

Herausgeber:
Albrecht Gnauck

Modellierung und Simulation von Ökosystemen

Workshop Kölpinsee 2008



ASIM-Mitteilung AM 119

Berichte aus der Umweltinformatik

Albrecht Gnauck (Hrsg.)

Modellierung und Simulation von Ökosystemen

Workshop Kölpinsee 2008

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.

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 978-3-8322-8589-0

ISSN 1616-0886

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

Vorwort

Die Fachgruppe 4.6.3 „Simulation in den Umwelt- und Geowissenschaften“ im Fachausschuss 4.6 „Informatik für den Umweltschutz“ der Gesellschaft für Informatik e.V. veranstaltete vom 29.10.2008 - 31.10.2008 in Zusammenarbeit mit der GI-ASIM-Fachgruppe „Simulation in den Umwelt- und Geowissenschaften, Medizin, Biologie und Biophysik“ einen Workshop zur Modellierung und Simulation von Ökosystemen. Die Organisation des interdisziplinär ausgerichteten Workshops erfolgte durch den Lehrstuhl für Ökosysteme und Umweltinformatik der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus unter der wissenschaftlichen Leitung von *Univ.-Prof. Dr. habil. Albrecht Gnauck*. Dass der jährlich ausgerichtete Workshop bereits zum 12. Mal in Folge im Hotel „Zur Ostsee“ stattfinden konnte, ist einerseits der hohen wissenschaftlichen Wertschätzung dieser Veranstaltung durch die Teilnehmer zu danken. Andererseits stimulieren die durch die Hotelbesitzer, die Familie Kirsch, gegebenen ausgezeichneten Arbeitsbedingungen die Teilnehmer zu einem intensiven und innovativen Gedankenaustausch, der zu einem intensiven wissenschaftliche Ergebnissen führt.

Ziele des Workshops waren die Zusammenführung von Informatikmethoden mit neuen Erkenntnissen der Umweltforschung sowie von Forschungsergebnissen auf dem Gebiet der Systemtheorie und Simulationstechnik und ihrer modellhaften Ausprägungen und Interpretationen unter Anwendung innovativer Informationstechniken und Softwarewerkzeuge. Wissenschaftler von deutschen, polnischen und vietnamesischen Universitäten und Forschungseinrichtungen diskutierten theoretische Entwicklungen auf dem Gebiet der Ökosystem- und Umweltsimulation sowie praktische Umsetzungen von Modellkonzepten. Der thematische Bogen des Workshops spannte sich über komplexe Modellansätze zur Beschreibung und Modellierung des Klimawandels einschließlich der dazu notwendigen Datenanforderungen, über Modellierungsarbeiten zur Landnutzung, zur Wasserversorgung und Abwasserbehandlung und methodischen Problemen der Simulationstechnik bis hin zu Methoden der Umweltberichterstattung, zur Energieversorgung und zur Gewässereutrophierung. Die auf dem Workshop präsentierten 15 Beiträge zur Modellierung und Simulation von Ökosystemen waren den Schwerpunkten Klimawandel (3 Beiträge), Ökologie und Ökonomie (1 Beitrag), Landnutzung (3 Beiträge), Wasserversorgung und Abwasserbehandlung (2 Beiträge), Umweltberichterstattung (1 Beitrag), neue Simulationsme-

thoden (3 Beiträge) sowie Energie und Eutrophierung (jeweils 1 Beitrag) zugeordnet. Die Workshopvorträge wurden in deutscher und englischer Sprache gehalten. *Prof. Albrecht Gnauck, Cottbus*, eröffnete den Workshop und begrüßte die Teilnehmer sehr herzlich. Er gab seiner Freude Ausdruck, dass der Workshop seit Beginn nichts von seiner Aktualität und seinem wissenschaftlichen Wert eingebüßt hat. Auch zum 12. Workshop 2008 konnte er wieder neue Teilnehmer begrüßen.

Der vorliegende Band enthält bis auf zwei Texte alle vollständig referierten und revidierten Fassungen der Workshopbeiträge. Sie werden durch zwei Arbeiten aus der Forschungsgruppe von Prof. Gnauck, Cottbus, zu den Gebieten Landnutzung und Energienutzung ergänzt.

Die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung sowie industrielle und landwirtschaftliche Wassernutzungen in den Küstenregionen Vietnams erfolgen ausschließlich aus Grundwasserleitern. In ihrem Beitrag beschäftigen sich *N. V. Hoang* und *B. P. Thuy, Hanoi/Greifswald*, mit der Modellierung und Simulation der Wasserqualität von Grundwasserleitern. Durch globale Klimaänderungen kommt es zu einem Anstieg des Meeresspiegels und damit zu Salzwassereintrüben in das Grundwasser. Am Beispiel der Nam Dinh Provinz in Vietnam diskutieren sie die Auswirkungen von Klimaänderungen. Zur Modellierung der Salzwasserbeeinflussung wählen die Autoren einen FEM-Ansatz und simulieren zu erwartende Änderungen der Grundwasserbeschaffenheit bis zum Jahr 2010 auf der Basis von Advektions-Dispersions-Mechanismen sowie der gegebenen Salzkonzentrationen.

Modell- und Datenanforderungen für eine regionale Folgenabschätzung von Klimaänderungen auf Erträge landwirtschaftlicher Fruchtarten sind Gegenstand des Beitrages von *W. Mirschel, K.-O. Wenkel, R. Wieland, K. Luzi, Müncheberg, B. Köstner, Dresden* und *E. Albert, Leipzig*. Ausgehend von der Charakterisierung der Ertragsleistung von Pflanzen durch die Faktoren Wetter, Klima, CO₂-Gehalt der Luft, Schädlinge/Krankheiten, Boden, Pflanze und Agro-Management formulieren sie Anforderungen an Daten, Modelle und Simulationstools für eine regionale Skala. Am Beispiel des Freistaates Sachsen mit seiner gesamten Ackerfläche werden unter Verwendung gegebener Klimaprojektionen regionaldifferenzierte Abschätzungen der Auswirkungen des Klimawandels gegeben. Die notwendige Boden- und Standortinformation wird durch die MMK bereitgestellt. Dazu werden das statistisch orientierte Modell YIELDSTAT auf seine Anwendbarkeit überprüft und mittels Daten von Nitrat-

Dauertestflächen sowie Daten der Kreis- und Landesstatistik validiert. Die Auswirkungen von Klimaänderungen werden mittels realer und simulierter Wetterdaten abgeglichen. Simulations- und Szenariorechnungen erfolgen für den gesamten Freistaat sowie abgegrenzte Boden-Klima-Regionen für den Zeitraum bis zum Jahr 2050. Die Datenregionalisierungen sowie die Simulationen werden mit SAMT ausgeführt. Alle Ergebnisse sind ausführlich diskutiert.

Der Schwerpunkt „Ökologie und Ökonomie“ ist Gegenstand des Beitrages von *E. Fongwa* und *A. Gnauck, Cottbus*. Sie berichten über erste konzeptionelle Vorstellungen zur modellgestützten Nutzung von Ökosystem-Dienstleistungen (Ecosystem Services) für die Entwicklung von Wertschöpfungsketten. Anhand politischer und sozial-ökonomischer Regeln formulieren sie spieltheoretische Modellansätze zur Entwicklung von Strategien zur Ausnutzung der ökologischen Dienstleistungen durch die Gesellschaft in Verbindung mit deren finanzieller Beteiligung an den Ökosystemnutzungen.

Über einen konzeptionellen Ansatz eines Entscheidungshilfesystems zum Einsatz von Bodenhilfsstoffen auf Extremstandorten, wie sie durch Spülhalden, Abraumflächen und Halbwüsten gegeben sind, berichten *S. Meyer, O. Blumenstein* und *H. Schachtzabel, Potsdam*. Kernstück der Untersuchungen ist die Entwicklung eines Entscheidungshilfesystems zum Ökosystemmanagement. Ziel ist eine Renaturierung bzw. Wiederbegrünung dieser Standorte. Zur Lösung dieser Problematik stellen sie ein Konzept zur Entwicklung und den Einsatz von verschiedenen Bodenhilfsstoffen vor, die auf natürlichen Ausgangsstoffen basieren. Es werden erste Ergebnisse von Gewächshaus- und Freilandversuchen mit vier unterschiedlichen Komponenten vorgestellt.

R. Obst, Lübben, W. Ecknig, Wilhelmshagen und *A. Gnauck, Cottbus*, berichten über die räumliche Variabilität des PAK-Transportes in ausgewählten Böden des Landes Brandenburg. Ausgehend von mathematisch-statistischen Methoden der Probenahme von Umweltmedien und deren Optimierung werden die Mobilität von PAK in ausgewählten brandenburgischen Standorten beschrieben und Vorschläge für Sanierungsuntersuchungen diskutiert. Hauptaugenmerk wird dabei auf das Mobilitätsverhalten der PAK im Boden gelegt,

In seinem Beitrag über die Modellierung eines Wasserversorgungsnetzes mit den Software-Tools OHIO und MOSUW-REH betont *J. Studzinski, Warschau*, einerseits

die Komplexität des zu modellierenden Systems und eines darauf basierenden Informationssystems. Andererseits sind die Steuerung und das Management von Versorgungsnetzen nur durch Kopplung verschiedener Software-Tools in optimaler Weise möglich. Am Beispiel der Stadt Rzeszow wurde die Vorgehensweise zur Optimierung, Steuerung und Planung eines Wasserversorgungsnetzes demonstriert.

Modellierungen im Umweltbereich sind nicht nur oft durch fehlende Daten und unvollständige Information über die Umweltprozesse selbst, sondern auch durch methodische Probleme einer adäquaten Abbildung von Umweltprozessen in mathematischen Simulationsmodellen charakterisiert. Im Beitrag von *J. Stańczyk* und *P. Holnicki, Warschau*, über die Anwendung evolutionärer Algorithmen zur Einschätzung der Emissionsreduzierung von Schwefeldioxid wird auf diese Problematik detailliert eingegangen. Ausgehend von der aktuellen Luftbelastung mit SO₂ durch die polnischen Kohlekraftwerke untersuchen die Autoren zunächst Optimierungsprobleme zur Minimierung der Kosten für die Emissionsreduzierung in Abhängigkeit von der angewendeten Technologie. Für ein optimales Management der Luftbelastung analysierten sie acht verschiedene Methoden zur SO₂-Reduzierung mittels evolutionärer Algorithmen. Die Anwendung evolutionärer Algorithmen zur Lösung von Emissionsproblemen wird von ihnen als vorteilhaft eingestuft.

In Weiterführung der bisherigen Arbeiten (siehe Workshop 2007) stellen *U. Rüppel* und *P. Göbel, Darmstadt*, neuen Ergebnisse zur Anwendung von KNN und Support Vektor Maschinen zur Grundwasserstandsprognose vor. In beeindruckender Weise demonstrieren sie die Zusammenhänge zwischen KNN und Datenlast. Im Vergleich dazu untersuchen sie Methoden des Maschinellen Lernens, die als sehr erfolgreich eingeschätzt werden.

Ein methodisch sehr interessanter Beitrag wird von *O. Lünsdorf* und *M. Sonnenschein, Oldenburg*, mit EXPLORE – ein Experimentierframework für zeitintensive Simulationen und Berechnungen vorgestellt. Das EXPLORE-Framework ist für die Erstellung und Evaluierung von Simulationsmodellen konzipiert. Anhand allgemeiner Problemstellungen der Modellbildung und Parameterschätzung analysieren sie den Rechenzeit- und Speicheraufwand und stellen fünf Arbeitsphasen heraus. Für die Rechnerarchitektur wurde Python als Programmiersprache sowie eine Trennung von Experiment und Visualisierung vorgeschlagen. Am Beispiel einer Kühlschranksimula-

tion wird die Leistungsfähigkeit des Frameworks demonstriert. Abschließend wird ein Vergleich mit anderen Software-Tools gegeben.

In ihrem Beitrag über die Schaffung einer dialogbasierten Nachhaltigkeitsberichterstattung stellen *D. Süpke und J. Marx Gómez, Oldenburg, Web 2.0 – Technologien vor*. Ausgehend von der aktuellen Situation analysieren und klassifizieren sie die Inhalte solcher Berichte und schlagen eine flexible Erstellung von maßgeschneiderten Berichten in drei Schritten vor. Vorteile und Nachteile dieser Vorgehensweise wurden kurz gegenübergestellt. Anhand von Beispielen von Web 2.0 – Plattformen zeigen sie die Anwendungsbreite ihrer Methode sowie die Erfolgsmöglichkeiten auf. Zum Schluss diskutierten sie den Entwurf einer Software zur Erstellung und Verteilung maßgeschneiderter Nachhaltigkeitsberichte auf der Basis von Web 2.0 und zeigen Perspektiven für eine dialogbasierte, feedbackorientierte Berichterstattung auf.

N. X. Thin und D. Rahe, Dresden, L. H. Viet und P. T. Dong, Ho Chi Minh City, berichten in ihrem Beitrag über ein Megacity-Projekt, dass zwischen deutschen, österreichischen und vietnamesischen Projektpartnern im Rahmen der EU begonnen wurde. Es hat eine Laufzeit von 2008 bis 2013. Schwerpunkte des Projektes sind integrative Urbanisierung und Umweltplanung. Das Gesamtprojekt ist in 5 Arbeitspakete unterteilt und soll zu Aussagen über regionale Effekte des Klimawandels in der Region von Ho Chi Minh City führen.

Im ihrem Beitrag informieren *B. Luther und A. Gnauck, Cottbus*, über die Parametersensitivität eines Eutrophierungssimulators für flache Seen und Talsperren. Ausgehend von allgemeinen Kriterien der Eutrophierung zeigen sie drei Zielrichtungen der Parameterschätzungen auf. Anhand der Parameter eines Eutrophierungsmodells diskutieren sie deren Sensitivität.

Der letzte Beitrag ist Umwelt- und Energieproblemen in China gewidmet. Ausgehend von der aktuellen Situation beschreiben *S. Wei, Dübendorf, S. N. Islam und A. Gnauck, Cottbus*, mit statistischen Methoden die Tendenzen der Energieproduktion und des Energieverbrauches. Gleichzeitig diskutieren sie die Zusammenhänge zwischen Energie und CO₂-Emissionen sowie zwischen Ökonomie und Ökologie und geben Hinweise für energiestrategische Entwicklungen.

Abschließend bedankte sich *A. Gnauck, Cottbus*, für die Vorträge und die anregenden Diskussionen. Insgesamt wurde der Workshop von allen Teilnehmern als sehr konstruktiv und erfolgreich verbunden mit vielen neuen Erkenntnissen und Ideen ein-

geschätzt, was aber ohne die aktive Beteiligung der Workshopteilnehmer nicht möglich ist. Die Ziele des Workshops wurden nicht nur voll inhaltlich erreicht, sondern durch die anregenden Diskussionen und Pausengespräche sowie die durch die neu entstandenen wissenschaftlichen Kontakte weit übertroffen. Mein herzlicher Dank gilt deshalb 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 die Geduld bei der Herausgabe des Buches. Insbesondere gilt mein Dank Herrn Dr. Bernhard Luther für die Formatierung der komplizierten Texte und Abbildungen sowie Herrn Dipl.-Ing. Mirko Filletti für den technischen Support. Dem Shaker Verlag Aachen, insbesondere Frau Leany Maaßen, bin ich für die ermutigenden Gespräche, die unkomplizierte Herausgabe des Buches in der Reihe „Umweltinformatik“ sowie für die ausgezeichnete verlegerische Betreuung zu großem Dank verpflichtet.

Cottbus, im August 2009

Albrecht Gnauck

Inhalt

<i>Hoang, N. V. and B. P. Thuy</i> The Effect of Sea Level Rise due to the Global Climate Change on the Seawater Intrusion into the Groundwater Aquifers in Nam Dinh Province - Vietnam.....	1
<i>Mirschel, W., K.-O. Wenkel, R. Wieland, B. Köstner, E. Albert und K. Luzi</i> Modell- und Datenanforderungen für eine regionale Folgenabschätzung von Klimaänderungen auf Erträge landwirtschaftlicher Fruchtarten, dargestellt am Beispiel des Freistaates Sachsen	18
<i>Fongwa, E. and A. Gnauck</i> Value Creation from Ecosystem Services for Business Development.....	43
<i>Meyer, S., O. Blumenstein und H. Schachtzabel</i> Ein Entscheidungshilfesystem für den Einsatz von Bodenzuschlagstoffen auf Extremstandorten – ein konzeptioneller Ansatz.....	57
<i>Obst, R., W. Ecknig and A. Gnauck</i> Spatial Variability of PAH Transport in Selected Soils of the State of Brandenburg.....	64
<i>Studzinski, J.</i> Wassernetz-Modellierung und –Optimierung mit den Programmen OHIO und MOSUW-REH am Beispiel des Rzeszower Wassernetzes	94
<i>Stańczak, J. and P. Holnicki</i> Application of Evolutionary Algorithm Technique in Long-term Analysis of Emission Reduction on a Regional Scale.....	109
<i>Rüppel, U. und P. Göbel</i> Künstliche Neuronale Netze und Support Vector Machines für Grundwasserstandsprognosen.....	126
<i>Lünsdorf, O. und M. Sonnenschein</i> EXPLORE – Ein Experimentier-Framework für zeitintensive Simulationen	137
<i>Süpke, D. und J. Marx Gómez</i> Schaffung einer dialogbasierten Nachhaltigkeitsberichterstattung durch Web 2.0 - Technologien.....	152

<i>Thinh, N. X., D. Rahe, L. H. Viet and P. T. Duong</i> Approaches to Modelling of Urban Energy and Adaptation for Analysis of Household Energy Consumption in Ho Chi Minh City	166
<i>Luther, B. und A. Gnauck</i> Zur Parametersensitivität eines Eutrophierungssimulators für flache Seen und Talsperren	193
<i>Wei, S., S. N. Islam and A. Gnauck</i> Environmental and Energy Problems in China	202