

# Antibiotika in der Umwelt

Christa S. McArdell  
christa.mcardell@eawag.ch  
Abteilung Umweltchemie

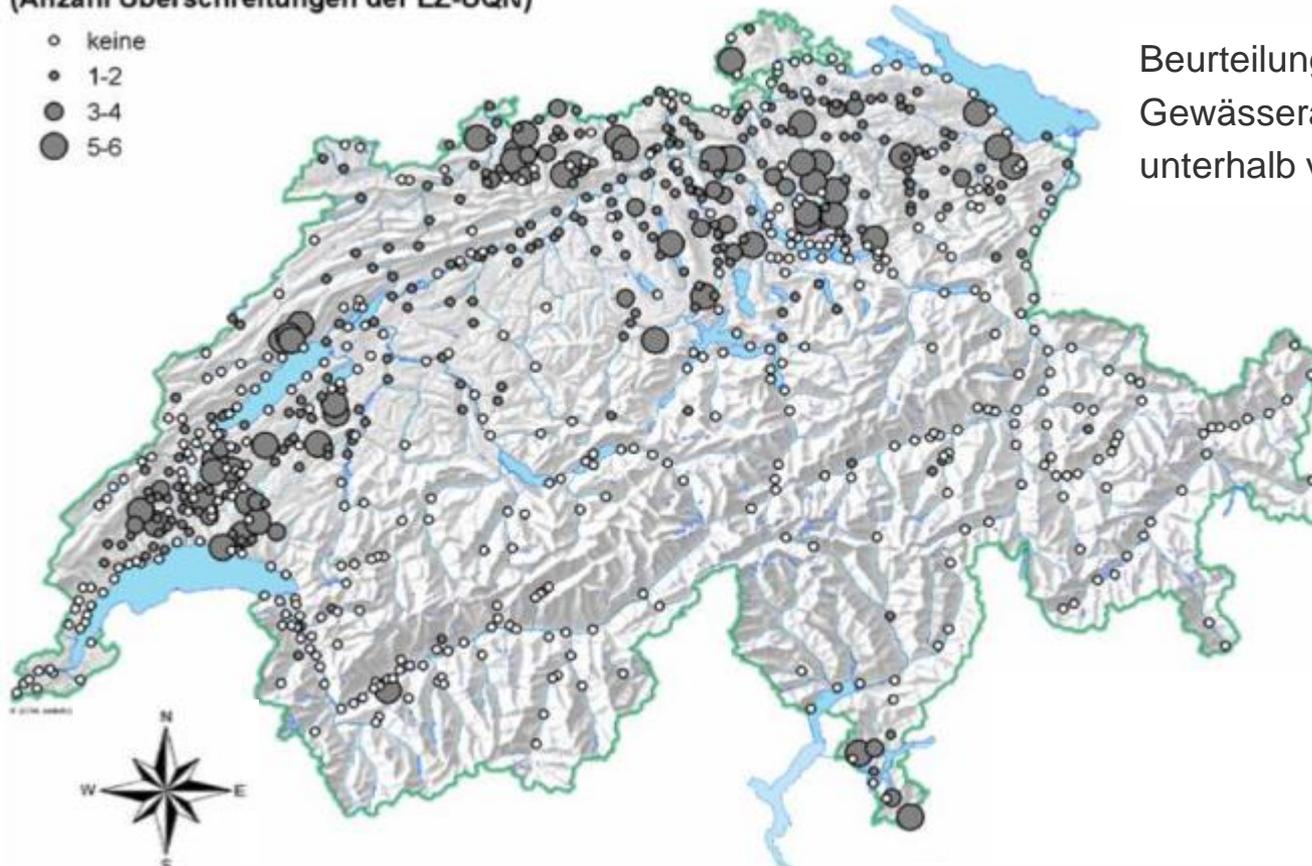
Symposium «Antibiotikaresistenzen – wo stehen wir?»  
Public Health Schweiz  
14.Nov. 2017, Bern

**Überschreitungen der Umwelt-Qualitätskriterien** für jährlichen Durchschnitt (AA-EQS)  
für 15 Mikroverunreinigungen bei Niedrigwasser (Q347)

Beobachtet für sechs Substanzen: **Azithromycin**, Carbamazepin, **Clarithromycin**,  
Diazinon, Diclofenac, Ibuprofen

ARA  
(Anzahl Überschreitungen der LZ-UQN)

- keine
- 1-2
- 3-4
- 5-6



Beurteilung von 543  
Gewässerabschnitten  
unterhalb von ARA

«Watch List» der  
Europäischen  
Wasserrahmen-  
richtlinie (WRRL)  
beinhaltet die  
Makrolid-Antibiotika  
(Erythromycin,  
Clarithromycin,  
Azithromycin)

- Antibiotika und andere Mikroverunreinigungen belasten unsere Gewässer (Effekte auf aquatische Lebewesen)
- Der Beitrag der Antibiotika zur Verbreitung von Antibiotika-resistenzen in der Umwelt ist unklar
- Orte, wo Antibiotika in hohen Konzentrationen auftreten, gelten jedoch als Hotspots für die Entstehung und Verbreitung von Resistenzen
- Antibiotikakonzentration unterhalb der minimalen Hemmkonzentration (MHC) können selektive Effekte haben
- Antibiotika wirken in Kläranlagen wahrscheinlich selektierend (auch via Co- oder Crossresistenz; d.h. auch Schwermetalle und andere organische Stoffe spielen wahrscheinlich eine Rolle)

*Czekalski et al., Aqua & Gas 9, 72-80 (2016)*

*Vikesland et al., ES&T (2017) DOI: 10.1021/acs.est.7b03623*

## Kontrolliertes Ausbringen von Gülle



Applikation I (24.3.03) und II (8.5.03)  
Volldüngung 30 m<sup>3</sup>/ha  
Sulfamethazin Konzentration 15 mg/L

## **Boden:**

- zu Beginn schnelles Verschwinden, Persistenz im Boden

## **Oberflächengewässer:**

- Eintrag ins Oberflächengewässer abhängig von Wetterbedingungen
- relativ geringer Eintrag von Sulfamethazin ins Gewässer

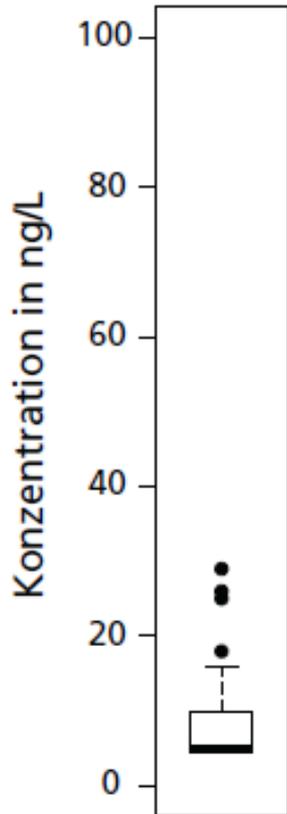
## Antibiotika in Kläranlagen:

- Abbau / Sorption in der biologischen Behandlung unvollständig
- industrielle Einträge bewirken sporadisch und lokal hohe Konzentrationen

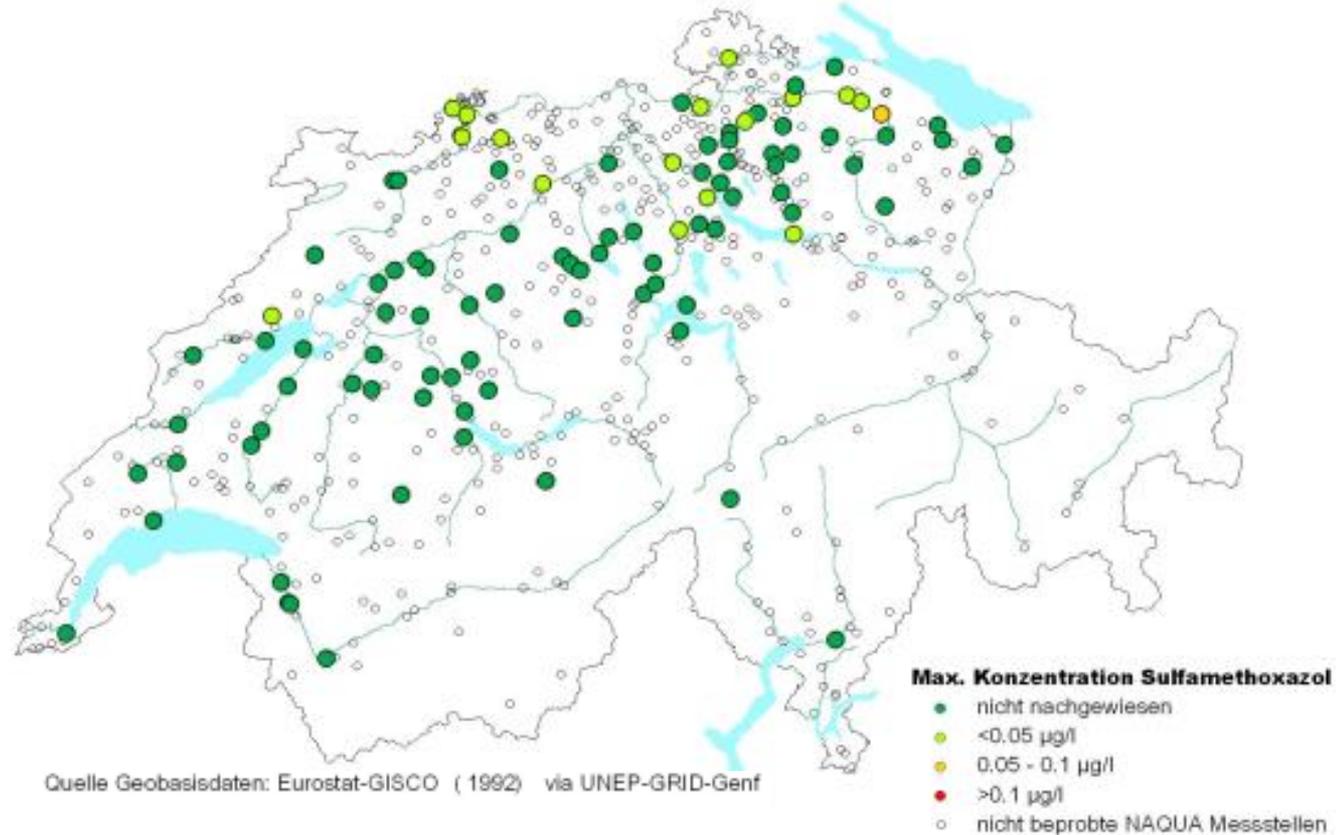
## Clarithromycin in der Glatt:

Elimination im Verlauf von 35 km nicht signifikant (<20%)

## Sulfamethoxazol



N = 100  
18%



Andere Antibiotika wurden im Grundwasser nicht detektiert:  
Trimethoprim, Azithromycin, Clarithromycin, Clindamycin,  
Erythromycin, Roxithromycin, Sulfadiazin, Sulfadimethoxin,  
Sulfamethazin, Sulfapyridin, Sulfathiazol, Tylosin

## Fracht vom Spital (verabreichte Menge):

- **Gesamtschweizerisch** rund 20% für Arzneimittel und auch für Antibiotika
- Der Anteil kann an einzelnen Kläranlagen grösser sein

*McArdell et al. (2011) Bericht Spitalabwasser, Eawag*

## Vorhersage der Konzentration in Gewässern:

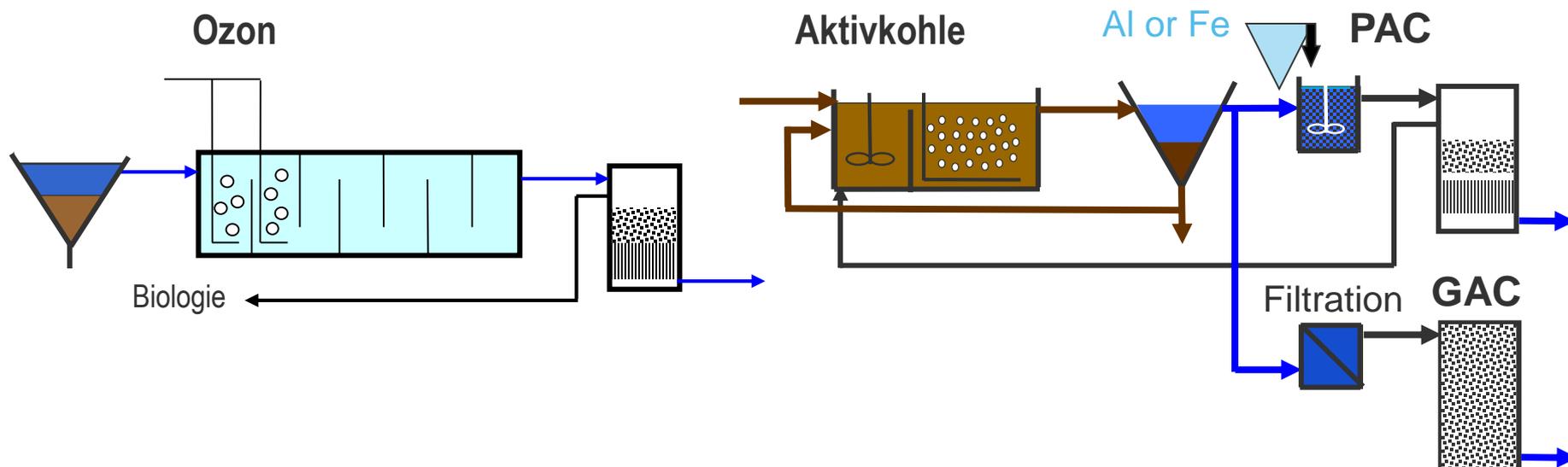
- Gute Vorhersage mit Modell, das Einträge aus Verbrauch pro Einwohner und Spitalverbrauch pro Bett berücksichtigt

*Ort et al. (2009) Environ. Sci. Technol. 43, 3214–3220, DOI: 10.1021/es802286v*

*Kuroda et al. (2016) ES&T 50, 4742–4751, DOI: 10.1021/acs.est.6b00653*

Problematik der Mikroverunreinigungen in der neuen, seit 2016 in Kraft getretenen **Gewässerschutzverordnung** GSchV erkannt:

- Anforderungen an Wasserqualität bezüglich stofflichen Verunreinigungen ergänzt
- Anforderungen sollen auf ökotoxikologischer Wirkung basieren (vergleichbar mit Wasserrahmenrichtlinie WRRL)
- 80% Reinigungseffekt für organische Spurenstoffe im kommunalen Abwasser, gemessen anhand Durchschnitt von ausgewählten Stoffen bez. Rohabwasser
  - Bau einer **weiteren Reinigungsstufe** in rund 100 der 700 Kläranlagen (50% des Abwassers) in der Schweiz in den nächsten 20 Jahren



## Elimination der Substanzen in der Behandlung von Abwasser mit Pulveraktivkohle (PAC) oder mit Ozon

- Gute Elimination der Antibiotika mit Ozon oder Aktivkohle
- antibakterielle Aktivität ist nach der Ozonung generell reduziert

*Bourgin et al. (2017) Water Research, doi.org/10.1016/j.watres.2017.10.036*

*Kovalova et al. (2013) Env. Sci. Tech. 2013, 47, 7899, dx.doi.org/10.1021/es400708w.,*

*Beispiel Spitalabwasser*

*Böhler et al. (2012) Water Sci. Technology 66.10, doi:10.2166/wst.2012.353*

*Hollender et al. (2009) Environ. Sci. Technol. 43, 7862-7869, doi:10.1021/es9014629*

- Nach dem Gebrauch werden Antibiotika in grossen Mengen unverändert wieder ausgeschieden und gelangen so in die Gewässer und auch zum Teil bis ins Grundwasser
- Kläranlagen mit industriellen Zuleitern, welche Antibiotika produzieren oder verarbeiten, können sehr hohe Konzentrationen aufweisen
- In den Spitälern werden rund 20% der Humanantibiotika verabreicht
- In den Kläranlagen werden die Antibiotika nur zum Teil entfernt
- Dank dem neuen Gewässerschutzgesetz, wodurch gewisse Kläranlagen mit einer zusätzlichen Stufe aufgerüstet werden, gelangen in Zukunft weniger Antibiotika in die Umwelt
- Der Beitrag der Antibiotika, insbesondere von hohen Peak-Konzentrationen, zur Verbreitung von Antibiotikaresistenzen in der Umwelt sollte in Zukunft besser erforscht werden

*Information und Kopie aller Folien: [christa.mcardell@eawag.ch](mailto:christa.mcardell@eawag.ch)  
Abo Eawag Newsletter zur Forschung ([www.eawag.ch](http://www.eawag.ch))*