

Herausgeber:

Jochen Wittmann

Ralf Wieland

**SIMULATION IN
UMWELT- UND
GEOWISSENSCHAFTEN**

Workshop Müncheberg 2004



ASIM-Mitteilung AMB 88

Berichte aus der Umweltinformatik

Jochen Wittmann / Ralf Wieland (Hrsg.)

Simulation in Umwelt- und Geowissenschaften

Workshop Müncheberg 2004

Shaker Verlag
Aachen 2004

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 2004

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

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-2783-0

ISSN 1616-0886

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

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

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Vorwort

Zum nunmehr 14. Mal rief die Fachgruppe „Simulation in den Umwelt- und Geowissenschaften“ zu einem Workshop, und mehr als 40 Interessierte kamen Ende März ins Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung nach Müncheberg. Das gemütliche Kaminzimmer für die Vorträge und der helle und sonnige Wintergarten für die Pausen boten einen idealen Rahmen, den die Teilnehmer –wie jedes Jahr!- zu eingehenden Gesprächen und Diskussionen gerne auskosteten. Auch an dieser Stelle nochmals ein Dank an die örtlichen Organisatoren, die ganze Arbeit leisteten und nicht nur das wissenschaftliche Programm im Griff hatten, sondern den Teilnehmern auch Historisches zu Müncheberg (ein denkwürdige Stadtführung bei Nacht mit der architektonisch interessant restaurierten und genutzten Stadtkirche) und Kulinarisches (durch die geschickte Wahl der Abend-Treffs!) nahe brachten.

All das ließ eine Atmosphäre aufkommen, die die Konzentration auf die Beiträge förderte und sich auch sehr positiv auf das Niveau der anschließenden Diskussionen auswirkte. Das schriftliche Resultat dieses Workshops liegt nun in Form dieses Bandes vor. Erneut soll der Fokus nicht auf „hochglanzpolierten“ Ergebnispräsentationen liegen, sondern vielmehr einen Einblick in aktuelle Methoden, Lösungen, Ergebnisse und aber auch Probleme der Umweltmodellierung geben. Im Gegensatz zu sogenannten „Statusbänden“ bietet die Buchreihe der Fachgruppe eine nahezu kontinuierliche Sicht auf die Entwicklung der Umweltsimulation. Gerade weil Statusberichte sehr schnell veralten, halte ich diese kontinuierliche Publikation der aktuellen Arbeiten für eine sehr zweckmäßige Methode, aktuelle Antworten auf die Fragen „Was macht und was will die Umweltmodellierung?“ zu geben.

Welche Themen standen nun in Müncheberg auf dem Programm?: Zunächst waren drei Fallstudien geboten. Die Autoren Pfister/Bader/Scheidegger von der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz berichteten über die *Dynamische Modellierung eines Agrokulturellen Systems in Nicaragua*. Sie gehen dabei insbesondere auf die Kombination des Anbaus unterschiedlicher Feldfrüchte und den damit verbundenen Arbeitsaufwand ein. Eine Betrachtung über den Jahresverlauf lässt dann Rückschlüsse auf gute und schlechte Strategien für die Eigenversorgung zu.

Auch R. Schaldach vom Zentrum für Umweltsystemforschung in Kassel konzentriert sich in seiner Studie auf ein regional begrenztes Gebiet: Er modelliert den *Einfluss von Landnutzungsänderung auf biogene Quellen und Senken von Treibhausgasen in Hessen*. Das Softwaresystem HILLS integriert ein Landnutzungsmodell mit verschiedenen Modellen zur Quellen-Senken-Berechnung in ein Geographisches Informationssystem (GIS) und ermöglicht die räumliche Simulation der relevanten Prozesse auf der regionalen Skala für das Bundesland Hessen.

Noch in der Konzeptionsphase untersuchen die Autoren Marx-Gomez/Grünwald/Rosenau-Tomow die Möglichkeiten der Integration eines Umweltinformationssystems in eine bereits bestehende DV-Lösung mit Standardkomponenten (SAP, Datenbank, ..). Am Beispiel einer Fallstudie mit der Volkswagen AG erarbeiten sie eine Bewertung der unterschiedlichen Szenarien zur Integration.

Die nächsten drei Vorträge beschäftigen sich mit dem Medium „Wasser“. A. Gnauck und B. Luther analysieren zunächst das Problem der meist lückenhaften Systemdaten. In ihrem Beitrag *Zur Approximation und Interpolation wassergütemwirtschaftlicher Zeitreihen* vergleichen sie mehrere gängige mathematische Verfahren und versuchen eine differenzierte Beurteilung ihrer Eignung im Umfeld Umweltdaten.

Erfahrungen aus einem aufwendigen Säulenmodell, das am Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin, durchgeführt wird, und das die wasserführenden Bodenschichten in einer 30 Meter langen Bodensäule im Labor nachbildet, referiert Ch. Horner in seinem Beitrag *Ein gekoppeltes Modell für Transport, Geochemie und Redoxprozesse*. Ziel dieser Modellierung war die Identifikation der physikochemischen Prozesse, mit Hilfe derer sich die reaktiven Vorgänge innerhalb der Bodensäule beschreiben lassen.

Auch R. Schöpke vom Lehrstuhl Wassertechnik der BTU Cottbus befasst sich mit der Wasserchemie, speziell mit der Wassergüte in Bergbaufolgelandschaften. Sein Beitrag *Vergleich verschiedener Modellierungen von komplexen Säure-Base-Systemen* geht differenziert auf die Modellierung des Säure-Base- und des Komplexbildungsverhaltens von Huminstoffen ein. Dazu vergleicht er die entsprechenden Modelle aus der Literatur, die sich im wesentlichen durch die unterschiedliche Modellierung der Bindungsstellen für Huminstoffe unterscheiden.

Der folgende Dreierblock wendet sich von den Anwendungen weg hin zu methodischen Überlegungen. Als erster stellt M. Müller vom Dresdner Grundwasserforschungszentrum, dessen hierarchisch verkoppeltes Modell MODGLUE bereits aus früheren Beiträgen bekannt ist, seine Strategie zum Testen derart komplexer, modular hierarchisch strukturierter Simulationsmodelle vor. Der Titel des Beitrags lautet Entwicklung und Anwendung von Methoden zur Testung eines komplexen, interdisziplinären Modells.

Anschließend fragt R. Brüggemann vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin: *Lokale partielle Ordnungen, ein Hilfsmittel für die Bewertung?* Seine Beschäftigung mit multikriteriellen Bewertungsverfahren zeigt, dass im allgemeinen die partiellen Ordnungen, die alleine aus den naturwissenschaftlichen Sachverhalten (quantifiziert in objektcharakterisierenden) resultieren, sehr unstrukturiert sind und eindeutige Entscheidungen nicht zulassen. Demgegenüber liegt das Problem der Nutzenfunktionen in der Bestimmung der Gewichtungen der

Einzelkriterien. Brüggemann verknüpft in seinem Beitrag diese beiden Methoden über einen statistischen Ansatz auf der Basis von Hasse-Diagrammen.

Ein weiteres Bewertungsinstrument im Rahmen der Umweltmodellierung sind Stoffstromanalysen. Häufig gehen in diese allerdings Daten ein, die nicht direkt aus dem vorliegenden statischen Datenmaterial abgeleitet werden können. Gerade bei Rückkopplungsschleifen im Materialfluss tritt diese Situation häufig auf. A. Möller von der Universität Lüneburg und sein Koautor V. Wohlgemuth, Universität Hamburg, widmen sich diesem Problem in Ihrem Beitrag *Einsatz von diskreten und kontinuierlichen Simulationsansätzen in Stoffstromanalysen*.

Die folgenden Artikel berichten über die Arbeiten am gastgebenden Institut, dem ZALF. Im ersten Vortrag halten J. Kiesel und G. Lutze ein beeindruckendes Plädoyer für die einfache Methode des Moving Window, die –mit dem nötigen Know-How angewandt– auch komplexe Modellierungsaufgaben der *GIS-gestützten Regionalisierung von Landschaftsparametern* zu lösen vermag.

Die Anwendung einer weiteren klassischen GIS-Methode zeigen Röhricht/Wieland in *divide et nosce - shape clipping als Teil einer Vegetationsanalyse*. Die vorgestellte Clipping - Komponente dient innerhalb eines Moduls zur Vegetationsmodellierung der Auswertung feinscaliger Geodaten mit dem Ziel der Erkennung möglichst homogener Landschaftsausschnitte.

Nach den methodischen Beiträgen des ZALF, wird das selbst entwickelte Softwarepaket SAMT vorgestellt, das in einfacher und zielorientierter Form die am Institut benötigten Funktionalitäten bereitstellt. Der erste Beitrag konzentriert sich auf zwei Anwendungsbeispiele: eine modellgestützte Prognose des Naturalertrags auf Ackerland sowie eine Modellrechnung zur Bestimmung des Erosionsgefährdungspotentials. Im Anschluss daran gehen Holtmann/Wieland/Schultz näher auf die Fuzzy-Modellierung im Rahmen von SAMT ein; eine Methodik, die am ZALF seit langen Jahren mit Erfolg eingesetzt und immer wieder verfeinert wird. In diesem Beitrag bildet ein Habitatmodell für den Neuntöter den roten Faden für die Vorstellung des Tools. Aktuelle Überlegungen und Konzepte zur Einbeziehung der dritten Dimension für Darstellung und Analyse von Umweltdaten beenden unter dem Titel *Räumliche Simulation mit SAMT* diesen Vortragsblock.

Das in SAMT behandelte Aufgabenfeld nimmt N Thinh auf, und verbindet es mit der multikriteriellen Analyse, die bereits bei Brüggemann thematisiert wurde. In seinem Beitrag *GIS-multicriteria analysis and optimization for land sustainability evaluation* zeigt er die Integration von GIS, multikriteriellen Bewertungsansätzen und Compromise Programming am Beispiel seines bereits in früheren Workshops vorgestellten Landnutzungsmodells für städtische Regionen.

Sowohl konzeptuell Neues, nämlich eine Hierarchisierung von Zellulären Automaten, als auch das passende Softwaretool dazu stellt die Projektgruppe um J. Buchholz aus Oldenburg unter dem Titel *Kiek - Eine Modellierungs- und Simulationsumgebung für Hierarchische Asymmetrische Zellulare Automaten* zur Diskussion. Hierarchische

Asymmetrische Zellulare Automaten sind eine auf klassischen Zellularautomaten basierende, an der Universität Oldenburg entwickelte Modellierungsmethode mit dem Ziel, den erweiterten Anforderungen von (landschafts-)ökologischen oder sozio-ökonomischen Systemen gerecht zu werden. Im vorliegenden Aufsatz soll zum einen das Konzept, welches HAZA zugrunde liegt, erläutert und zum anderen die darauf basierende Modellierungs- und Simulationsumgebung "Kiek" vorgestellt werden.

Nicht im Vortragsprogramm enthalten ist in diesem Band zusätzlich ein Beitrag von C. Fischer et al. dokumentiert: *Konzeptuelle Entwicklung und Einsatz regelbasierter Modellierungswerkzeuge in geotechnologischen Anwendungen*. Die Autoren nutzen Fuzzy-Ansätze zur Bearbeitung geotechnologischer Probleme und beschreiben die speziell hierzu entwickelte Softwareumgebung BAGIS/verve.

Nach diesen anstrengenden aber anregenden Beiträgen wurden die Teilnehmer entlassen, allerdings nicht ohne sich zuvor wieder verabredet zu haben: Im März 2005 wird sich die Fachgruppe in Dresden zu ihrem nächsten Workshop treffen! Möge dieser Band der Nachbereitung, Verarbeitung und Vertiefung des in Müncheberg Gehörten dienen und neue Ideen wachsen lassen! Ich bin bereits gespannt auf die Beiträge des nächsten Jahres!

Jochen Wittmann.

Hamburg, im April 2004

Inhaltsverzeichnis

Pfister, F.; Bader, H.-P.; Scheidegger, R. Dynamische Modellierung eines agrokulturellen Systems in Nicaragua	11
Schaldach, R. Modellierung des Einflusses von Landnutzungsänderung auf biogene Quellen und Senken von Treibhausgasen in Hessen: Das Modellsystem HILLS	27
Marx-Gómez, J.; Grünwald, Ch.; Rosenau-Tornow, D. Konzeption eines Integrierten Systems für Umweltinformationen – Eine Fallstudie	39
Gnauck, A.; Luther, B. Zur Interpolation und Approximation wassergütwirtschaftlicher Zeitreihen	50
Horner, Ch.; Holzbecher, E.; Nützman, G. Ein gekoppeltes Modell für Transport, Geochemie und Redoxprozesse	66
Schöpke, R. Vergleich verschiedener Modellierungen von komplexen Säure-Base-Systemen	78
Müller, M. Entwicklung und Anwendung von Methoden zur Testung eines komplexen, interdisziplinären Modells	92
Brüggemann, R. Lokale partielle Ordnungen, ein Hilfsmittel für die Bewertung?	109

Möller, A.; Wohlgemuth, V.

Einsatz von diskreten und kontinuierlichen Simulationsansätzen in
Stoffstromanalysen

124

Kiesel, J.; Lutze, G.

Skalierbare Generalisierungsmethoden zur Ausgrenzung von
Landschaftseinheiten

140

Röhricht, W.; Wieland, R.

divide et nosce - shape clipping als Teil einer Vegetationsanalyse

155

Wieland, R.; Mirschel, W.; Wenkel, K.-O.; Ajibefun I.

Räumliche Simulation mit SAMT

161

Holtmann, X.; Wieland, R.; Schultz, A.

Vorstellung und Anwendung des Fuzzyentwicklungstools SAMT - Fuzzy

182

Wieland, R.; Voß, M.; Wenkel, K.-O.

Landschaftsanalyse mit SAMT-3D

198

Thinh, X.N.; Walz, U.; Schanze, J.; Ferencsik, J; Göncz, A.

GIS-based multiple criteria decision analysis and optimization for
land suitability evaluation

208

Buchholz, J. et al.

Kiek - Eine Modellierungs- und Simulationsumgebung für
Hierarchische Asymmetrische Zellulare Automaten

224

Fischer, C.; Hirsemann, A.; Matejka, H.; Körber, C.; Zemke, C.

Konzeptuelle Entwicklung und Einsatz regelbasierter Modellierungswerkzeuge
in geotechnologischen Anwendungen

234