Akademische Edition Umweltforschung

Publikationsreihe des interdisziplinären
Umwelt-Forums der RWTH Aachen

Band 44/2009

Tido Strauß

**Dynamische Simulation der Planktonentwicklung und
interner Stoffflüsse in einem eutrophen Flachsee**

Herausgeber:
Prof. Dr. Hans Toni Ratte
Institut für Umweltforschung (Biologie V)

Shaker Verlag
Aachen 2009

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2009)

Copyright Shaker Verlag 2009

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-8501-2

ISSN 1437-532X

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird das numerische Gewässergütemodell StoLaM (Stoichiometric Lake Model) zur Simulation der Nährstoff- und Planktodynamik in Flachseen entwickelt. Die Datengrundlage für die Modellentwicklung und Validierung der Simulationsergebnisse bildet eine intensive dreijährige Erhebung der Planktonsukzession und Nährstoffdynamik in einem eutrophen Weiher.

Als Modellgewässer dient der 3,1 ha große eutrophe Alsdorfer Weiher bei Aachen, der trotz einer mittleren Tiefe von nur 2,6 m regelmäßig eine sommerliche Temperaturschichtung aufweist. Eine einjährige Erfassung der wesentlichen Ein- und Austräge von Nährstoffen (Zu- und Abflüsse, Sedimentation, aerobe und anaerobe Sedimentfreisetzung, Eintrag durch Fische bei benthivorer Ernährung, N_2 -Fixierung durch Cyanobakterien, atmosphärische Deposition) erlaubte eine umfassende Bilanzierung der Stoffflüsse für Phosphor, Stickstoff und Silizium. Ein Schwerpunkt der Nahrungsnetzanalysen liegt auf der Nahrungsökologie omnivorer Fische (Rotaugen, *Rutilus rutilus*). Es wird gezeigt, dass der sommerliche Wechsel selbst kleiner Rotaugen von Zooplanktivorie zur Benthivorie von der Größenstruktur der zooplanktischen Beutepopulation abhängt und auch bei hohen Zooplanktdichten im Gewässer (v.a. *Bosmina longirostris*) stattfinden kann. Von Juni bis August waren Rotaugen durch Aufnahme nährstoffreichen Sediments für 40 % des gesamten sommerlichen Phosphoreintrags in den Wasserkörper verantwortlich. Demnach spielen die Rotaugen mit ihrem hohen Umsatz benthischer Nahrung eine wesentliche Rolle bei der gewässerinternen Nährstoffmobilisierung in eutrophen Flachseen.

Das Gewässergütemodell StoLaM ist sowohl für temporär bis stabil geschichtete stehende Flachgewässer als auch für größere Seen ausgelegt. Es berücksichtigt die in Flachgewässern aufgrund ihres geringen Volumen-Flächen-Verhältnisses wichtigen Sediment-Wasser-Interaktionen sowie die in flachen und tieferen Gewässern bedeutsamen vertikalen Gradienten. In StoLaM werden neben dem Sauerstoffgehalt und der Wassertemperatur mehrere Zooplankton- und Phytoplanktongruppen simuliert. Drei Pflanzennährstoffe (Phosphor, Stickstoff und Silizium) wurden als geschlossene Kreisläufe modelliert unter Beachtung ihrer stöchiometrischen Relationen bei der Aufnahme durch das Phytoplankton und Regeneration durch Zooplankton. Menge und Verhältnis der im Wasser gelösten Nährstoffe werden durch externe Einträge und seeinterne Prozesse (Freisetzung aus dem Sediment, Eintrag durch benthivore Fische, Sedimentation, N_2 -Fixierung, Denitrifikation) beeinflusst. Ein Fischmodul bildet sowohl den Einfluss omnivorer Friedfische auf das Zooplankton als auch den fischbedingten Nährstoffeintrag aus dem Sediment in die Wassersäule ab.

StoLaM gibt die gewässerinternen Stoffflüsse sowie die Planktodynamik im Alsdorfer Weiher in hoher Übereinstimmung mit dem Freilanddatensatz wieder. Die Turbulenz und die Temperaturschichtung sowie die daraus resultierenden Sauerstoff- und Nährstoffgradienten bildet das hydrodynamische Submodell HyLaM trotz der geringen Gewässertiefe präzise ab. Eine zeitlich hoch aufgelöste Simulation vertikaler physikalisch-chemischer Gradienten ermöglicht eine naturnahe Analyse der Populationsdynamik der im Sommer Algenblüten bildenden Phytoplanktonarten. Am Beispiel des Dinoflagellaten *Ceratium hirundinella* und dem Cyanobakterium *Aphanizomenon flos-aquae* werden die Konkurrenzvorteile durch tagesperiodische Vertikalwanderung bzw. Stickstofffixierung für den Alsdorfer Weiher untersucht und diskutiert.

Das Gewässergütemodell StoLaM lässt sich als prognostisches Werkzeug bei der prozessorientierten Analyse als auch in der Maßnahmenplanung zur Auswahl und Bewertung geplanter Steuerungskonzepte für stehende Gewässer sinnvoll einsetzen. Durch die Berücksichtigung der Prinzipien der ökologischen Stöchiometrie ist zudem der Einfluss unterschiedlicher Nährstoffverhältnisse auf die Planktonentwicklung darstellbar.