

Herausgeber:  
Albrecht Gnauck

# Modellierung und Simulation von Ökosystemen

Workshop Kölpinsee 2004



ASIM-Mitteilung AMB 93



Berichte aus der Umweltinformatik

**Albrecht Gnauck (Hrsg.)**

**Modellierung und Simulation von Ökosystemen**

Workshop Kölpinsee 2004

Shaker Verlag  
Aachen 2006

**Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek**

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

Copyright Shaker Verlag 2006

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

Printed in Germany.

ISBN-10: 3-8322-5203-7

ISBN-13: 978-3-8322-5203-8

ISSN 1616-0886

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

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

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## Vorwort

In der Umweltinformatik hat die interdisziplinäre Zusammenarbeit inzwischen eine gute und erfolgreiche Tradition. Der 8. Workshop „Modellierung und Simulation von Ökosystemen“ der GI-Fachgruppe 4.6.3. „Simulation in Umwelt- und Geowissenschaften“ und der GI-ASIM-Fachgruppe 4.5.3 fand vom 27.10. – 29.10.2004 im Ostseebad Kölpinsee/Usedom wieder unter der bewährten wissenschaftlichen Leitung von Prof. Dr. Albrecht Gnauck, Lehrstuhl für Ökosysteme und Umweltinformatik der BTU Cottbus, statt. Ziel des Workshops war die Zusammenführung von Methoden der mathematischen Modellierung mit Simulationstechniken und systemtheoretischen Grundlagen als Basis zur Beschreibung, Erklärung, Visualisierung ökologischer Prozesse sowie zum Management von Ökosystemen. Wissenschaftler von Universitäten, Forschungsinstituten und Behörden diskutierten neben theoretischen Aspekten der Ökosystemmodellierung, praktische Anwendungen von Modellkonzepten zur Emissionskontrolle, zur Modellierung und zum Management natürlicher und künstlicher Ökosysteme sowie zu Softwareentwicklungen in der Landschaftsmodellierung und zur Qualitätssicherung in der Simulationstechnik. Die Vorträge wurden in deutscher und englischer Sprache gehalten.

Der vorliegende Band enthält die nach einem Peer Reviewing – Prozess überarbeiteten Beiträge des Workshops. Durch längere, nicht vorhersehbare und vermeidbare Unterbrechungen wurde die Herausgabe des Buches zeitlich verzögert. Trotzdem sind die Beiträge nach wie vor aktuell und verweisen auf gegenwärtige und zukünftige Entwicklungen.

*J. Studzinski, Warschau*, stellt erläutert in seinem Beitrag theoretische Entwicklungen von Modellen und Algorithmen zur Simulation und Optimierung von komplexen Netzen der Wasserversorgung und Abwasserableitung vor. Ausführlich beschreibt er mehrkriterielle Optimierungsaufgaben zur Entscheidungsunterstützung für Managementoptionen. Besonderen Wert legte er auf die Datenbasis und das Monitoring der Ver- und Entsorgungsnetze.

Die Kopplung von Simulatoren zum Ökosystemmanagement ist Gegenstand des Beitrages von *A. Gnauck* und *B. Luther, Cottbus*. Grundlage ist das an der BTU Cottbus entwickelte Eutrophierungsmodell *HavelMod*, das mit dem Simulator *ISSOP* gekoppelt

wird. Durch Kombination von Simulation und mehrkriterieller Optimierung ist gegenüber den auf Simulationsergebnissen beruhenden Szenario-Analysen eine direkte optimale Berechnung von Managementoptionen möglich.

Erste Simulationsergebnisse zur Wassergüte der Berliner Spree werden von *A. Meisch-Peschew, B. Luther* und *A. Gnauck, Cottbus*, diskutiert. Sie berichten über eine Erweiterung des Eutrophierungssimulators *HavelMod* um die für Fließgewässer wichtige Sauerstoffbilanz und diskutieren Simulationsergebnisse der Wassergüte der Spree in Berlin.

Ergänzend dazu stellt *B. Luther, Cottbus*, in seinem Beitrag die Verwendung eines Eutrophierungsmodells zur Bewertung und Entscheidung vor. Er betont, dass eine effiziente und transparente Realisierung einer direkten Kopplung zwischen Simulationsmodell und Optimierungsprozedur nur auf der Basis eines einheitlichen softwaretechnischen Rahmens möglich ist.

Grundlegende Zusammenhänge zwischen Gewässerstruktur und Gewässergüte werden von *D. Wagenschein, K.-E. Lindenschmidt* und *M. Rode, Magdeburg*, aufgezeigt. Am Beispiel des Nährstoffhaushaltes der Weißen Elster stellen sie mittels des Modells *WASP5* berechnete Szenarien zur Wassergüte vor und diskutieren Problemlösungen. Besonderen Wert legen sie auf die Modellkalibrierung mittels *PEST*.

Ausführlich gehen *S. Kardaetz, T. Strube* und *R. Brüggemann, Berlin*, auf die modellgestützte Bewertung gewässerökologischer Szenarien für den Müggelsee ein. Mittels der Hasse-Diagramm-Technik zeigen sie anhand des Modells *EMMO*, wie große Datenmengen im Rahmen von Bewertungsprozeduren zu bewältigen und Entscheidungen bei subjektiven Präferenzen mittels Clusterverfahren zu bewerten sind.

Die Qualitätssicherung von Modellen ist ein sehr aktuelles Thema für Modellierer und Entscheidungsträger. *T. Bergfeld, Koblenz*, berichtet dazu über die Qualitätssicherung bei der Modellierung von Flusseinzugsgebieten. Anhand verschiedener Modellstudien belegt sie die Vorgehensweise bei der Modellierung und formuliert eine web-basierte Richtlinie für Modellentwicklungen.

Über die Anwendung von Kriging-Algorithmen auf geostatistische Daten berichtet *W. Kozłowski, Breslau*. Er wertet dazu Zeitreihen für verschiedene meteorologische Variab-

le und Bodendaten mit Variogrammen aus. Praktische Beispiele werden für die Region Breslau angegeben.

*P. Holnicki, A. Kaluszko und J. Stańczak, Warschau*, diskutieren in ihrem Beitrag die Anwendung von Methoden des Softcomputing zur Reduktion von SO<sub>2</sub>-Emissionen. Sie verknüpfen in anschaulicher Weise technologisch orientierte Steuerungsaufgaben mit mathematischen Formulierungen und Optimierungsproblemen. Dabei betonen sie besonders die Bedeutung von optimalen Allokationen bei der globalen SO<sub>2</sub>-Reduktion.

Ausgehend vom globalen Schwefelzyklus und von Transportprozessen in der Atmosphäre erläutert *P. Holnicki, Warschau*, in seinem sehr interessanten Beitrag Modellierungs- und Simulationsaufgaben auf unterschiedlichen Skalen. Am Beispiel einer für Polen gültigen regionalen Skala werden Fragen der Optimierung und der Echtzeitsteuerung ausführlich diskutiert.

Praktische Konsequenzen der Ergebnisse von Simulationsmodellen werden im Vortrag von *W. Mirschel und K.-O. Wenkel, Müncheberg*, besonders deutlich. Auf der Basis eines eindimensionalen Bodenfeuchte- und Evapotranspirationsmodells wird eine computergestützte Berechnungseinsatzsteuerung BEREST vorgestellt. Vorteilhaft ist, dass die Nutzer die Prozedur aus dem Internet herunterladen können.

Die Simulation von Ökosystemen erfordert effiziente Simulationswerkzeuge. *R. Wieland, Müncheberg*, stellt mit NNQT ein neues, interaktives Neuronales Netztool vor. Durch den Einsatz eines speziell angepassten Levenberg-Marquardt Algorithmus' wird sowohl eine hohe Konvergenzgeschwindigkeit erreicht, als auch die Fähigkeit zur Generalisierung insbesondere bei kleinen Sätzen von Trainingsdaten verbunden. Weiterhin werden Aspekte der Implementierung und Integration von NNQT in SAMT diskutiert.

Die kategorientheoretische Modellierung von Ökosystemen erfordert nicht nur eine formale Darstellung von Funktoren, sondern auch deren praktische Repräsentation mittels ökologischer Prozesse. *A. Gnauck, Cottbus*, berichtet dazu über den Zusammenhang von Funktoren und Signalen am Beispiel langjähriger Zeitreihen der Wassergüte. Er erweitert die klassischen Verfahren der ökologischen Signalanalyse durch Anwendung digitaler Signalfilter auf hochaufgelöste Messreihen der Wassergüte.

Mein herzlicher Dank gilt allen Teilnehmern, Vortragenden und Diskussionsrednern des Workshops. Den Autoren der Beiträge schulde ich nicht nur großen Dank für die Mühe der Ausarbeitung ihrer Vortragsmanuskripte, sondern auch für ihre Geduld bis zur Herausgabe des Buches. Insbesondere gilt mein Dank Herrn Dipl.-Ing. Hartmut Nemitz, der die technische Bearbeitung der oft komplizierten Texte und Abbildungen mit bewunderungswürdigen Innovationen durchgeführt und die Fertigstellung des druckreifen Manuskriptes intensiv betreut hat. Dem Shaker Verlag Aachen, insbesondere Frau Leany Maaßen, bin ich für die unkomplizierte Herausgabe des Buches in der Reihe „Umweltinformatik“ und die ausgezeichnete verlegerische Betreuung zu großem Dank verpflichtet.

Cottbus, November 2005

Albrecht Gnauck



## Inhaltsverzeichnis

<i>Studzinski, J.</i> Entwicklung von Modellen und Algorithmen zur Simulation und Optimierung von komplexen Wassernetzen .....	1
<i>Gnauck, A. and B. Luther</i> Simulation and Parameter Optimisation of a Shallow Lake Eutrophication Model.....	13
<i>Meisch-Peschew, A., B. Luther und A. Gnauck</i> Zur Simulation der Wassergüte der Spree in Berlin.....	29
<i>Luther, B.</i> Verwendung eines Eutrophierungsmodells zur Bewertung und Entscheidung.....	52
<i>Wagenschein, D., K.-E. Lindenschmidt und M. Rode</i> Zusammenhänge zwischen Flussmorphologie und Gewässergüte – Modellierung an der Weißen Elster und Saale .....	68
<i>Kardaetz, S., T. Strube und R. Brüggemann</i> Modellgestützte Bewertung gewässerökologischer Szenarien für den Müggelsee .....	83
<i>Bergfeld, T.</i> Das EU-Projekt HarmoniQua: Qualitätssicherung zur Erhöhung der Zuverlässigkeit bei der Modellierung von Flusseinzugsgebieten.....	113
<i>Kozlowski, W.</i> The Kriging Approximation Method of Environmental Measurements .....	120
<i>Holnicki, P., A. Kaluszko and J. Stańczak</i> Application of Soft Computing Methods in Emission Reduction Problems .....	128
<i>Holnicki, P.</i> Decision Support Algorithms Based on Air Pollution Models.....	141
<i>Mirschel, W. und K.-O. Wenkel</i> Eindimensionales Bodenfeuchte- und Evatranspirationsmodell als Basis einer computergestützten operativen Beregnungssteuerung .....	158
<i>Wieland, R.</i> NNQT – ein Neuronales Netztool für SAMT .....	181
<i>Gnauck, A.</i> Funktoeren und Signale – Zur Signalanalyse ökologischer Prozesse .....	192