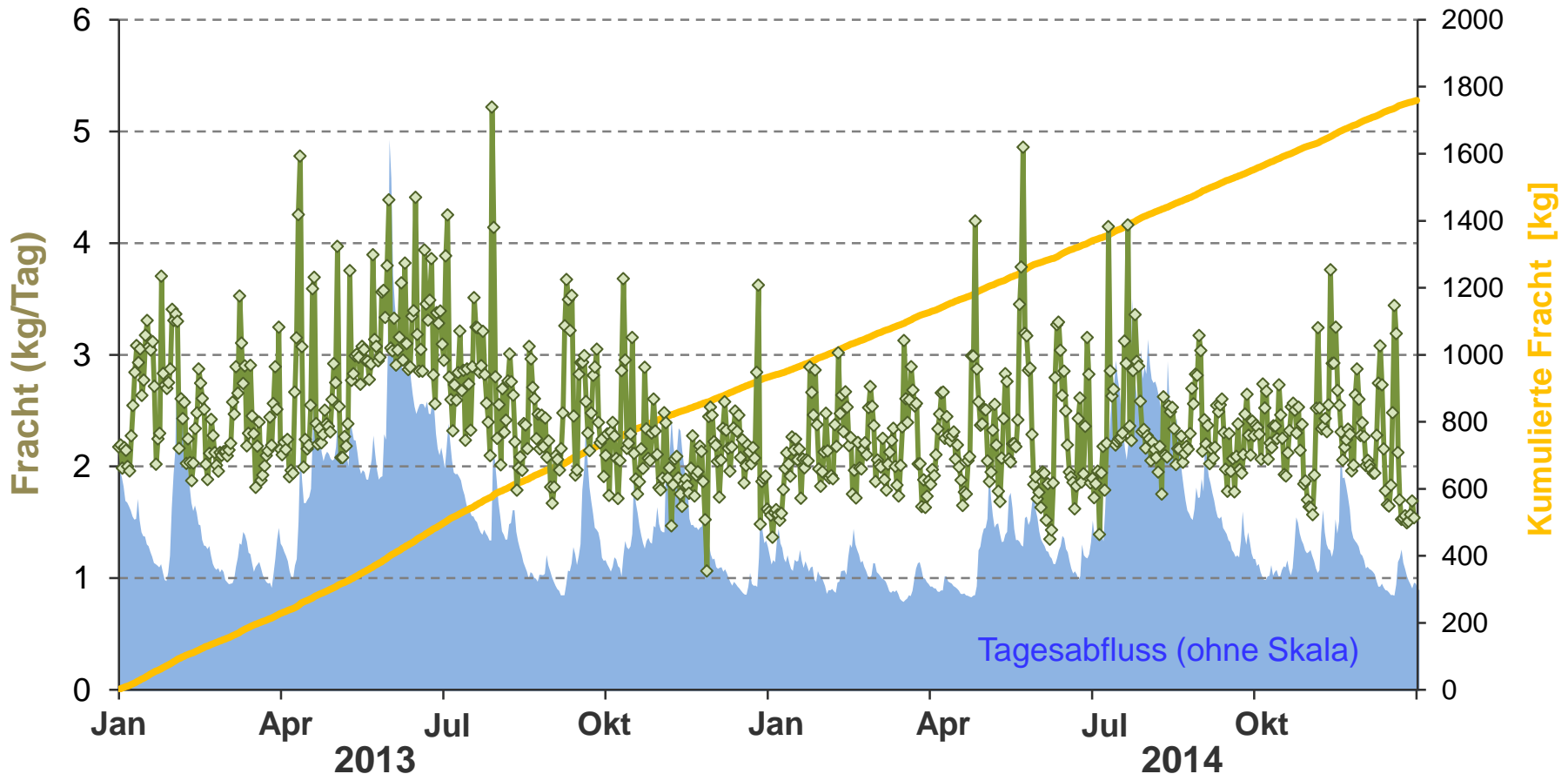
- x keine Kalibration
- x nur automatisiert auswertbar
- x Konzentrationen abgeschätzt

# Carbamazepin 2013/14, Weil am Rhein

Fracht und kumulierte Fracht von 24 h Mischproben

Keine Elimination in ARA

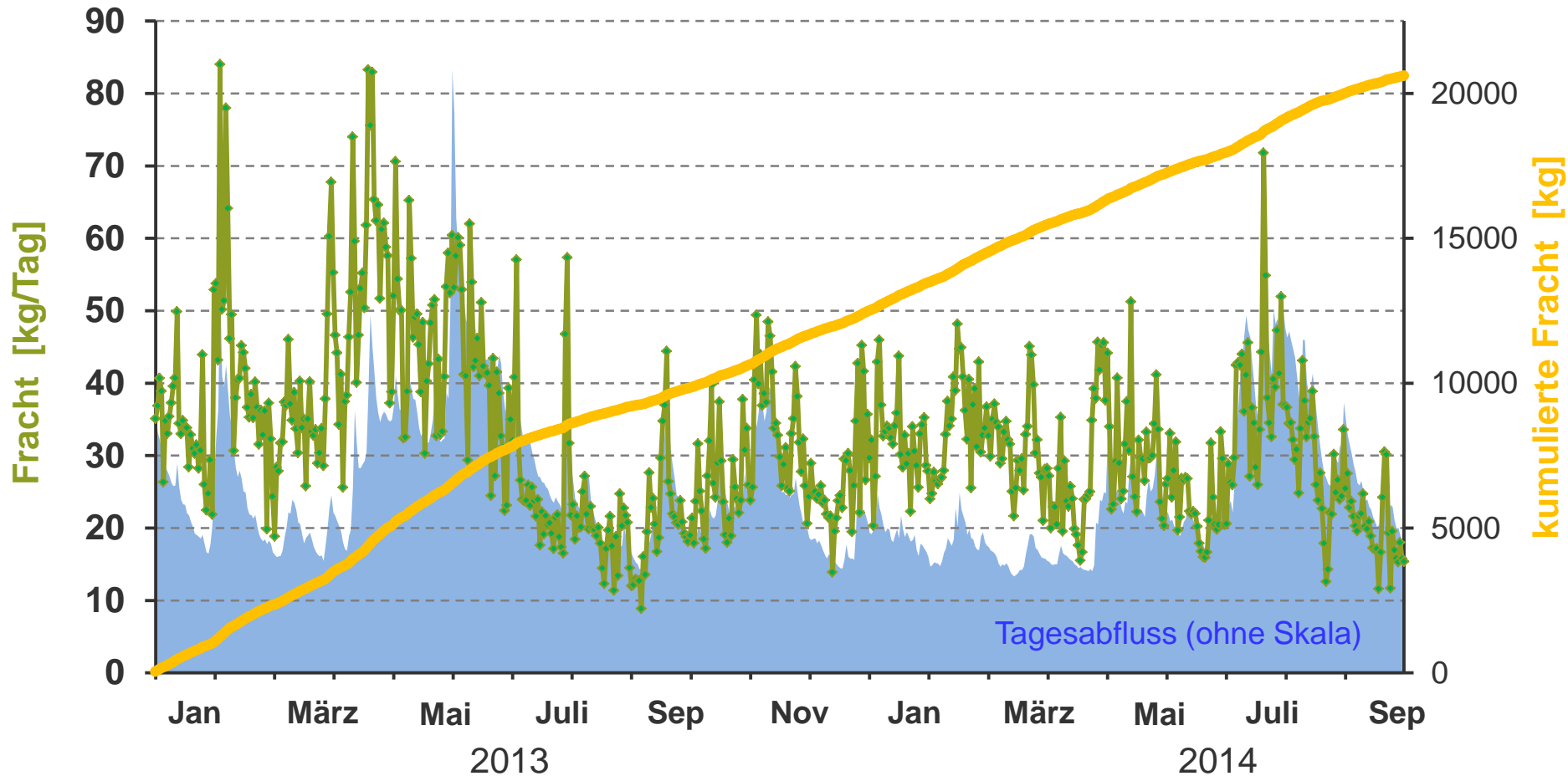
Verbrauch: 3900 kg (2009), Ausscheidung: 1000 kg, erwartet im Rhein (80%): 800 kg



Daten: Rhine monitoring station bei Weil am Rhein, Amt für Umwelt und Energie Basel

# Metformin 2013/14, Weil am Rhein

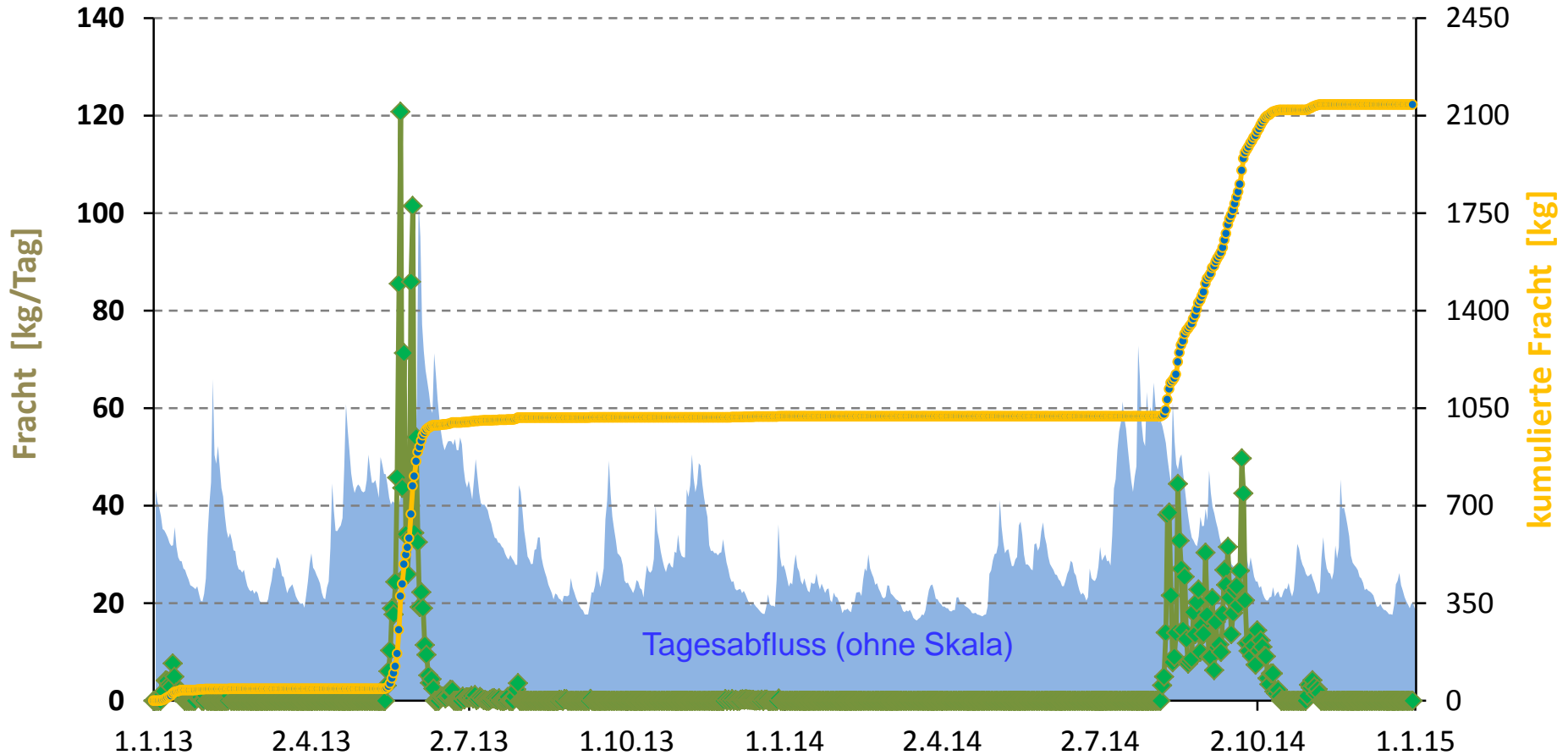
Gute Elimination in ARA (90%)  
Einträge aus Mischwasserüberläufen



Daten: Rhine monitoring station bei Weil am Rhein, Amt für Umwelt und Energie Basel

# N,N-didesmethylvenlafaxin 2013/14

Einträge von Punktquelle (Industrie)

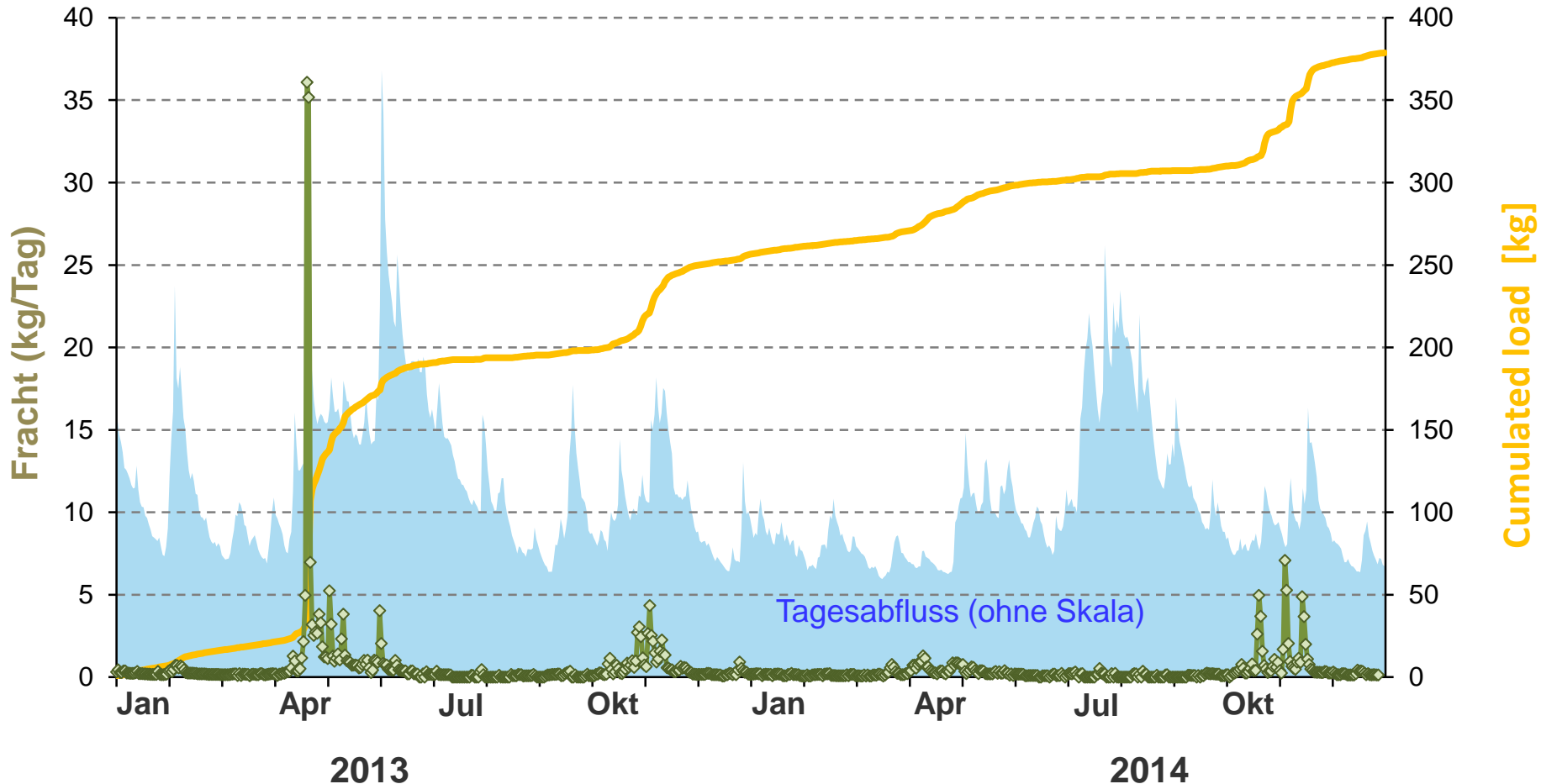


Daten: Rhine monitoring station bei Weil am Rhein, Amt für Umwelt und Energie Basel

# Isoproturon 2013/14, Weil am Rhein

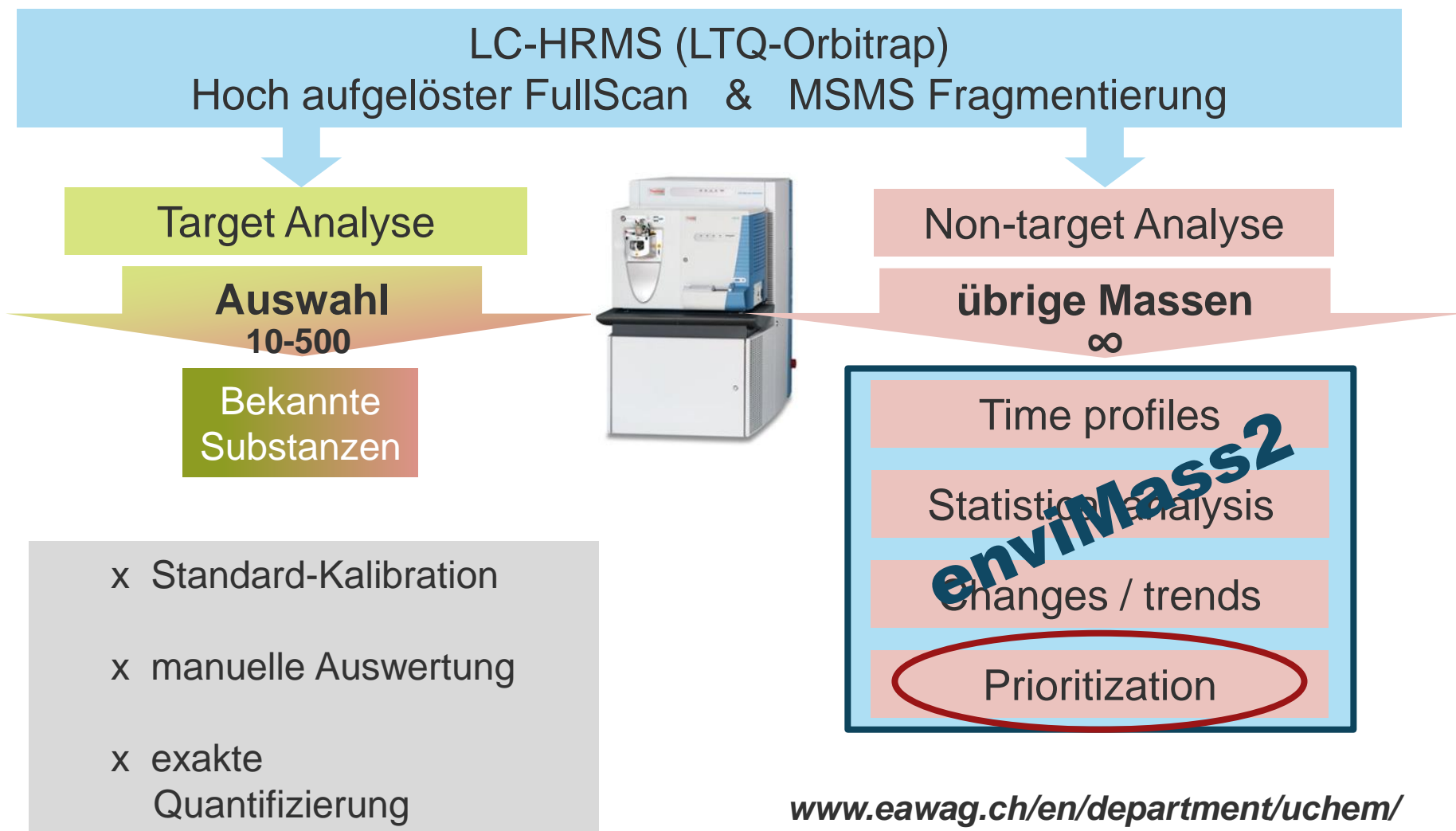
Einträge aus Landwirtschaft

Konzentration: 0.002 – 0.18 µg/L



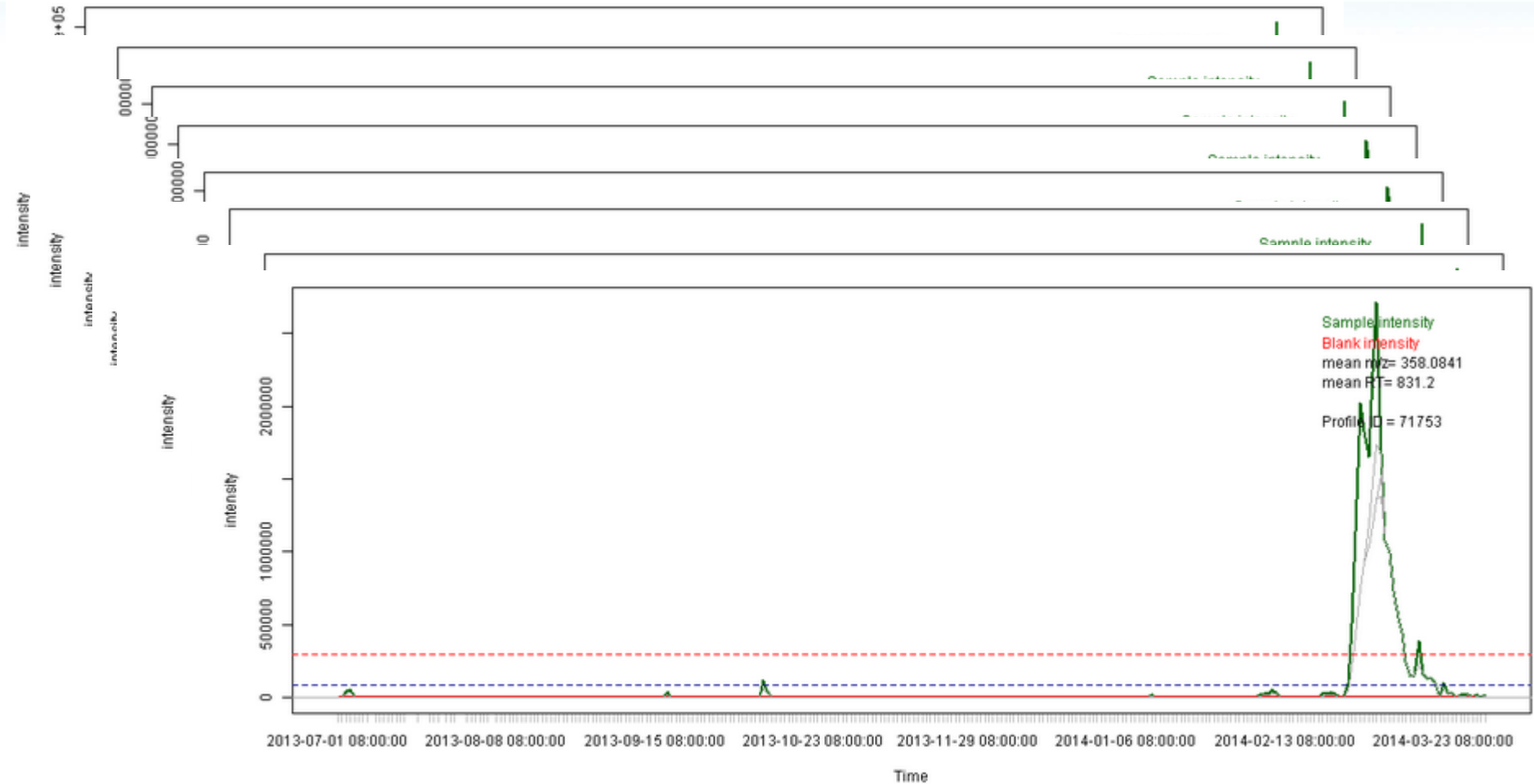
Daten: Rhine monitoring station bei Weil am Rhein, Amt für Umwelt und Energie Basel  
Ruff et al (2013) Aqua & Gas 5, 16-25

# Erfassung von (polaren) Mikroverunreinigungen



[www.eawag.ch/en/departement/uchem/software/envimass/](http://www.eawag.ch/en/departement/uchem/software/envimass/)

# Punkteintrag Indomethacin, Weil am Rhein



March 2014	1	2	3	4	5	6	7	8
------------	---	---	---	---	---	---	---	---

Konzentration (max): > 0.4 µg/L  
Fracht (über 14 days): 170 kg

Daten: Rhine monitoring station bei Weil am Rhein, Amt für Umwelt und Energie Basel  
Ruff et al (2013) Aqua & Gas 5, 16-25, Ruff et al. Wat. Res. submitted

# Beitrag der Spitäler an Arzneimittel

**Messungen am Spital Baden und an der Kläranlage Laufäcker (3 Wochen 2009)**  
Abwasseranteil des Spitals in der ARA: ~1%

**Kläranlage Laufäcker:  
Fracht vom Spital 41%  
(2/3 Röntgen-  
kontrastmittel)**

**Gesamtschweizerisch:  
Fracht von Spital 20%**



# Pestizid Screening

Zugelassenen Pestiziden in CH:

~ 230 synthetische Pflanzenschutzmittel

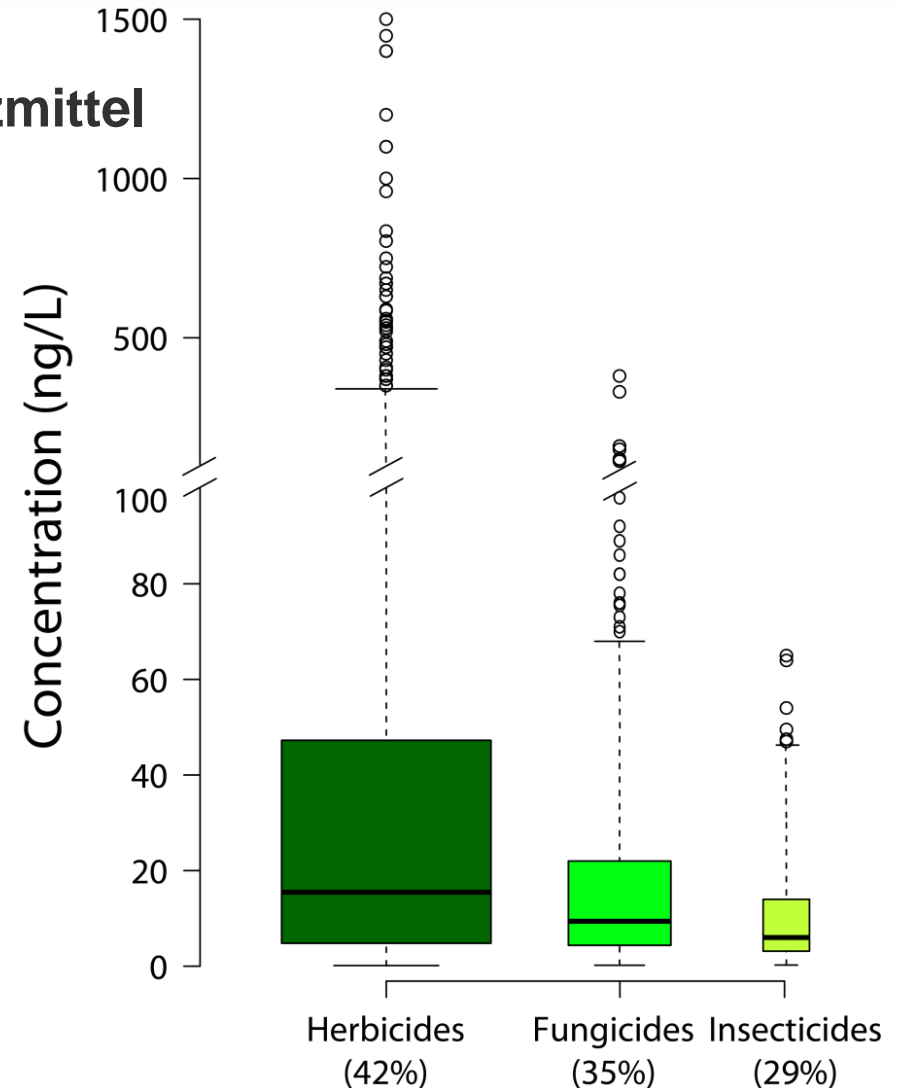
~ 160 synthetische Biozide

Heutige Monitoringprogramme  
beinhalten 15 - 40 Pestizide

Pflanzenschutzmittel:

200 gemessen, 102 detektiert

(5 Gewässer, je 9 Proben)



# Bewertung der Exposition & Risiko

*No Copyright for figure*

→ **Überschreitung des chronischen Qualitätskriteriums in allen Gewässern von März – Juli!**

# Massnahmen in der Schweiz

- Vortrag M. Schärer, Bafu
- Problematik der Mikroverunreinigungen in der neuen vorgeschlagenen Gewässerschutzverordnung GSchV erkannt:
  - 80% Reinigungseffekt für organische Spurenstoffe in kommunalem Abwasser, gemessen anhand ausgewählter Stoffe bez. Rohabwasser (Ausbau von rund 100 der 700 Kläranlagen in der Schweiz)
- Erste Schweizer Anlage mit erweiterter Behandlung von Abwasser:  
**ARA Neugut** Ozonung läuft seit März 2014  
[www.neugut.ch](http://www.neugut.ch)
  - Bestimmung der geeigneten Ozonkonzentration für die Elimination der Mikroverunreinigungen (anhand Untersuchungen der vom BAFU vorgeschlagenen 12 Leitsubstanzen)
  - Bildung von Transformationsprodukten / Nebenprodukten (Bromat und NDMA): siehe Vortrag U. von Gunten
  - Biotests für ökotoxikologische Effekte: siehe Vortrag C. Kienle

# Mikroverunreinigungen in ARA Neugut mit Ozonung (2.7 mg/L Ozone = 0.55 gO<sub>3</sub>/gDOC, 2 48h Sammelproben)

- *Eawag LC/MS/MS screening Liste (550, inklusiv Metaboliten)*

Elimination von Zulauf ARA zu  
Ablauf ARA: > 90%

Substanzen im Ablauf > 1 µg/L:  
Acesulfam, Sucralose,  
Metformin, Iopromid

# Dank

Eawag Mitarbeiter, insbesondere Mathias Rueff, Heinz Singer, Christian Stamm, Hansruedi Siegrist, Irene Wittmer, Rebekka Teichler, Marc Bourgin  
Cornelia Kienle (EcotoxCenter)

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit**



**Rhein in Basel**