

Microinquinanti: effetti sull'ambiente e sull'acqua potabile

Adriano Joss



Sommario

- Cosa sono i microinquinanti?
- Quantitative e concentrazioni nelle acque
- Effetti nell'ambiente
- Concentrazioni nell'acqua potabile
- L'ordinanza sulla protezione delle acque (OPAc)
- Conclusione

Prodotti di consumo

eawag

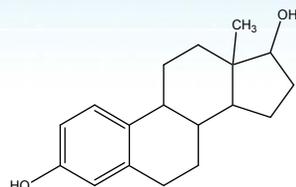


- Farmaci
- Alimentari, conservanti
- Cosmetici
- Pitture, rivestimenti
- Pesticidi
- Detergenti
- ...

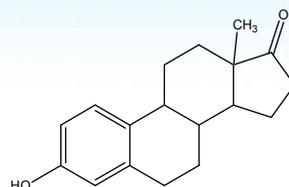
>100'000 sostanze prodotte su scala industriale
(US EPA; www.echa.europa.eu)
Lista CAS: 50'000'000 sostanze elencate
annualmente 12'000 nuove
Molte sostanze con specifici effetti biologici

Microinquinanti analizzati: 100 o 200

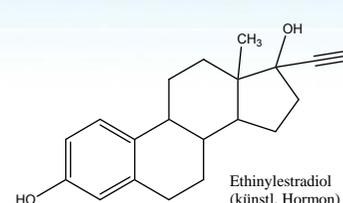
- Estrogeni
- Antiepileptici
- Mezzi di contrasto
- Sostanze odorose
- Sost. antiinfiammatorie
- Antibiotici
- ...



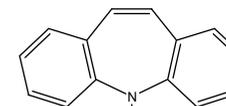
Estradiol
(natl. Hormon)



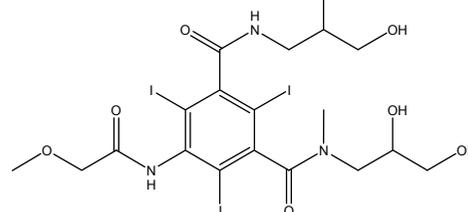
Estrone
(natl. Hormon)



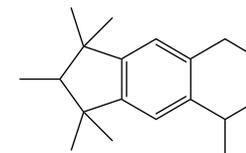
Ethinylestradiol
(künstl. Hormon)



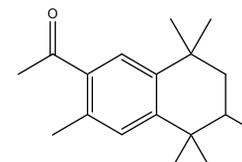
Carbamazepin
(Pharmakon)



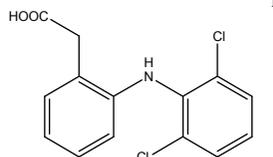
Iopromid



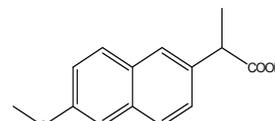
Galaxolide
(HHCB
Abbalide, Pearlide)



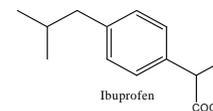
Tonalide
(AHTN)



Diclofenac

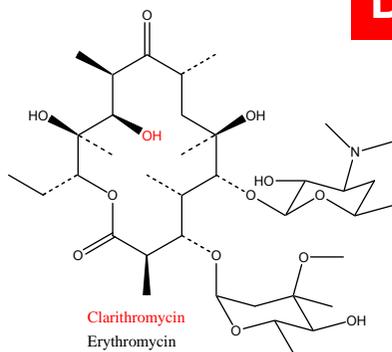


Naproxen

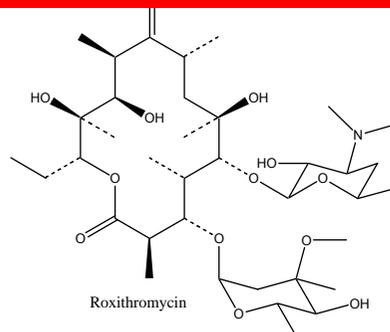


Ibuprofen

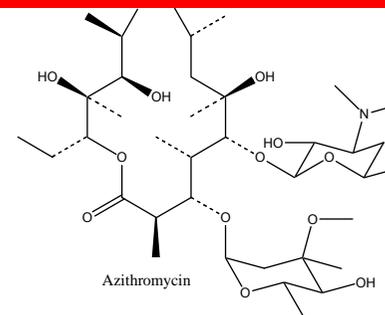
Molecole organiche
Massa molecolare: 150 a 1000 g/mole
Diversa polarità, carica elettrica e costante acido/base



Clarithromycin
Erythromycin

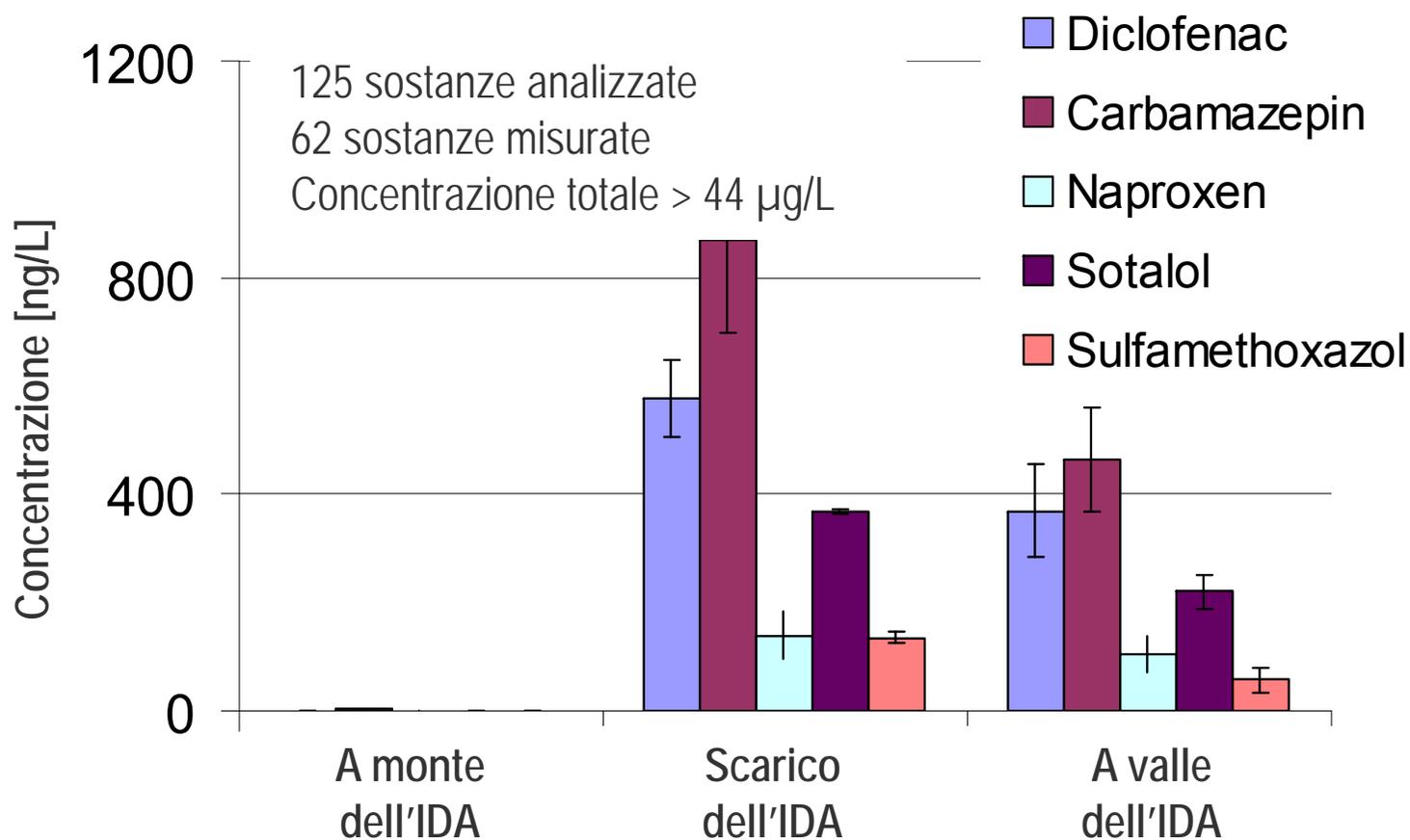


Roxithromycin



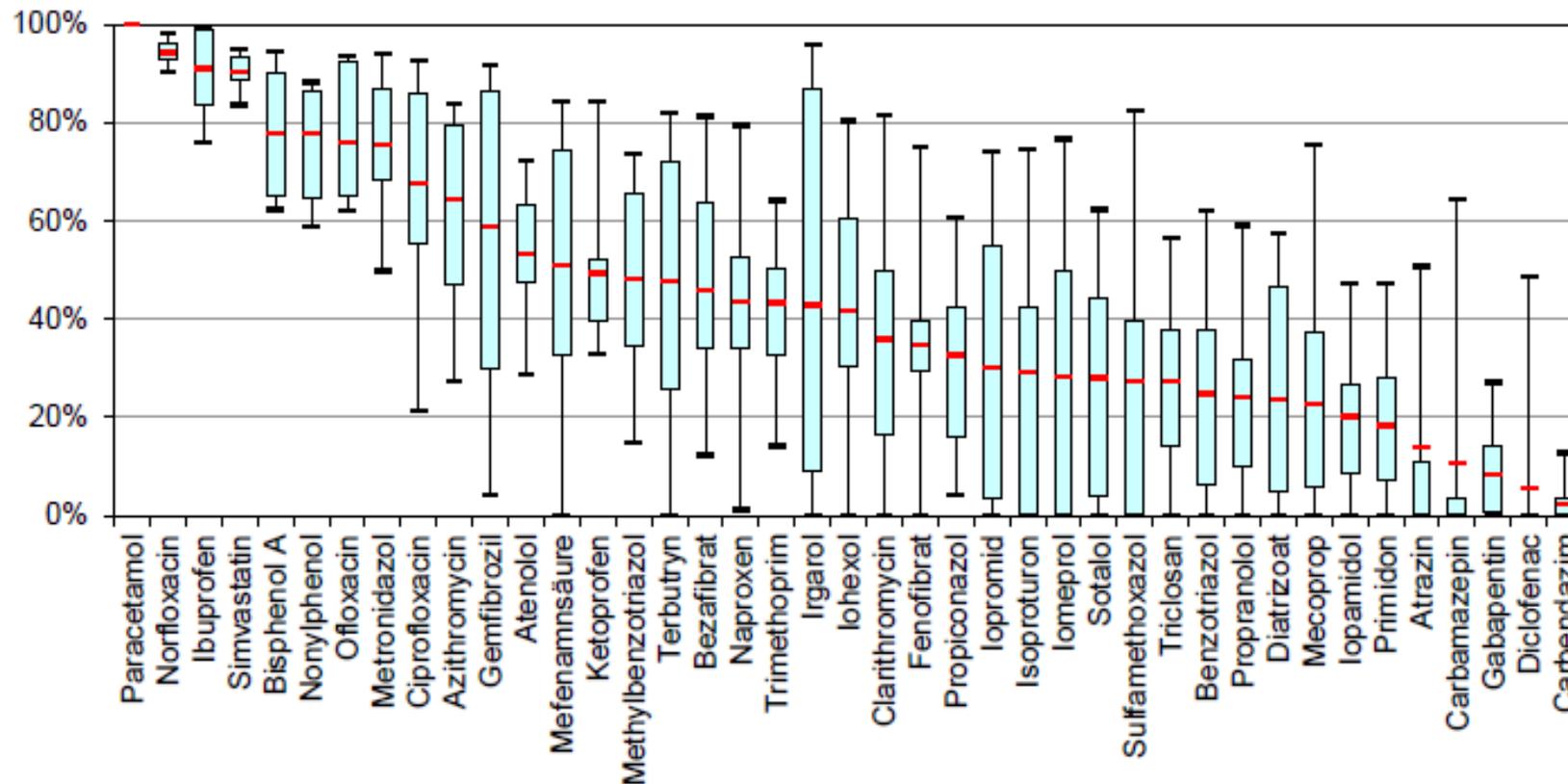
Azithromycin

Reflui municipali: una fonte importante



**Principio di precauzione:
Evitare l'emissione di sostanze antropogeniche**

Trattamento biologico nell'IDA: Rimozione di microinquinanti in impianti a nitrificazione



- Ca. **50%** dei microinquinanti rimossi

Diversità di speci ridotta dallo scarico di refluo



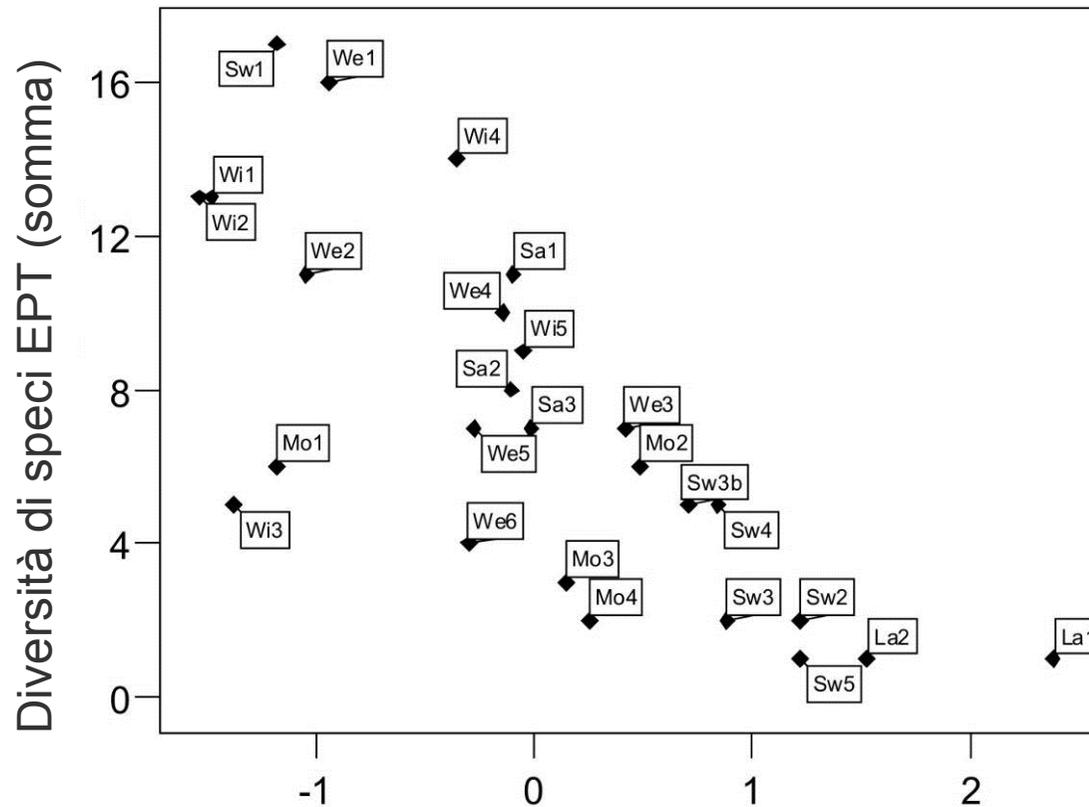
E = Ephemeroptera



P = Plecoptera



T = Trichoptera



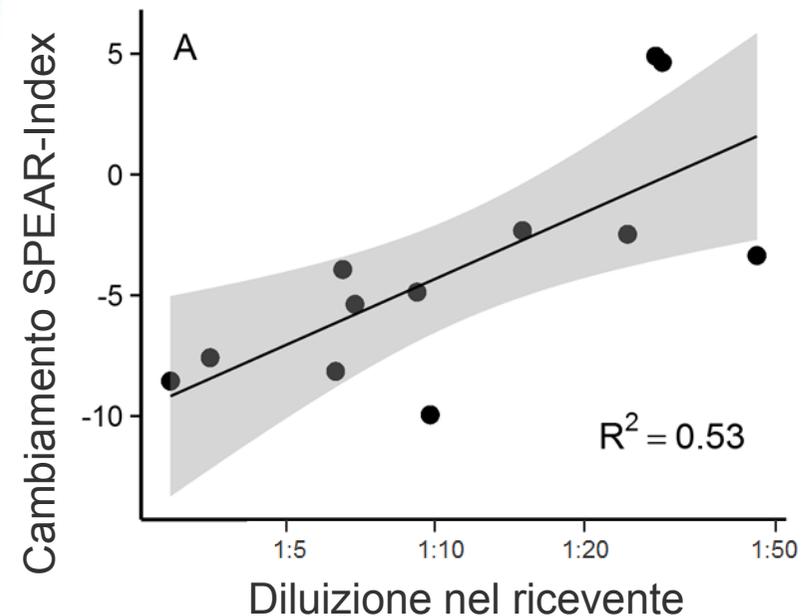
Principal component analysis

- Percentuale di refluo
- Concentrazione di 11 microinquinanti (fragranza, ritardanti di fiamma P-org.)

Stalter et al., 2013

Progetto EcolImpact: metodi per quantificare effetti ambientali di microinquinanti nel ricevente

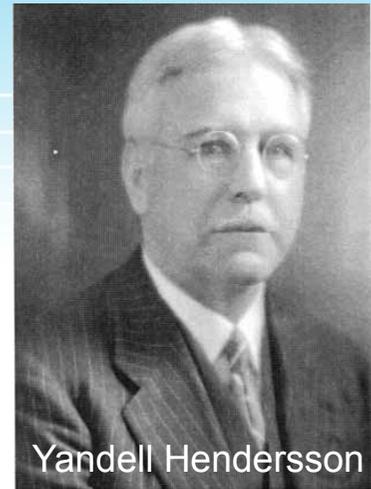
SPEAR = SPEcies At Risk
Metodo per quantificare il numero di speci sensibili in una comunità



Ecologia del ricevente a monte e a valle dello scarico di IDA:

- SPEAR: Speci a valle sono meno sensibili ai microinquinanti
- Indice saprobico: correlazione con l'uso agricolo del terreno (NO₃-)
- Invertebrati (sistema modulare graduale UFAM): influsso dello scarico non quantificabile

Piombo nei carburanti per +50 anni



1925, Yandell Hendersson** a riguardo dei rischi del piombo tetraetile come additivo per carburanti:

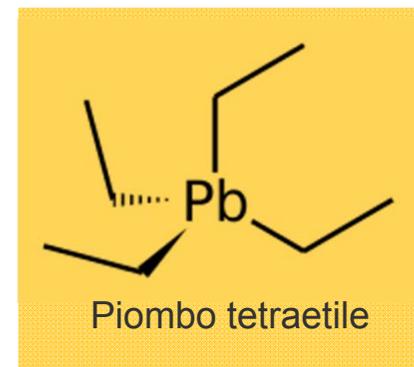
*“It seems likely that the development of **lead poisoning** will come on so **insidiously that leaded gasoline will be in nearly universal use ... before the public and the government awakens to the situation**”*

*“È probabile che l'**avvelenamento causato dal piombo avverrà così lentamente, che l'uso di carburanti con piombo diverrà globale ... prima che i cittadini ed il governo realizzino la situazione**”*

1970 to 2000: Il piombo viene sostituito dalla benzina verde a livello internazionale

Più di 50 anni per confermare effetti e trarne le conseguenze

** Presidente del Medical Research Board, US Aviation Service



Esempio Diclofenac: una sostanza prioritaria?

1960s: analgesico sviluppato da Geigy, Basilea

2004: conseguenze ambientali dimostrate

- Popolazione di avvoltoi decimata a causa dell'uso in allevamenti in India (Oaks et al., Nature, 2004)
- 1 µg/L causa disfunzioni renali nei pesci (Schwaiger et al., 2004)

2012: candidata alla lista CE di sostanze prioritarie

0.1 µg/L proposti come criterio di qualità ambientale

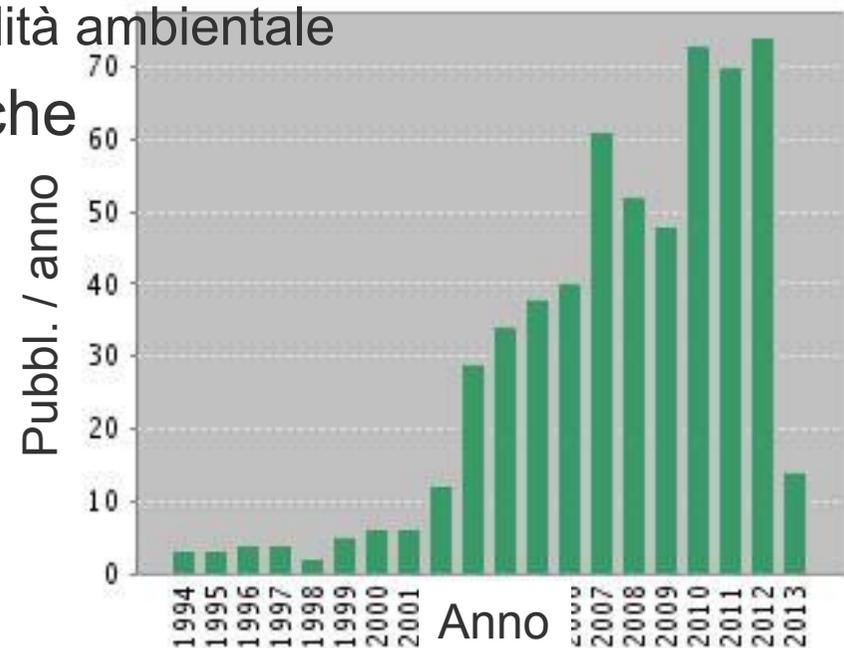
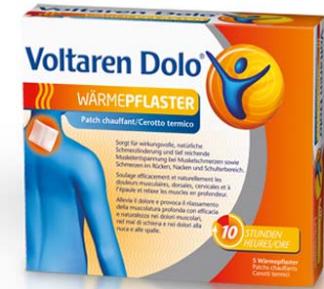
2013: >581 pubblicazioni scientifiche

Alto consumo:

Ca. 1 g per persona e anno

~0.1 mrd. CHF per anno in Svizzera

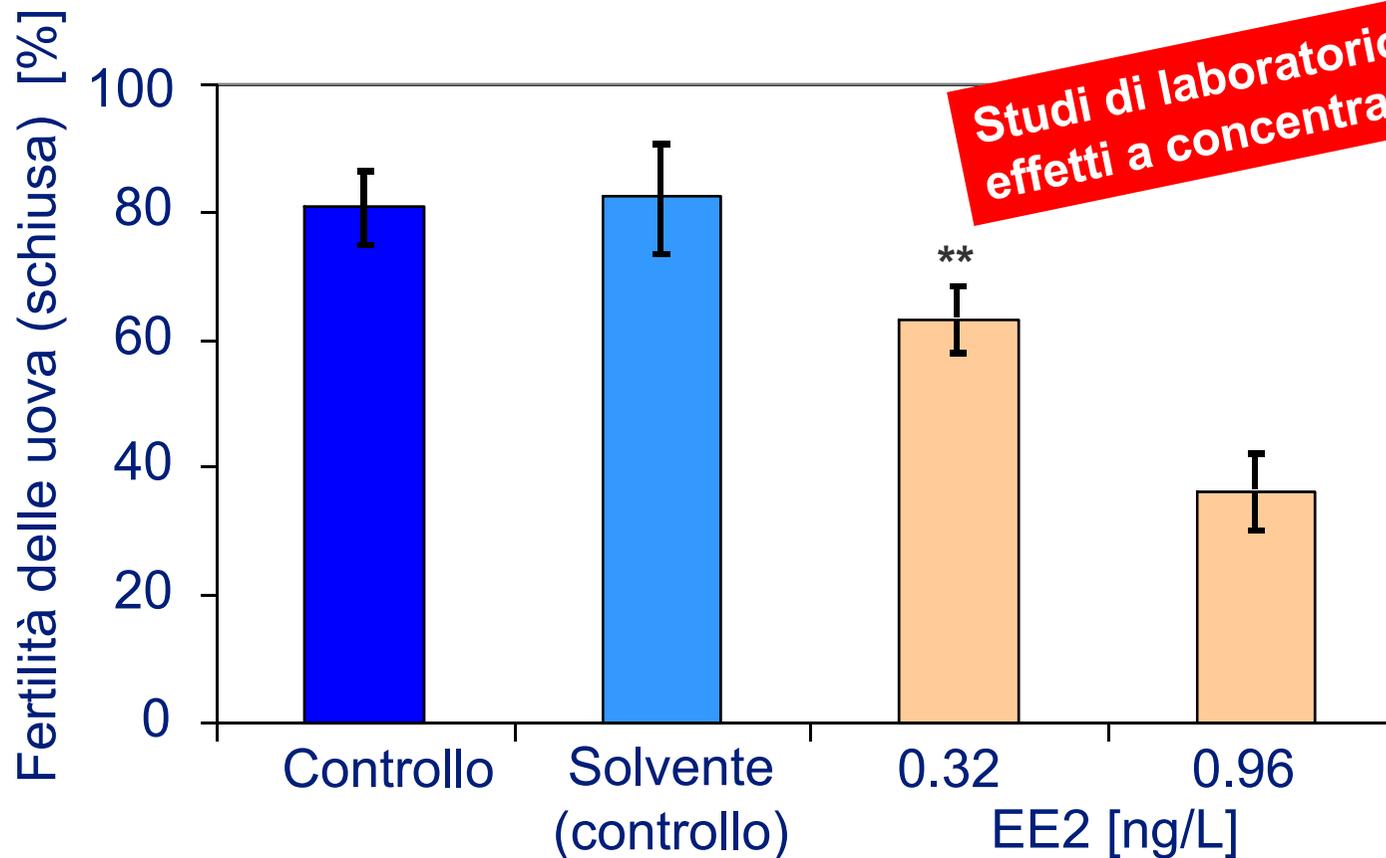
**Limitazione del consumo difficile:
Interessi sociali ↔ ambientali**



Contraccettivo EE2: concentrazioni ambientali (1 ng/L) riducono la fertilità delle uova



>1 ng EE2/L: assenza di maschi e di riproduzione della sanguinerola

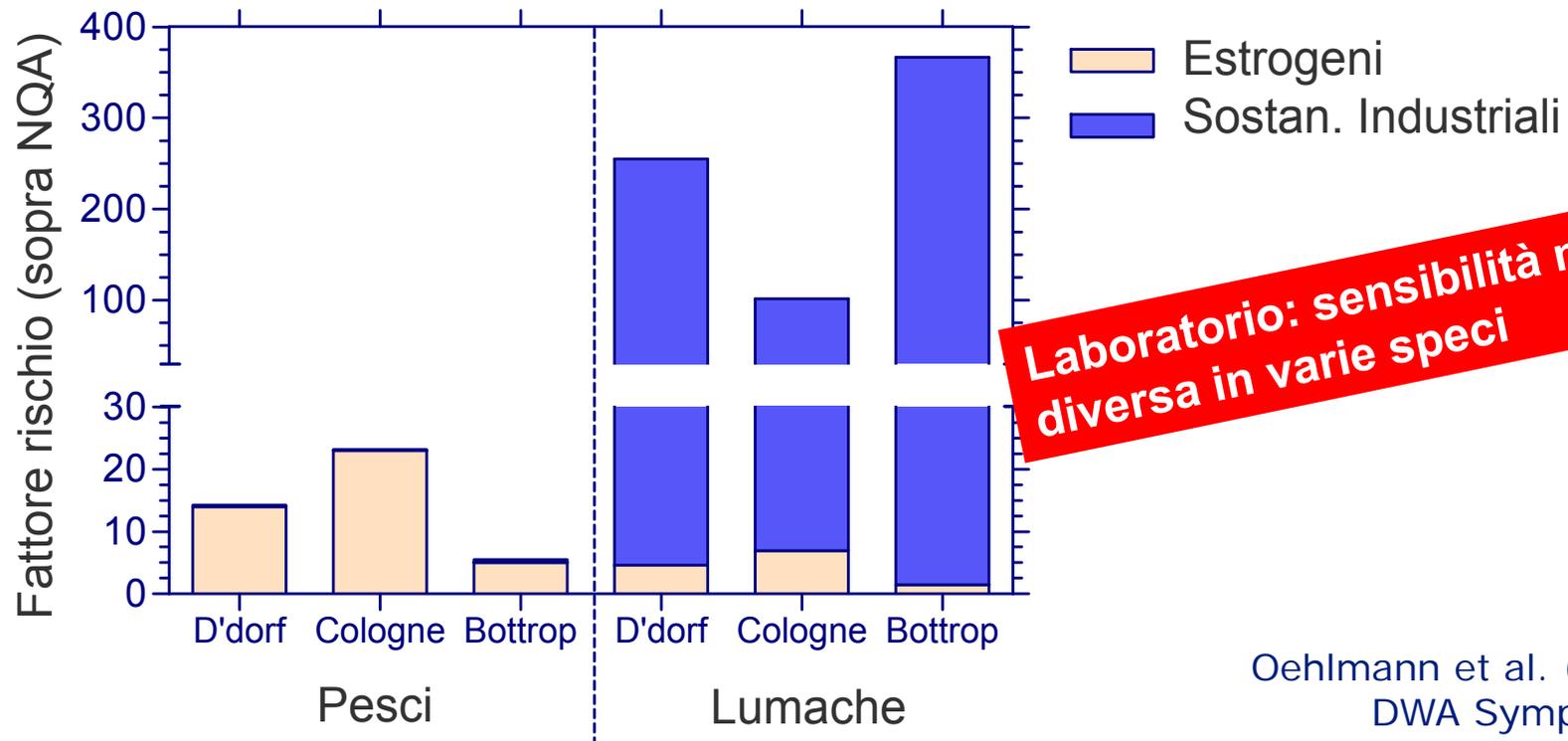


Studi di laboratorio confermano effetti a concentrazioni ambientali

Diversa sensibilità: pesci vs. lumache



- Norme di qualità ambientale (NQA) per **bisfenolo A**:
 - **1.6 µg/L** per proteggere popolazioni di **pesci**,
 - **0.0014 µg/L** in base ad effetti tossici su **lumache**
- **CAP_{acqua}**: **0.12 µg/L** (Concentr. Ambientale Prevista per acque di superficie Europee)

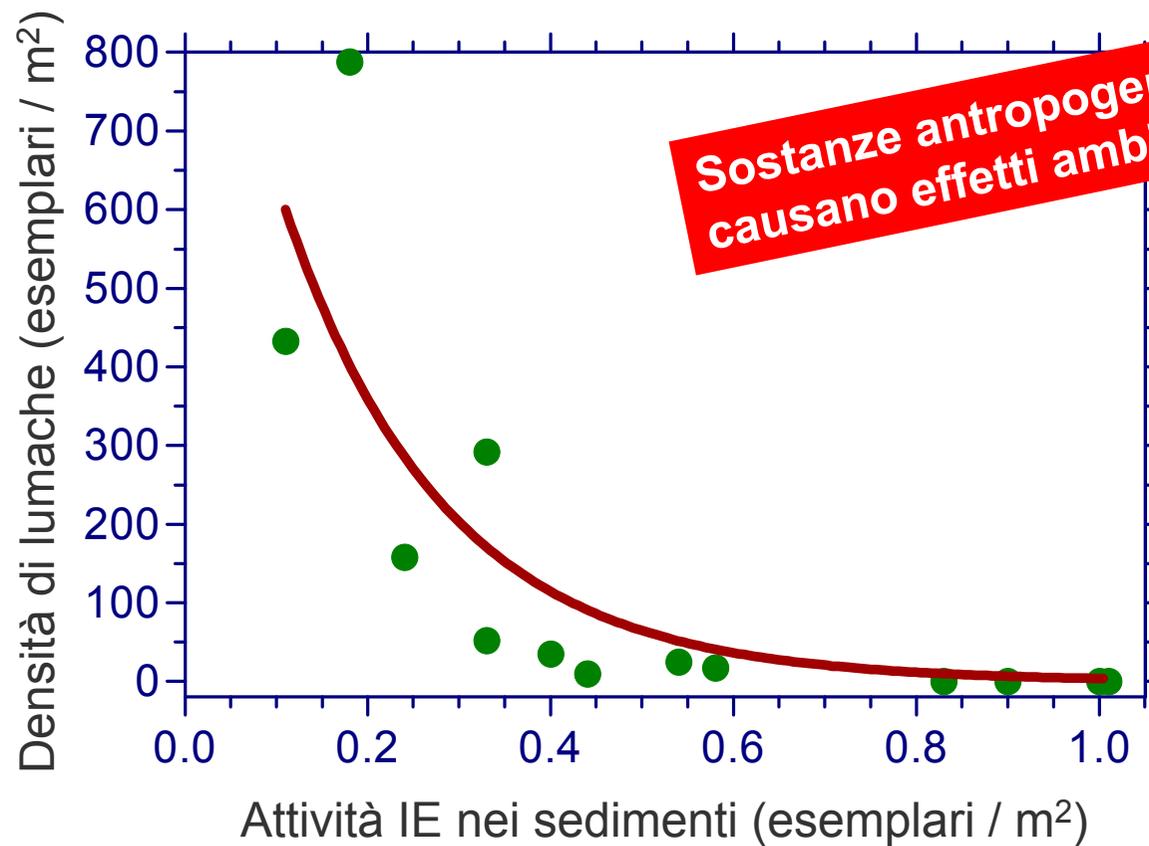


Laboratorio: sensibilità molto diversa in varie speci

Oehlmann et al. (2006)
DWA Symposium

Fiume Elbe: densità di lumache ridotta da interferenti endocrini (IE)

Sost. organiche dello stagno, nonilfenolo



Sintesi:

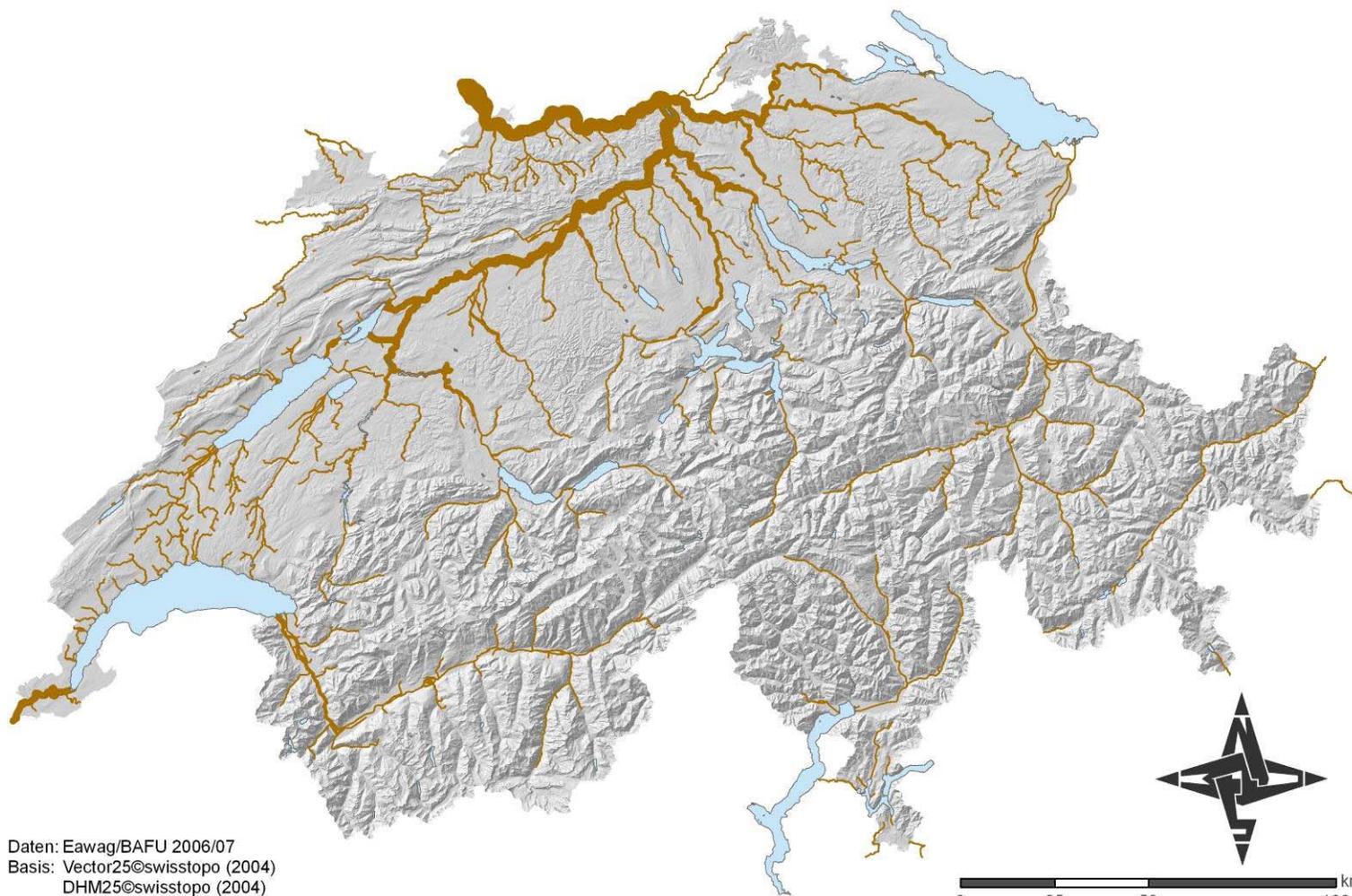
Motivazione per la rimozione di microinquinanti nell'IDA

- **Molteplicità di sostanze antropogeniche**
- **IDA: fonte importante per l'ambiente acquatico**
- **Effetti**
 - **Laboratorio: concentrazioni ambientali in parte sopra le norme di qualità ambientali**
 - **Ambiente: alcuni effetti di microinquinanti documentati**
 - **Complessità ambientale: dimostrazione difficile**

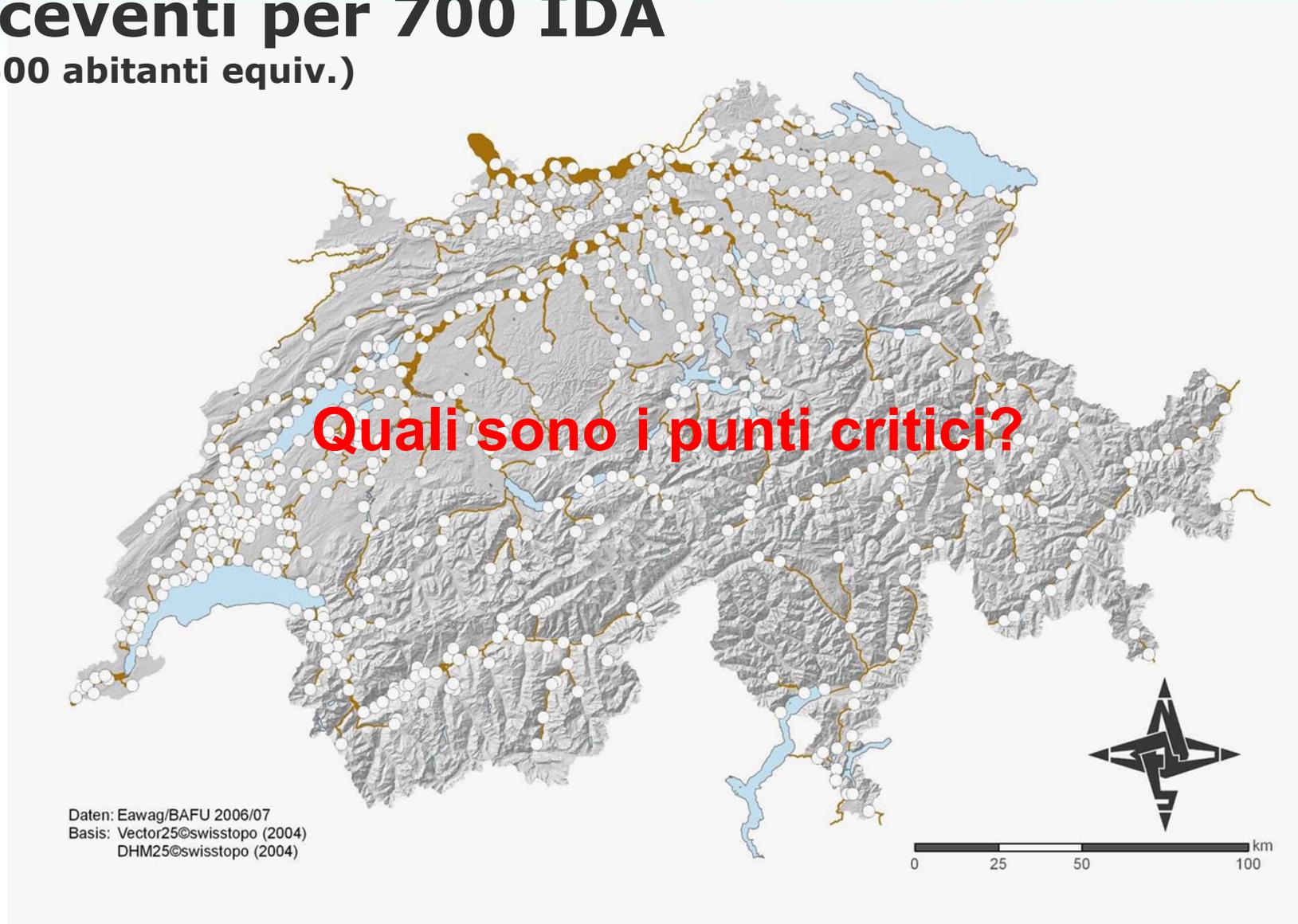
Effetti terapeutici nell'acqua potabile?

	<u>Terapia:</u> Dose giornaliera consigliata (DGC) mg/d	<u>Acqua potabile:</u> Quantità massima ingerita (QMI) µg/d	<u>Fattore</u> DGC/QMI
Diatrizoato	ca. 30000	0.27	10^8
Clofibrato	250	0.81	3×10^5
Bezafibrato	200	0.08	2×10^6
<p>Alcun rischio diretto di effetti terapeutici per il consumatore Non considerati: allergie, effetti cronici</p>			10^6
Ibuprofen	200	0.01	2×10^7
Fenofibrato	100	0.13	10^6
Carbamazepina	200	0.09	2×10^6
17 α -EE2	0.020	0.0015	10^4

Fiumi Svizzeri

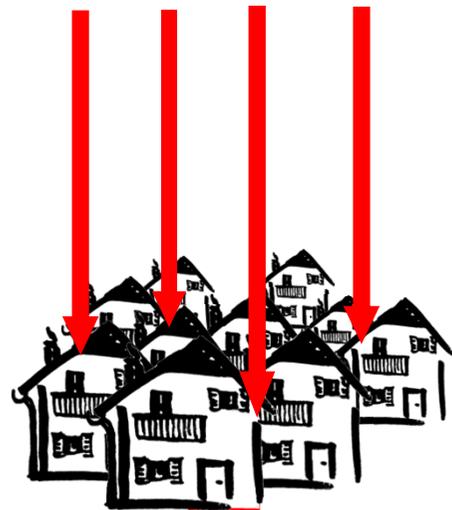
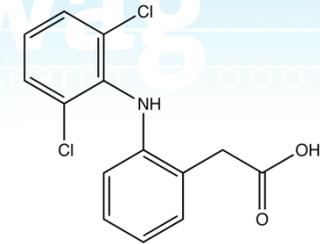


Fiumi Svizzeri Riceventi per 700 IDA (>500 abitanti equiv.)



Concentrazione nel ricevente stimata in base al consumo

Esempio Diclofenac



Consumo: vendite in Svizzera

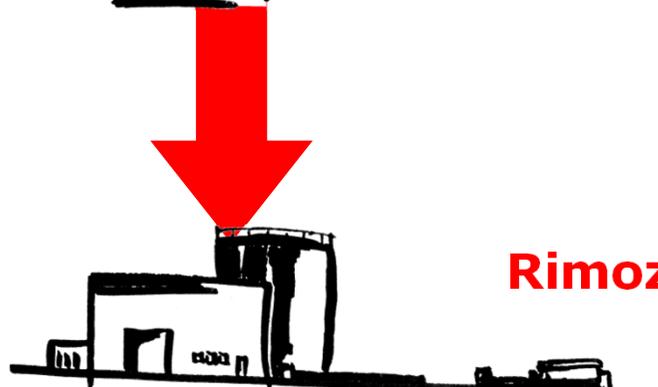
4000 kg a⁻¹

Quantità nel refluo grezzo

15 %

Quantità per abitante

235 µg d⁻¹



Rimozione nell'IDA (10-30 %)

25 %

Scarico nel ricevente:

175 µg cap⁻¹ d⁻¹

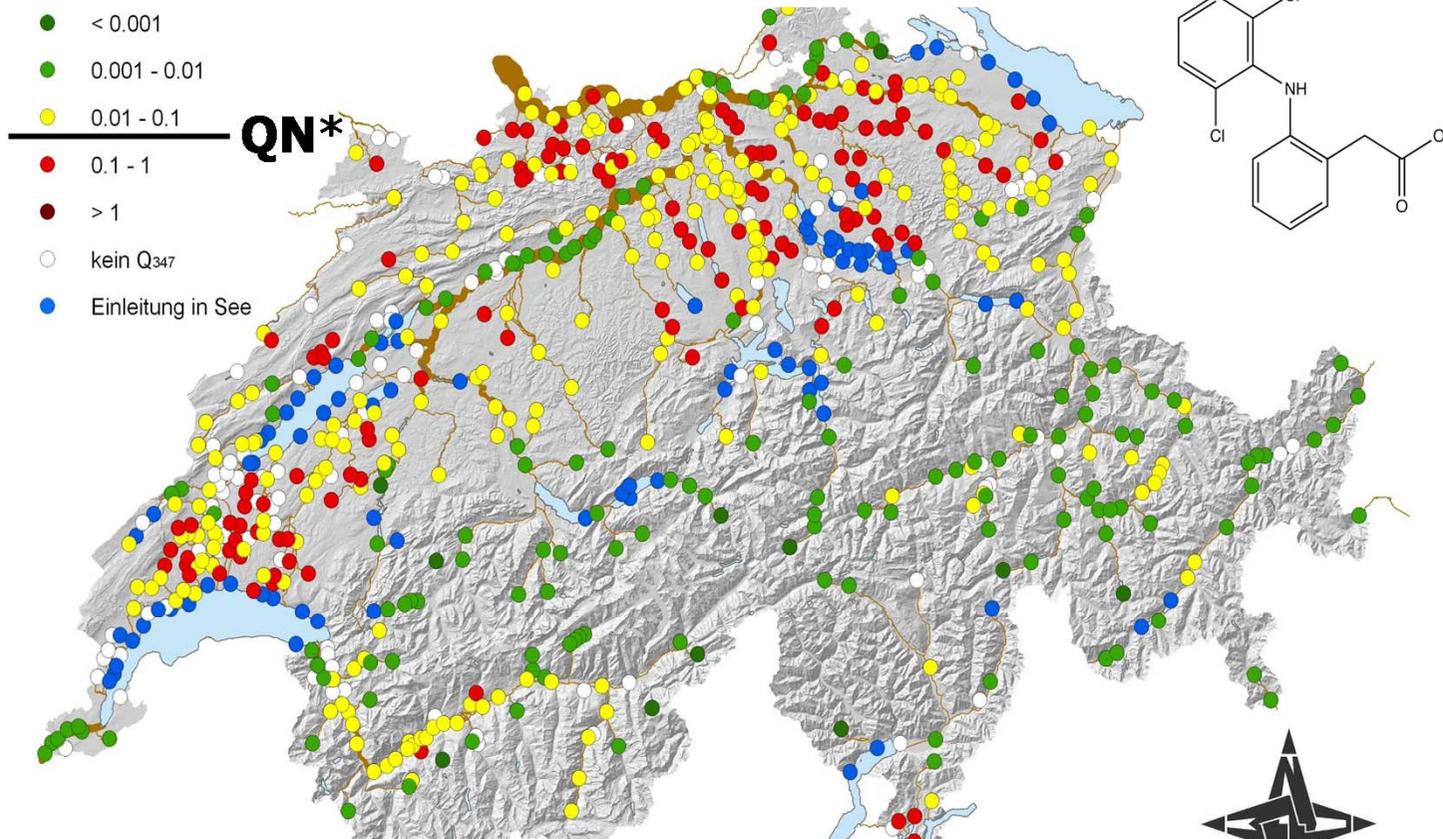
Diluizione nel ricevente: → conc. ambientale (PEC)



Necessità d'intervento (IV)

Modellizzazione del rischio potenziale

Concentrazione [$\mu\text{g/l}$] di Diclofenac nelle acque superficiali, in portata di magra



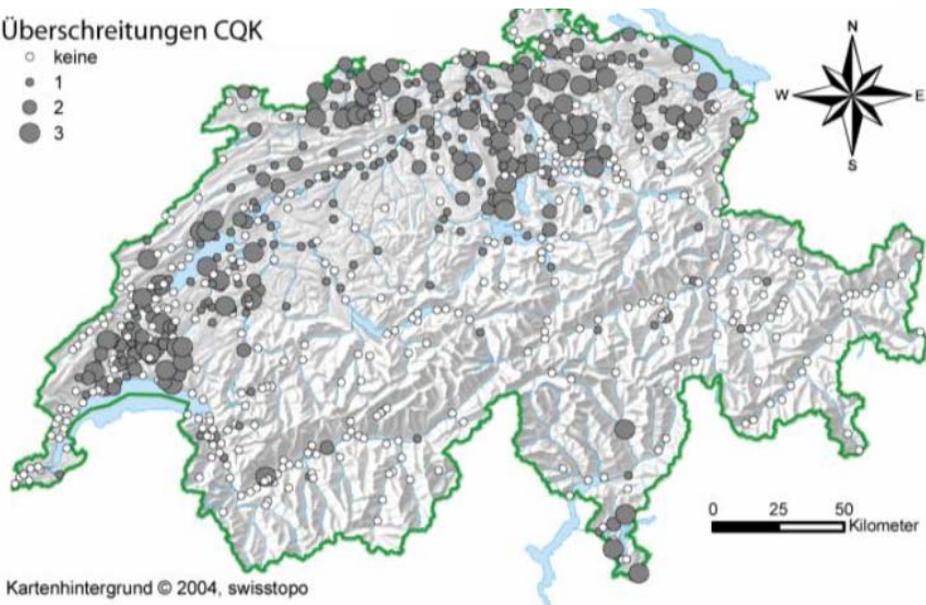
Effetti sui pesci a partire da 0,5 - 1 $\mu\text{g/l}$
 Predicted No Effect Concentration (PNEC) = 0,05 – 0,1 $\mu\text{g/l}$

Svizzera: microinquinanti d'importanza locale

Numero di sostanze stimate oltre la norma di qualità ambientale (Q347)

Überschreitungen CQK

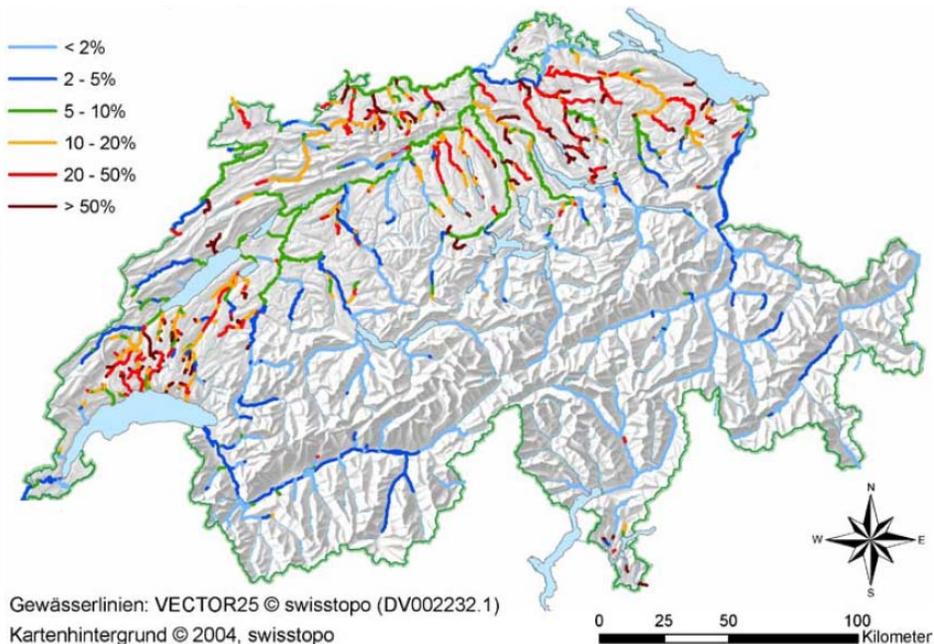
- keine
- 1
- 2
- 3



Azithromycina, Carbamazepina,
Clarithromycina, Diazinon,
Diclofenac, Ibuprofene

Percentuale di refluo trattato nel ricevente (Q347)

- < 2%
- 2 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 20%
- 20 - 50%
- > 50%



Strategia di dotazione di un trattamento supplementare negli IDA

3 obiettivi:



Protezione degli ecosistemi acquatici

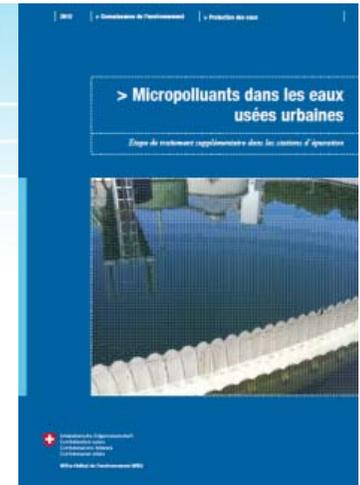
IDA > 8 000 ab. su sezioni di corsi d'acqua con un'elevata percentuale di acque di scarico (>10 %)
STEP > 1'000 hab. dans des cours d'eau à **haute sensibilité écologique**

Protezione delle risorse idriche

IDA > 24 000 ab. nei bacini idrografici dei laghi
STEP > 8'000 hab. en zone **karstique**
STEP > 1'000 hab. dans des cours d'eau servant à la **production d'eau potable**

Responsabilità a monte-a valle (riduzione del carico)

IDA > 80 000 abitanti allacciati



Rimozione di microinquinanti

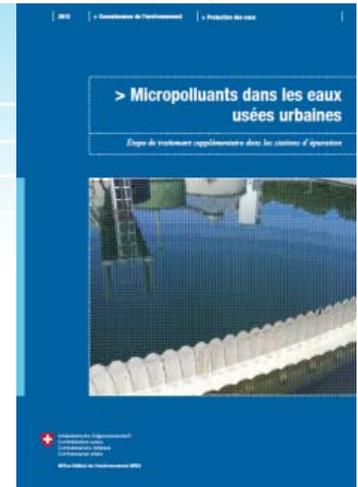
Tecnologie per gli IDA

Alternative provate su scala pilota e scala industriale

- Ozonizzazione: Processo di ossidazione chimica
- Carbone attivo in polvere: adesione e incenerimento

Costi supplementari accettabili

- Energia: +10% a +30%
- Costi: +5% a +40%
- CHF 9.- per persona: 75% degli investimenti coperti dalla confederazione
 - 120 IDA, trattano 3.7 mio abitanti = 50% della popolazione svizzera
 - Totale: 1.2 mrd. CHF tra 2016 e 2035



Strategia Svizzera contro i microinquinanti

Riduzione alla fonte

- Ordinanza sulla riduzione dei rischi inerenti ai prodotti chimici, (ORRChem, SR 814.81)
- Ordinanza sui prodotti fitosanitari (OPF, SR 916.161)
- Ordinanza sui biocidi (OBioc, SR 813.12)
- Incentivi per misure facoltative

Separazione alla fonte

- Trattamento di reflui industriali
- Riduzione di emissioni agricole
 - Uso di pesticidi: 3 a 6 m di distanza al prossimo corso d'acqua
- Trattamento acque delle autostrade

**Strategia Micropoll dell'UFAM:
Misure a monte e nell'IDA**

Misure nell'IDA («end-of-pipe»)

Sintesi:

La strategia Micropoll

Trattamento avanzato in IDA specifici:

- **Tecnicamente fattibile**
- **Politicamente accettato**
- **Effettivo**
 - **Risorse di acque potabili**
 - **Riceventi sensibili**
 - **Grandi fiumi**
- **Compelementare ad altri provvedimenti**
 - **Leggi sulle sostanze chimiche**
 - **Uso agricolo**
 - **Separazione alla fonte**

Grazie

