

S. Mohr, S. Meinecke, B. Alscher, R. Schmiediche, I. Schmiedling, D. Schnee, R. Berghahn

Umweltbundesamt, Schichauweg 58, 12307 Berlin
Korrespondenz-Autor: silvia.mohr@uba.de

Einleitung und Zielstellung

Das Breitband-Bakteriozid Triclosan (5-Chlor-2-(2,4-dichlorphenoxy)-phenol, CAS 3380-34-5, TCS) findet seit vielen Jahren in Produkten wie z.B. Reinigungs- und Körperpflegemitteln Anwendung. Über die Nutzung dieser Produkte kann Triclosan (TCS) in Oberflächengewässer gelangen, da es nicht vollständig in Kläranlagen abgebaut wird. Es wirkt gegen Bakterien, indem es die Fettsäuresynthese und somit die Membranbildung hemmt. Bedingt durch diesen Wirkmechanismus sind auch Effekte auf Algen zu erklären. Es gibt bereits viele Toxizitätsstudien zur Wirkung von TCS auf Nichtzielorganismen, aber auf Biozönose-Ebene sind Effekte bislang nur für Periphyton-Gemeinschaften (Franz et al. 2008, Ricart et al. 2012), aber nicht für ganze aquatische Teichbiozönosen beschrieben worden. 2011 wurde deshalb in der Fließ- und Stillgewässer-Simulationsanlage des Umweltbundesamtes eine umfangreiche 120-d-Teichmesokosmenstudie durchgeführt, um den Verbleib sowie die Effekte von TCS auf die gesamte Gemeinschaft zu untersuchen (Abb. 1). Es sollte u.a. überprüft werden, ob die „predicted no effect concentration – PNEC (Wasser) von 0.07 µg/L TCS (Price et al. 2010) sicher ist.

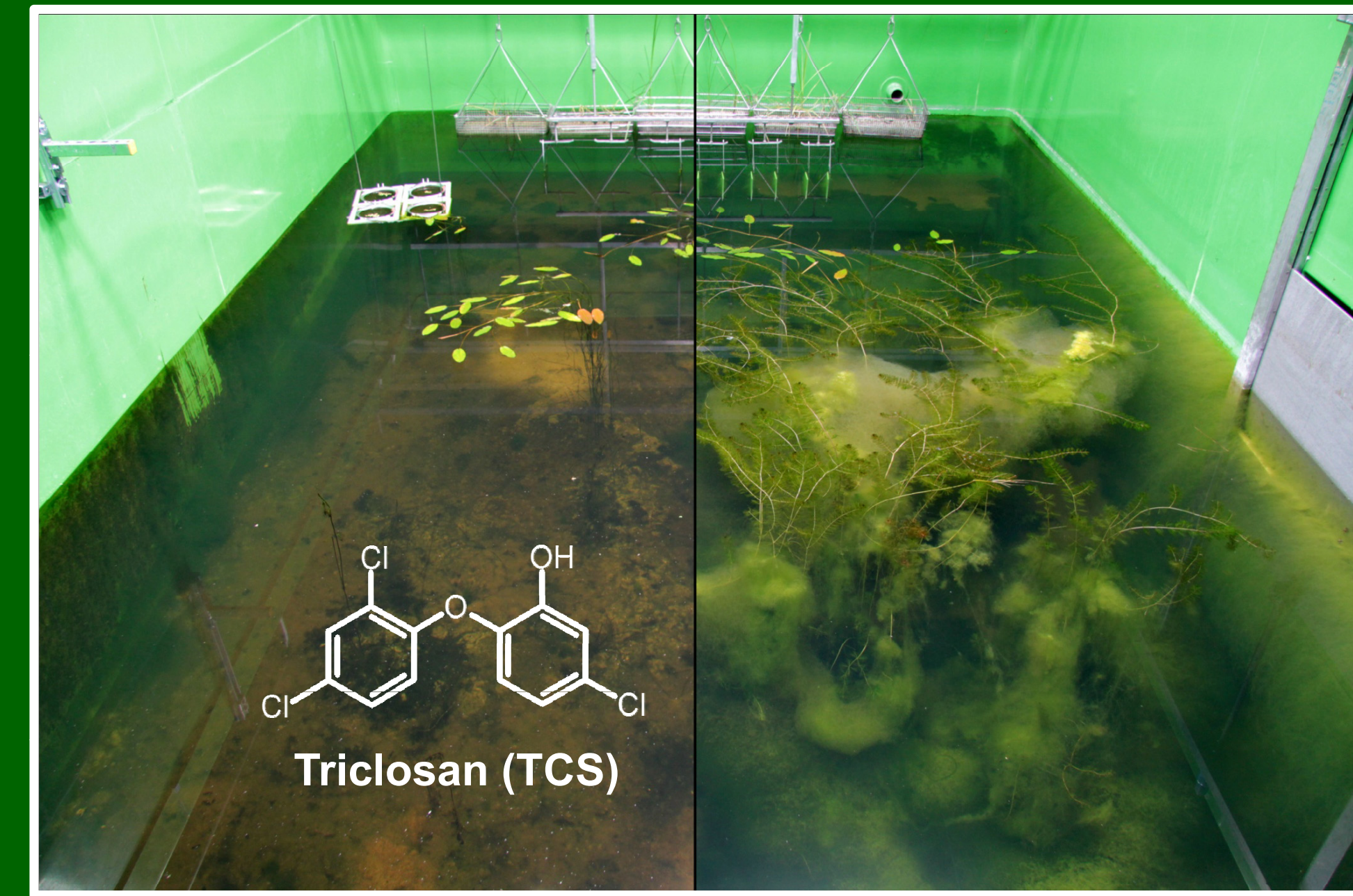


Abb. 1: Versuchsteiche 42 Tage nach Versuchsstart Triclosan 778 µg/l (links), Kontrolle (rechts)

Material und Methoden

Teichdesign: 8 Systeme, EC_x Design

Abmessungen: 690 x 325 x 250 cm

Wasservolumen: 21 m³

Beleuchtung: HQI, 13.000 lx

Sediment: Sand überschichtet mit natürlichem Feinsediment (Schmachter See, Rügen)

Makrophyten: *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton natans*, *Landoltia punctata*

Plankton: Animpfung aus dem Hauptsee, Britzer Garten (Berlin)

Benthos: Besatz mittels Strohsäcken aus dem Barolder Fluss (Brandenburg)

Applikation: Flüssigapplikation mit Spraygun, plus 50 mL Ethanol (Meinecke et al. 2012)

Konzentrationen: 2 Kontrollen, 1 x 0,1 / 0,6 / 3,6 / 21,6 / 130 / 778 µg/l TCS

Testdauer: 120 d

Testbedingungen:

Temperatur: 16,3 – 22,4°C (T_{mittel}: 19,2°C)

pH: 7,5 – 9,9

LF: 480 - 565 µS/cm (LF_{mittel}: 508 µS/cm)

Endpunkte: TCS Abbau im Wasser, Biovolumen beim Periphyton, Abundanz beim Zooplankton und Zoobenthos, Blattfläche bei Wasserpflanzen

Auswertung:

DT₅₀-Berechnung mit Single First Order-Kinetik (SFO) nach Temperaturnormalisierung auf 20°C (Time-Step-Normalisierung, FOCUS 2006)

EC_{50/10} Berechnung mit log-logistischem Modell, Programm Prism (Version 5.04)

Multivariate Analyse (principle response curve analysis – PRC) mit dem Programm Canoco 4.5 für Windows (2007)

Quellen:

Q1: http://dbmuseblade.colorado.edu/DiatomTwo/sbsac_site/species.php?g=Chamaesiphon&s=incrustans

Q2: http://dbmuseblade.colorado.edu/DiatomTwo/sbsac_site/species.php?g=Chamaesiphon&s=incrustans

Q 3: Umweltbundesamt

Q4: <http://www.jacksonbottom.org/images/uploads/Copepods-web.jpg>

Literatur:

EU Commission 2012. State of the Art assessment of endocrine disruptors, <http://ec.europa.eu/environment/endocrine/>

documents/4_SOTA%20EDC%20Final%20Report%20V3%206%20Feb%2012.pdf

FOCUS 2006. Guidance Document on Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies on Pesticides in EU Registration

Franz et al. 2008. Aquatic Toxicology 90, 102-108

Meinecke et al. 2012. Poster, SÉTAC Berlin.

Price et al. 2010. Environment International 36, 521-526.

Ricart et al. 2010. Aquatic Toxicology 100, 346-355.

Danksagung:

Wir bedanken uns bei E. Svetlich-Will für die Hilfe bei der Probenahme, bei S. Loth, D. Graßmann, T. Ottenströer für technische Unterstützung, bei C. Kowals, W. Mailahn und S. Rust für die Durchführung der Analysen.

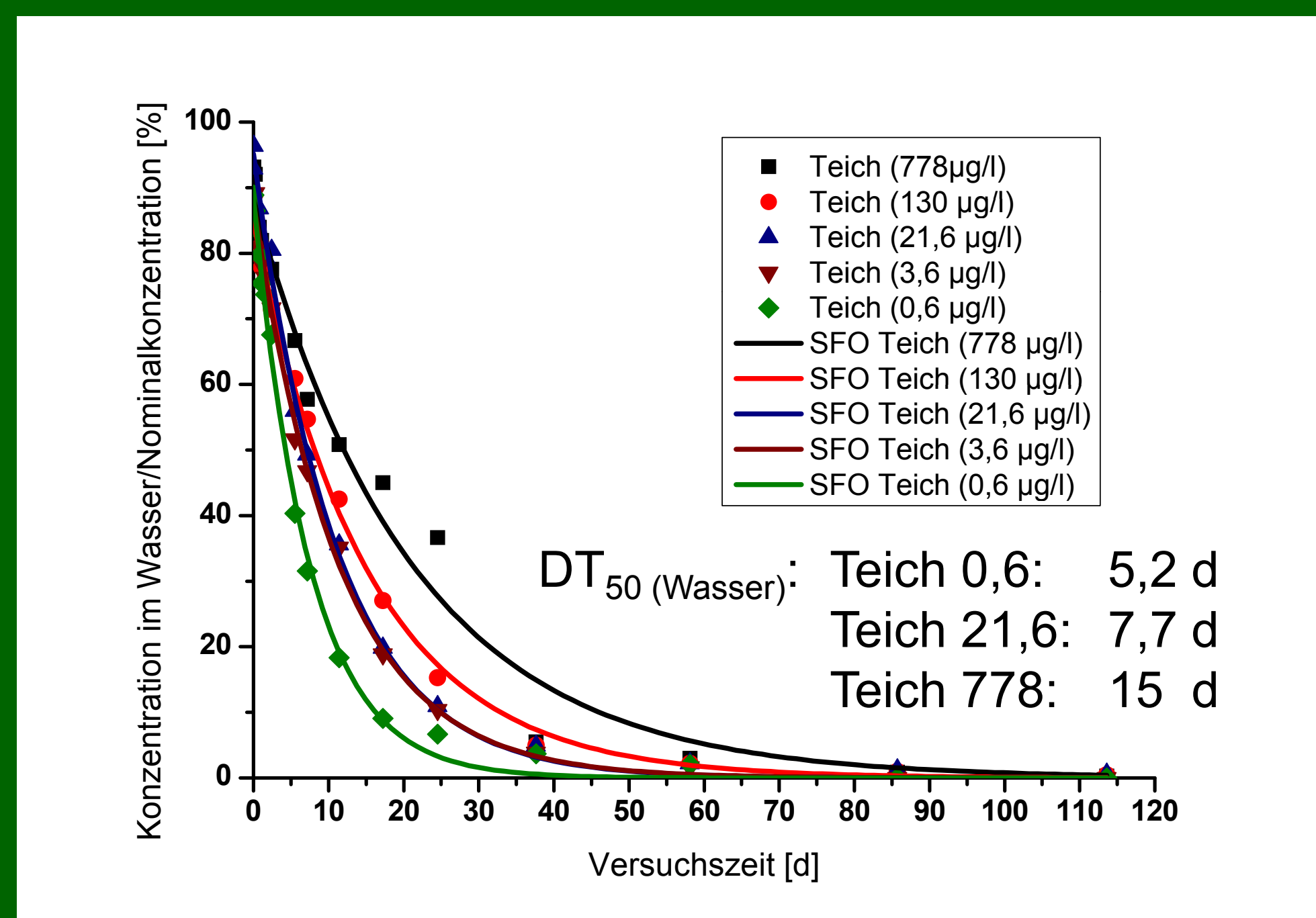


Abb. 2: TCS Abnahme (%) im Wasser in den Teichen 0,6 - 778 µg/l in Relation zur Nominalkonzentration, normalisiert auf 20°C; DT₅₀ = Halbwertszeit



Abb. 3: Organismen aus Tab. 1: von links nach rechts Chamaesiphon (Quelle Q 1), Oedogonium (Q 2), Landoltia (Q 3), cyclopoide Copepoden (Q 4), Gammarus (Q 5)

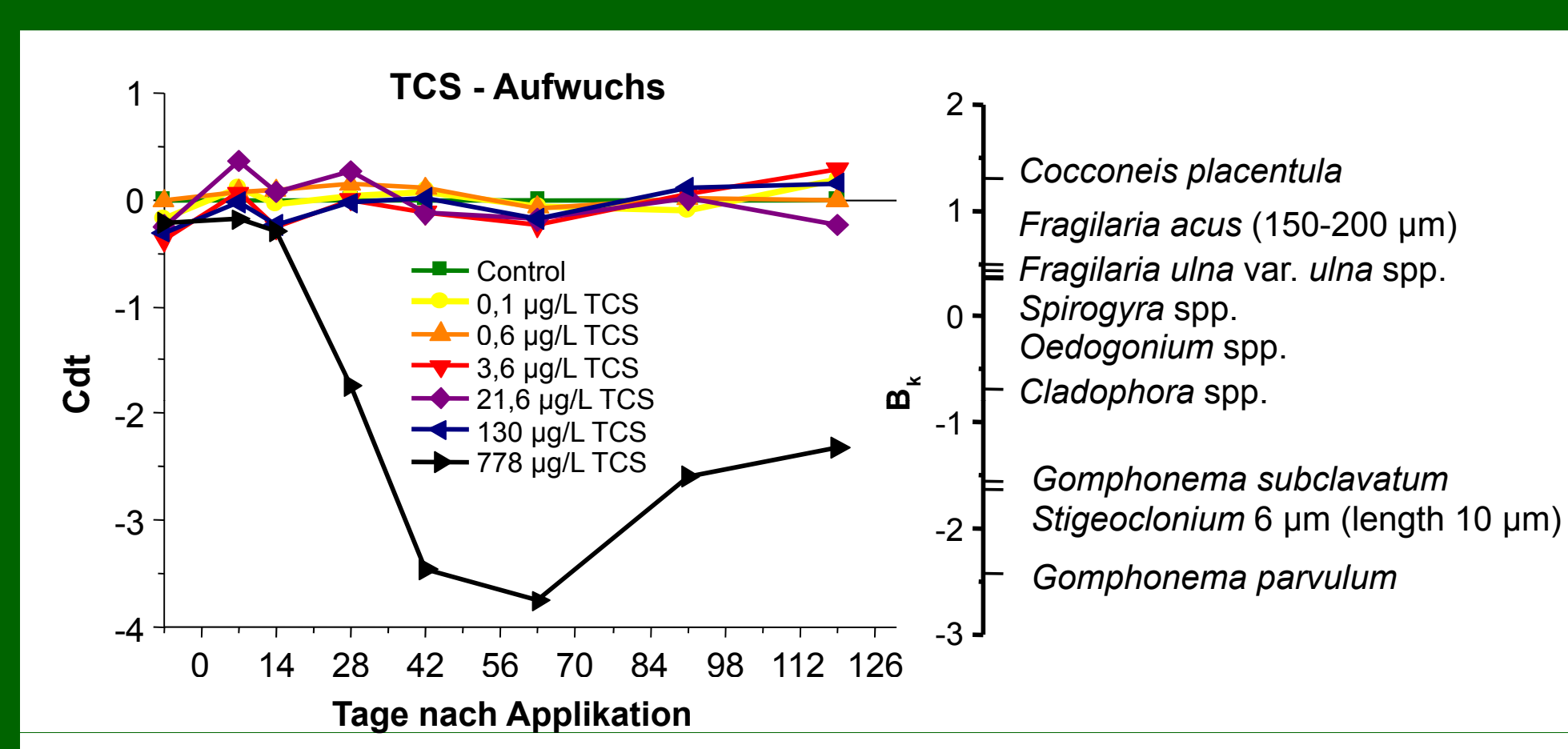


Abb. 4: Multivariate PRC Analyse für den Aufwuchs über den Versuchszeitraum. 72% der Varianz, die zeitlich auf der X-Achse angezeigt wird, ist Einfluss der Behandlung, B_k = Artenwerte > 0,3, p = 0,25

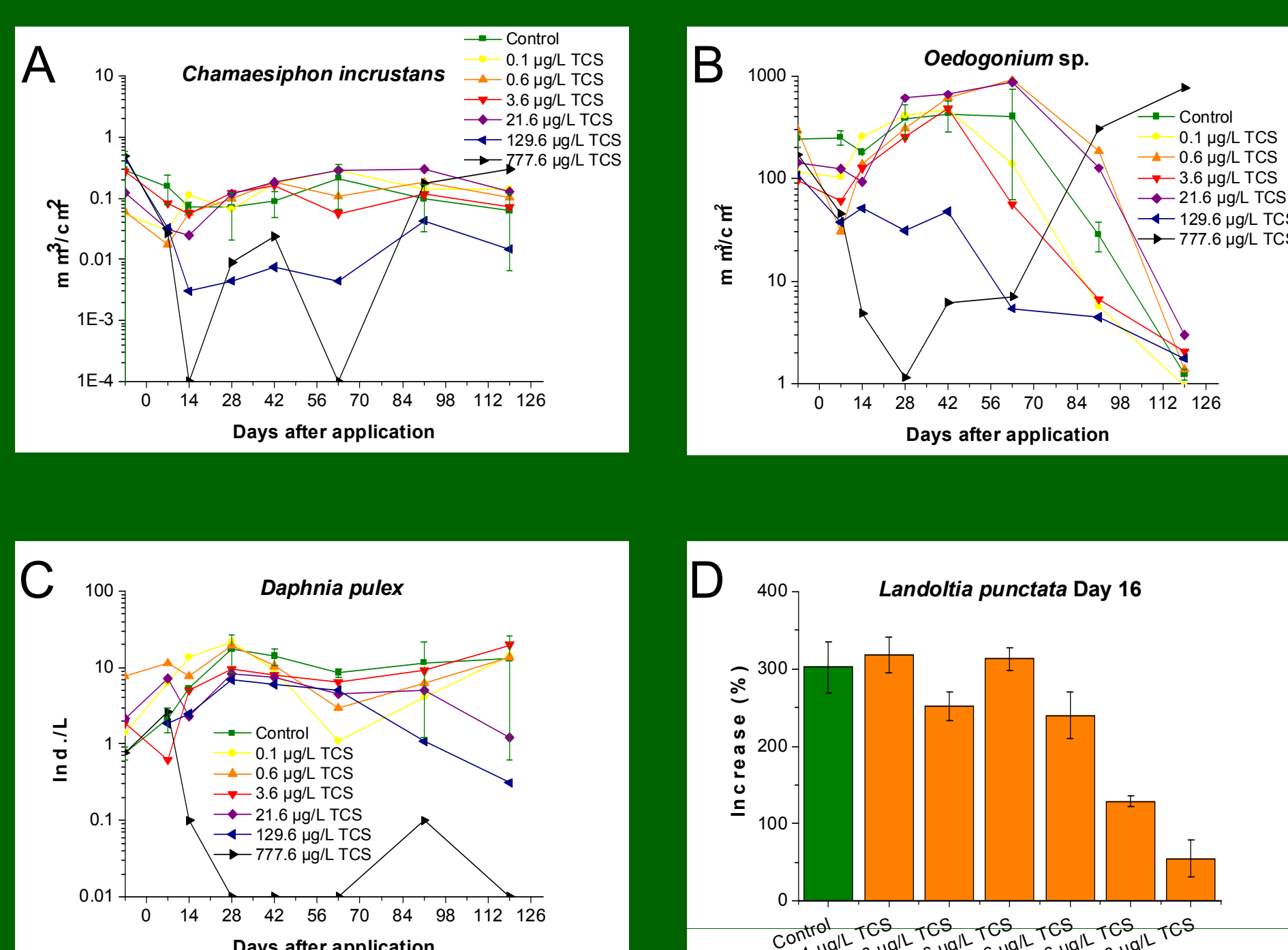


Abb. 5: Abundanzverlauf für Chamaesiphon incrustans (A), Oedogonium sp. (B), und Daphnia pulex (C) in logarithmischer Darstellung und Abundanz am Tag 16 für Landoltia punctata (D)

Tab. 1: EC₅₀ und EC₁₀ (Effektkonzentration + Konfidenzintervalle) für div. Organismen mittels nominalen Konzentration berechnet

Arten	Tage	EC 50 (µg/L)	EC10 (µg/L)
Aufwuchs			
<i>Chamaesiphon incrustans</i>	14	11 (1,4 – 91)	0,3 (0 – 86)
(Abb. 3 + 4 A, Cyanobakterium)	63	0,9 (0,2 – 4,5)	0,02 (0 – 1,2)
<i>Gomphonema capitatum</i> (Kieselalge)	63	4,6 (0,7 – 31)	0,13 (0 -65)
<i>Oedogonium</i> sp.	14	21 (2 – 195)	0,8 (0 – 359)
(Abb. 3 + 4 B, Grünalge)	28	7,2 (2,8 -19)	0,5 (0,06 – 3,9)
Zooplankton			
<i>Cyclopoide Nauplien</i> (Ruderfußkrebse)	28	63 (23 – 168)	7 (0,6-82)
<i>Cyclopoide Copepodite</i>	42	275 (138 – 548)	124 (weit)
(Abb. 3, Ruderfußkrebse)	63	1 (0,3 – 3,2)	0,02 (0 -0,5)
<i>Daphnia pulex</i> (Abb. 4 C, Wasserfloh)	14	44 (3 – 684)	4,5 (weit)
Wasserpflanzen			
<i>Landoltia punctata</i> (Abb. 3 + 4 D, Wasserlinse)	16	105 (48 – 232)	9,7 (1 – 79)
Zoobenthos			
<i>Gammarus roeseli</i>	14	21 (2,4 – 180)	1 (0-255)
(Abb. 3, Bachflohkrebs)	114	97,95 (11 – 856)	4,8 (weit)

- Rasche Abnahme von Triclosan im Wasser (Abb. 2), Abnahmegeschwindigkeit ist konzentrationsabhängig.
- Cyanobakterium *C. incrustans* als empfindlichster Organismus im System gefolgt von Ruderfußkrebs-Stadien (Tab. 1, Abb. 5).
- Effektkonzentrationen auf die Organismen nahmen mit zunehmender Versuchsdauer ab (Tab. 1, Ausnahme Gammariden), obwohl Triclosan keine lange Halbwertszeit im Wasser hatte (Abb. 2).
- Im Abundanzverlauf einzelner Arten zeigte sich am Ende der Studie teilweise ein Wiedererholungseffekt (Abb. 5 A und B, Tab. 1: *Gammarus*).
- Außer bei der höchsten Konzentration konnten auf Gemeinschaftsebene mittels multivariater PRC Analyse keine Effekte auf den Aufwuchs (Abb. 1 und 4) und das Phyto- und Zooplankton (Daten nicht gezeigt) detektiert werden.

Schlussfolgerungen

- Konzentrationsabhängige Abnahmegeschwindigkeit von Triclosan im Wasser ist möglicherweise auf Hemmeffekte zurückzuführen.
- DT₅₀ für TCS ist kleiner 40 Tage und erfüllt somit nicht das Persistenzkriterium nach REACH für das Kompartiment Wasser (Abb. 2).
- Starke Effekte auf Artniveau auf Aufwuchs und Zooplankton (Tab.1) spiegeln sich nicht auf Gesamtgemeinschaftsebene wider. Vermutlich war die Abundanz der sensiblen Arten zu gering (Abb. 5), um auf Gemeinschaftsebene deutlich zu werden.
- Effekte auf Entwicklungsstadien des Ruderfußkrebses könnten eventuell hormonelle Ursachen haben (EU Commission 2012).
- PNEC von 0,07 µg/L TCS ist eventuell auf Artniveau nicht protektiv (Tab. 1), wohl aber auf Gemeinschaftsebene (Abb. 4).