Spurenstoffe – eine Gefahr für die Lebewesen in unseren Gewässern?

Helmut Segner
Zentrum für Fisch- und Wildtiermedizin
Vetsuisse Fakultät
Universität Bern

Anthropogene Spurenstoffe in Gewässern: Beispiele

Quelle → **Konzentration im Gewässer**

<u>Hormone</u>
Ethinylöstradiol

<u>Pharmaka</u>
Dicolfenac
Fluoxetin

<u>Antibiotika</u>
Sulfomethaxol

<u>Süsstoffe</u>
Acesulfam

?

Anthropogene Spurenstoffe in Gewässern: Beispiele

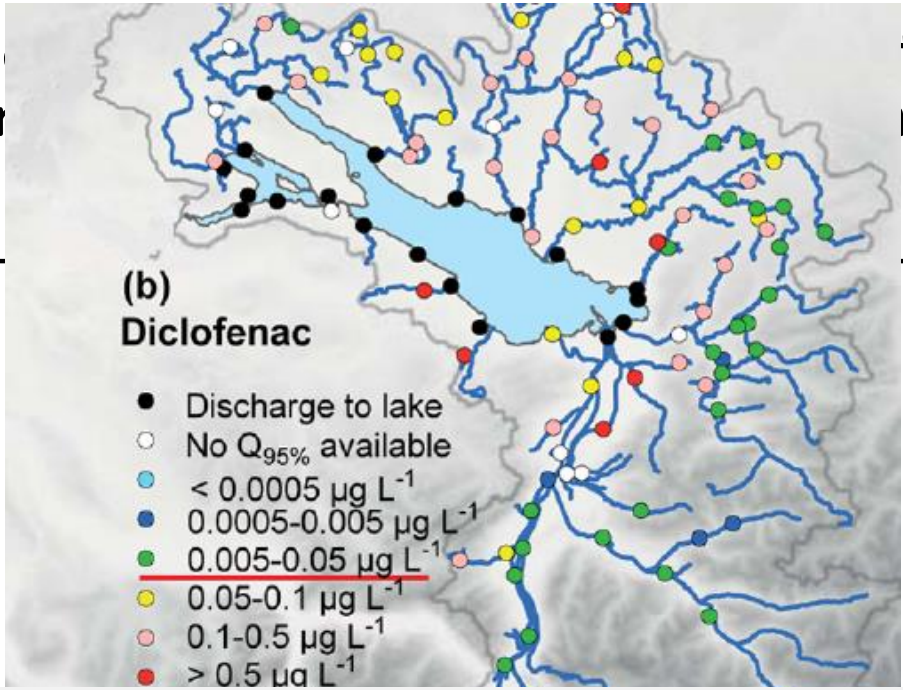
Quelle	Konzentration im Gewässer (ng/L)
<u>Hormone</u>	
Ethinylöstradiol	5[1]
<u>Pharmaka</u>	
Dicolfenac	4.5-710[2]
Fluoxetin	8-660[2]
<u>Antibiotika</u>	
Sulfomethaxol	30-260[2]
<u>Süssstoffe</u>	
Acesulfam	4010[1]

[1]Oekotox-Zentrum [2]Longree 2011

ng/L-Konzentrationen – ist das ökotoxikologisch relevant?

Risiko toff-
Umweltkonzentr dards» (AQS)

Stoff	AQS (ng/L)[1]
Ethinylöstradiol	0.035
Diclofenac	50
Carbamazepin	500
Sulfomethazol	600



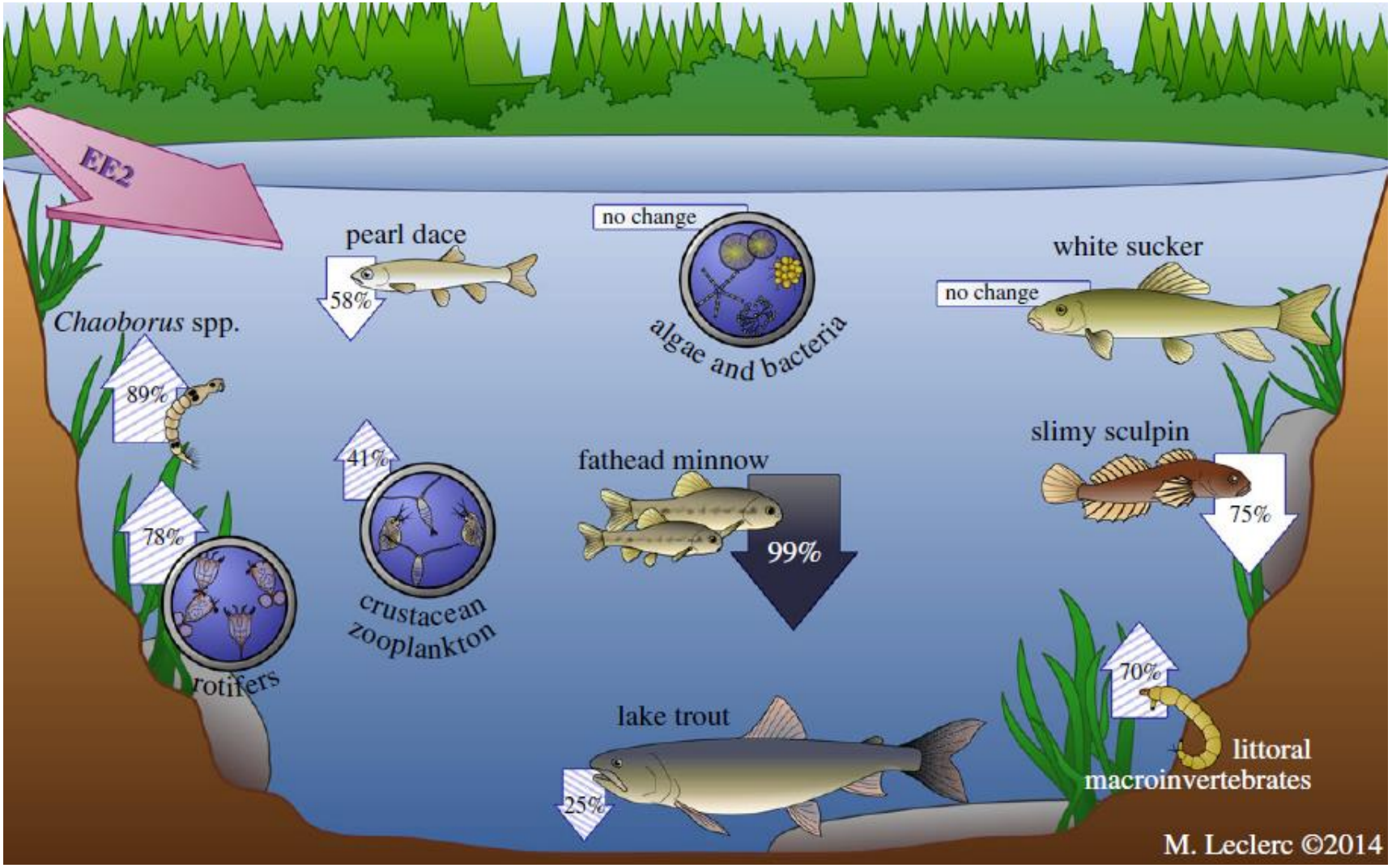
Auswirkung der Abwasserbehandlung; Beispiel Diclofenac
(Studie Regensdorf, Abegglen et al. 2009)

Reinigungsstufe	Stoff-Konzentration (ng/L)
Mechanisch	1840
Biologisch	1465
Ozonierung	< 20

Feldstudien bestätigen: ng/l-Konzentrationen sind toxikologisch wirksam bei bei aquatischen Organismen

Das Auftreten des weiblichen Dotterproteins, Vitellogenin, in männlichen Bachforellen aus Schweizer Gewässern zeigt eine biologisch aktive Belastung mit Umweltöstrogenen an

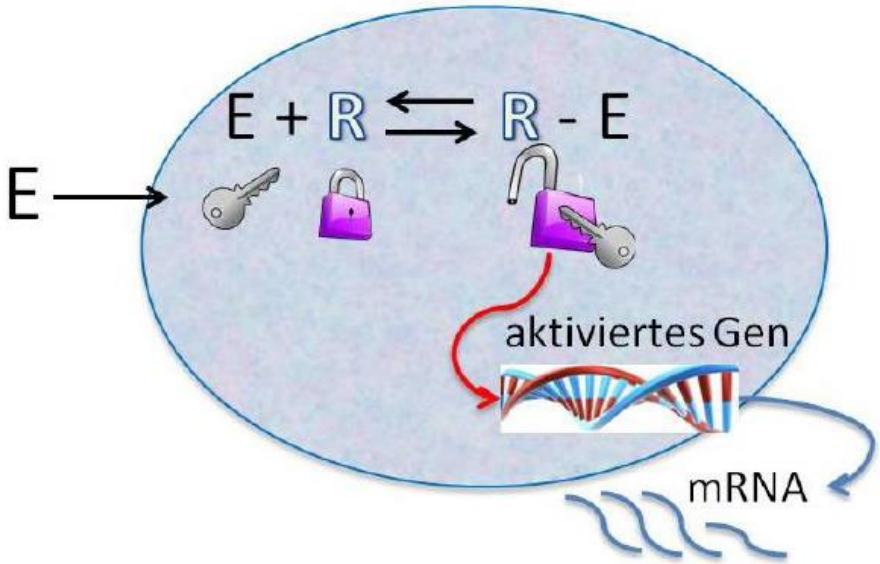
Feldstudien bestätigen: ng/l-Konzentrationen sind toxikologisch wirksam bei aquatischen Organismen



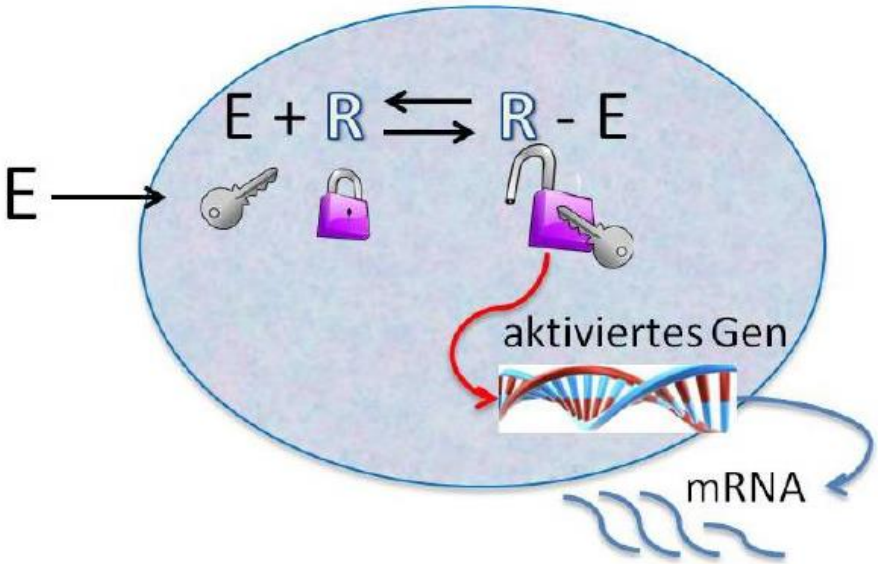
Kidd et al. 2014

Viele Spurenstoffe sind für den Gebrauch beim Mensch entwickelt: warum wirken sie bei Wasserorganismen?

Beispiel Ethinlyöstradiol (Antibabypille)



Wirkmechanismus von Östrogenen beim Mensch



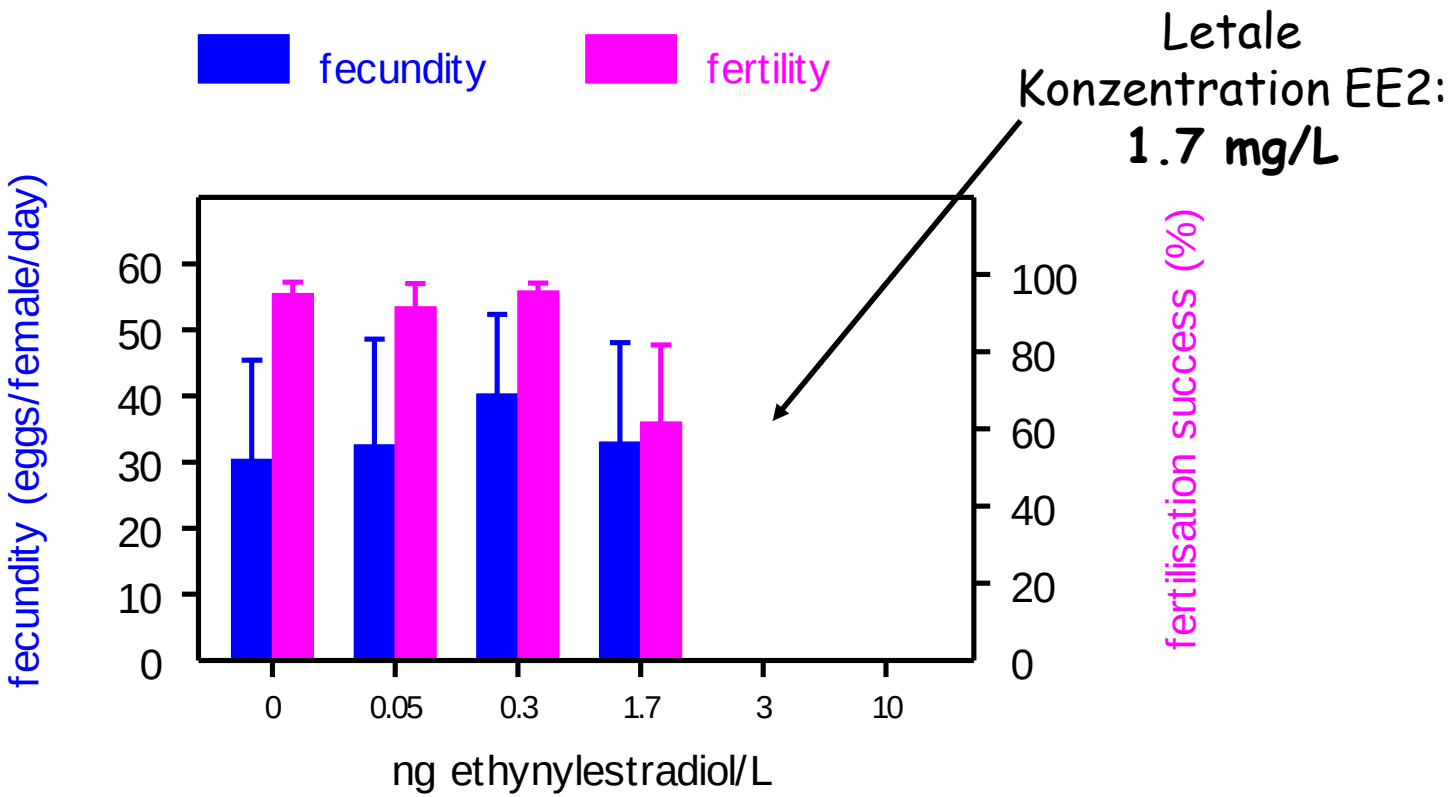
…und beim Fisch

$\Rightarrow$ Evolutionär konservierte Wirkmechanismen

Pharmaka sind beim Menschen (i.d.R.) nicht toxisch – warum beim Fisch?

Das «Geheimnis der Dosierung»:

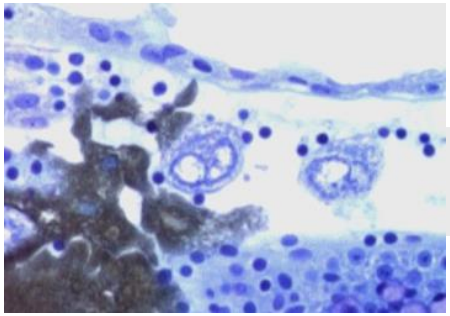
Homonwirkungen sind Dosis-sensitiv: zuviel (endogenes + exogenes) Hormon kann nachteilig sein



EE2-Expositionsversuch mit Zebrafischen

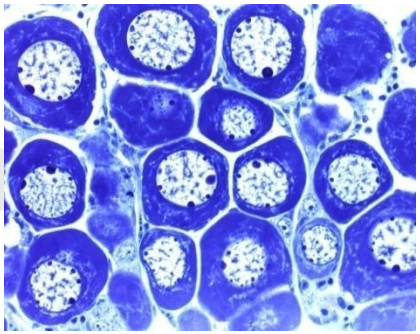
Pharmaka sind beim Menschen (i.d.R.) nicht toxisch – warum beim Fisch?

Das «Geheimnis der Dosierung»:
Falsche Dosis zum falschen Zeitpunkt



Sexualdifferenzierung

«Empfindliche Phase»



Alter

Befruchtung

Umwelthormone stören die endo-genen Hormon-signale

Gonaden-Differenzierung

Reife Gonade

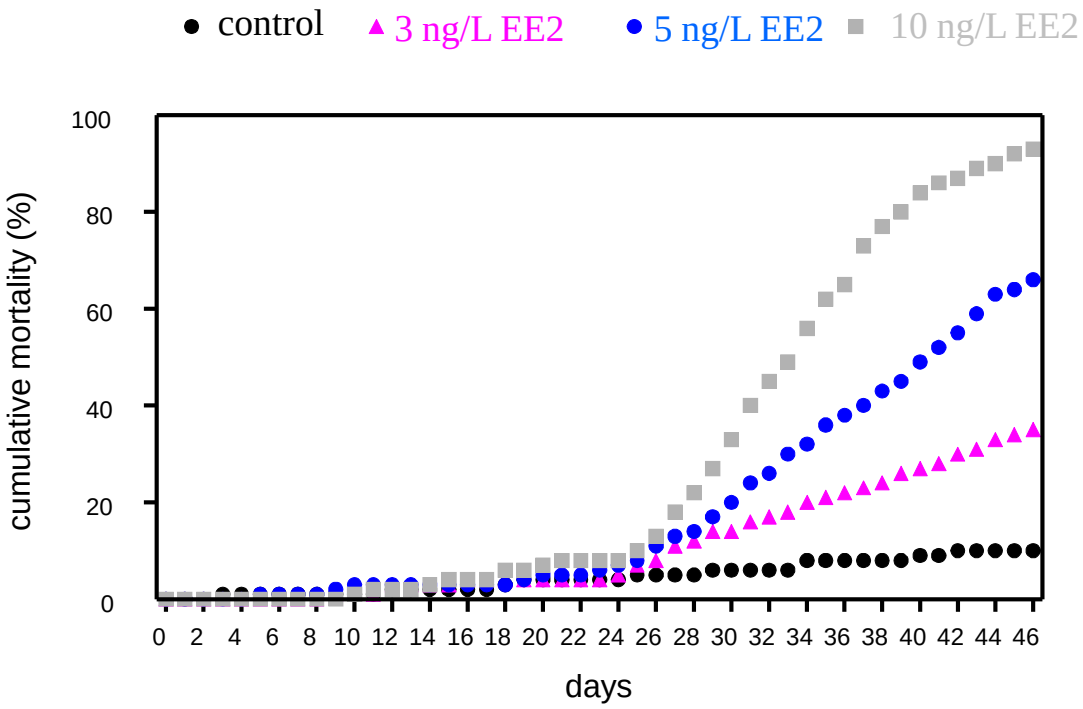
Und es ist noch komplizierter: viele Spurenstoffe greifen in mehrere Lebensfunkionen ein

Bleiben wir bei den Östrogenen: sie regulieren nicht nur die Reproduktion sondern auch das Immunsystem

Geschlechtsunterschiede in der Krankheitsanfälligkeit
⇐ bedingt (u.a) durch Sexualhormone

Was bedeutet das?

Umweltöstrogene können zu einer veränderten Anfälligkeit von Fischen gegenüber Krankheitserregern führen – in der Tat nehmen infektiöse Krankheiten bei freilebenden Fischpopulationen zu !



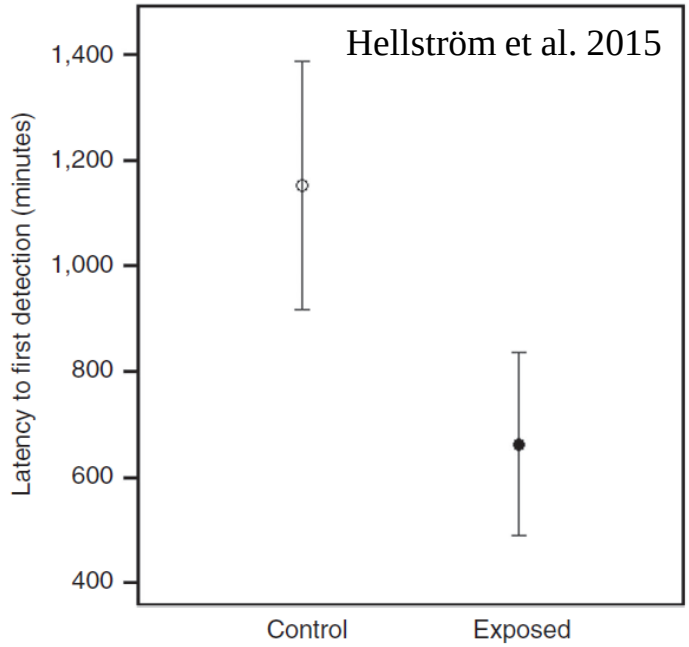
Sterblichkeit von Kontroll- und EE2-exponierten Forellen nach Bakterien-Infektion (*Yersinia ruckeri*)

Das mag ja alles für hormonwirksame Spurenstoffe gelten - aber was ist mit anderen Spurenstoffen?

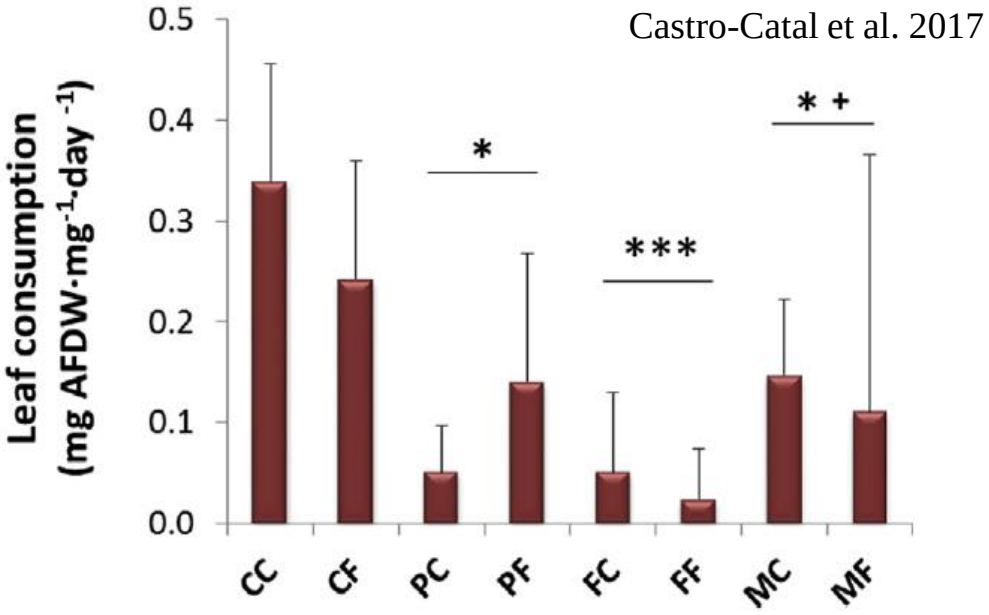
Beispiel **Antidepressiva**: Serotonin Aufnahme Inhibitoren, z.B. Fluoxetin

Sie beeinflussen das Verhalten von aquatischen **Wirbeltieren**

.. ebenso wie das von aquatischen **Wirbellosen**



Geschwindigkeit der Stromabwärts-Wanderung junger Lachse ohne resp. mit Fluoxetin-Rückständen



Fressverhalten von *Gammarus pulex* nach Exposition an 5 ng/L Fluoxetin (CF), an 6 µg Prochloraz (CP) oder Gemische

„Take home messages"

- Viele **Stoffe des täglichen Gebrauchs**, die wir üblicherweise nicht als toxische Stoffe wahrnehmen (Hormone, Pharmaka, Kosmetika, Süssstoffe usw.) enden in den Gewässern.

- Obwohl diese Stoffe meist nur in ng/L-Konzentrationen auftreten, sind sie **biologisch hochaktiv bei Mensch und Tier**

- Langfristige Exposition an die Spurenstoffe oder Exposition in empfindlichen Lebensphasen **kann zu toxischen Wirkungen** bei Wasserorganismen führen.

- Die toxischen Wirkungen der Spurenstoffe bestehen nicht in Mortalität oder ähnlich drastischen Effekten, sondern in **subtilen Veränderungen** von Funktionen wie Reproduktion, Entwicklung, Immunkompetenz oder Verhalten, die für die **ökologische «Fitness»** der Arten wesentlich sind.