

# Sedimenttrophie und Periphytondynamik: Limnologischer Forschungsbedarf im Rahmen ökotoxikologischer Mesokosmosstudien

Tido Strauß<sup>1</sup>, Monika Hammers-Wirtz<sup>1</sup>, Hans Toni Ratte<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Forschungsinstitut gaiaac, Mies-van-der-Rohe Str. 19, D-52074 Aachen  
<sup>2</sup> Institut für Umweltforschung (Biologie V), RWTH Aachen, Worringerweg 1, 52056 Aachen  
strauss@gaiac.rwth-aachen.de

## Einleitung

Aquatische Mesokosmen sind ein etabliertes Testverfahren zur Simulation stehender Gewässer im Rahmen der Effektbewertung von Umweltchemikalien (z.B. Pestizide). In der momentanen Zulassungspraxis wird für Mesokosmosversuche keine bestimmte Trophie vorgeschrieben, daher werden in solchen Studien Sedimente unterschiedlicher Nährstoffgehalte eingesetzt, sofern sie als natürlich und toxikologisch unbelastet gelten. Es stellt sich die Frage, inwieweit das Arteninventar und die Diversität der Systeme durch die Trophie geprägt werden und welche Auswirkung die Sedimentauswahl auf die Substanzbewertung hat. Ein weiterer, bisher wenig bearbeiteter Aspekt ist die Interaktion von Aufwuchsgemeinschaften mit pelagischen und benthischen Invertebraten auf den Wandflächen von Mesokosmen. Durch das hohe Wandflächen/Volumen-Verhältnis der Mesokosmen beeinflusst das Periphyton auch funktionelle Parameter wie Sauerstoffsättigung oder pH-Wert im Wasserkörper.

## Material & Methoden

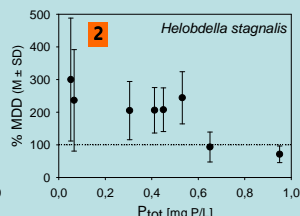
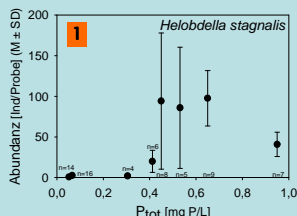
- Die verwendeten Mesokosmen (RWTH Aachen) besitzen ein Wasservolumen von 3–5 m<sup>3</sup>. Die Teiche wurden i.d.R. zwischen November und Januar nach Reinigung mit einer 10 cm hohen Sedimentschicht beschickt und mit Leitungswasser befüllt. Studienstart war i.d.R. April.
- Ausgewertet wurden unter GLP durchgeführte Mesokosmosstudien zur Pestizidzulassung aus den Jahren 1998 bis 2004. Verwendet wurden mesotrophe bis eutrophe Sedimente unterschiedlichen Nährstoffgehalts. Es wurden neben einer variierenden Zahl von Teichen mit Pestizidzugabe stets drei Kontrollteiche angesetzt.
- Sampling: Egel wurden mit Kunstsubstraten auf der Sedimentoberfläche, Zooplankton in der Wassersäule und emergierende Insekten mit Emergenzfallen beprobt. Als Maß für den Nährstoffgehalt der jeweiligen Sedimente wurde der mittlere N<sub>tot</sub><sup>-</sup> bzw. P<sub>tot</sub><sup>-</sup>-Gehalt des Wasserkörpers im Studienverlauf verwendet.
- MDD („minimum detectable difference“): Kleinste Differenz zwischen Kontrolle und Behandlung, die ein statistischer Test als signifikant erkennt (basiert auf t-Test, 3 Kontrollen, 2 potenzielle Behandlungen, α=0,05). Angabe als Prozentabweichung zur Kontrolle (%MDD).



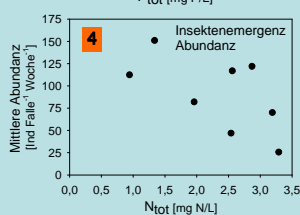
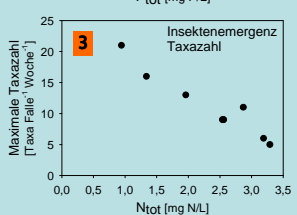
Mesokosmosanlage von gaiaac am Klinikum in Aachen

## Einfluss des Nährstoffgehaltes von Sedimenten – Ergebnisse:

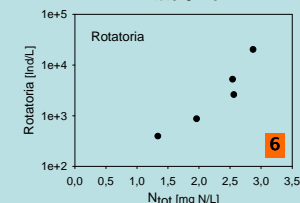
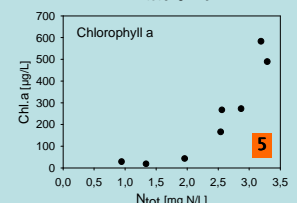
- Die Abundanz mehrerer benthischer Invertebraten (Bspl. Egel, **Abb.1**) und die statistische Signifikanz potenzieller ökotoxikologischer Effekte (**Abb.2**) nimmt mit Erhöhung der Trophie zu.
- Die Insektenemergenz dagegen nimmt in Artenzahl (**Abb.3**) und Abundanz (**Abb.4**) mit Erhöhung der Trophie ab.
- Die Intensität indirekter Effekte auf das Plankton (**Abb.5 und 6**) nimmt mit der Trophie zu. Die Dauer indirekter Effekte kann bei erhöhter Trophie die Dauer der direkten Effekte um mehrere Wochen überschreiten (**Abb.7 und 8**).



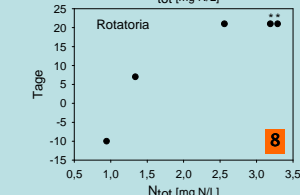
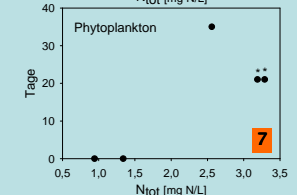
Abundanz des Egels *Helobdella stagnalis* (Abb.1) und die statistisch noch nachweisbare Abweichung der Behandlungen von den Kontrollen (%MDD, Abb.2) in Abhängigkeit der Trophie unbelasteter Kontrollteiche. Signifikante Effekte wären erst bei erhöhter Trophie erkennbar. (n=Anzahl Probestermine Benthos)



Maximale Taxazahl (Mittelwert der Kontrollen, Abb.3) und mittlere Abundanz (Abb.4) der Insekten-emergenz in Abhängigkeit der Trophie unbelasteter Kontrollteiche.



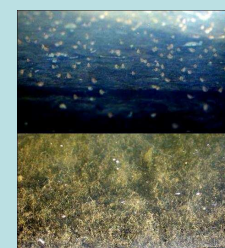
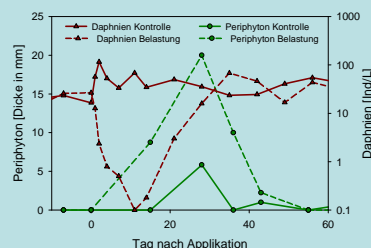
Maximaler Chl.a-Gehalt (Abb.5) und max. Rädertierdichte (Abb.6) in Teichen mit Pestizidbehandlung in Abhängigkeit der Trophie. Ausgewertet wurden nur Studien mit stark negativem Pestizid-Effekt auf die Daphnien-Populationen mit indirekter Förderung von Rädertieren und Phytoplankton. Abb. 7 und 8 zeigen die Zunahme der Dauer indirekter Effekte auf Phytoplankton und Rädertiere in Relation zur Dauer der direkten (toxischen) Effekte auf die Daphnien in Abhängigkeit der Trophie (als Differenz in Tagen).



(\*: indirekte Förderung im Vergleich zur Kontrolle war auch am Studienende noch gegeben)

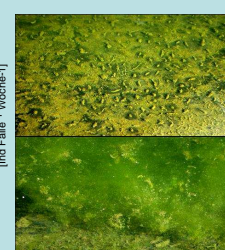
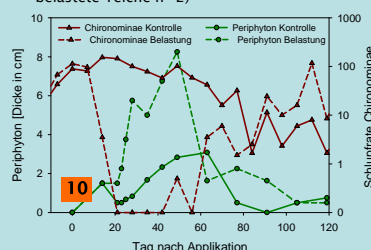
## Interaktionen von Invertebraten und Periphyton – Ergebnisse:

- Es wurden Evidenzen für die Repression der Periphytonentwicklung durch das Grazing von Daphnien, insbesondere *Daphnia magna* (**Abb.9**), sowie von Chironomidenlarven (**Abb.10**) gefunden. Nach starker Reduktion der Invertebratendichten unter Pestizideinfluss nahm die Stärke des Aufwuchses deutlich zu.
- Inwieweit auch der anschließende Rückgang des Periphytons durch die Wiedererholung der Populationsdichte dieser Invertebraten bewirkt sein könnte, bedarf weiterer Untersuchungen.



Darstellung einer Pestizidstudie mit direktem toxischen Wirkeffekt auf Daphnien (v.a. *D. magna*, *D. pulex*). Gezeigt ist die Populationsentwicklung der Daphnien und der Periphytonbewuchs auf den Mesokosmoswänden in Kontrollen und Behandlungen. (Mittelwerte der Replikate, Kontrollteiche n=3, belastete Teiche n=2)

Foto oben: Weidende Daphnien an der Mesokosmoswand. Foto unten: Aufwuchs nach Pestizidzugabe.



Darstellung einer Pestizidstudie mit starken direkten toxischen Effekten auf Chironomiden (insbes. Chironomidae) (Mittelwerte der Replikate, Kontrollteiche n=3, belastete Teiche n=2).

Foto oben: Besiedelung der Teichwände mit Chironomidenlarven und sichtbaren Weidehöfen. Foto unten: Aufwuchs nach Pestizidzugabe.

## Schlussfolgerungen:

- Der Nährstoffgehalt der Sedimente hat einen deutlichen Einfluss auf die Zusammensetzung der Biozöosen, die Abundanz vieler Invertebratentaxa, sowie auf die Ausprägung und Dauer indirekter Effekte in Pestizid-behandelten Teichen. Weitergehende Untersuchungen zur Verteilung der Artengemeinschaften über weite Trophiebereiche sollten initiiert werden.
- Die statistische Power zur Detektion von Wirkeffekten kann bei einigen benthischen Arten (Bspl. Egel) durch eine Erhöhung der Trophie verbessert werden. Hier besteht Forschungsbedarf zu weiteren Organismengruppen.
- Das Verständnis der relevanten Interaktionen zwischen Plankton, Benthos sowie der Lebensgemeinschaft des wandständigen Aufwuchses sollte in Zukunft vertieft werden, um indirekte Rückkopplungen zwischen diesen Kompartimenten in Mesokosmosstudien interpretieren und bewerten zu können.