

**Herausgeber:**

**Jochen Wittmann**

**SIMULATION IN  
UMWELT- UND  
GEOWISSENSCHAFTEN**

*Workshop Berlin 2017*



***ASIM-Mitteilung AM 163***



Berichte aus der Umweltinformatik

**Jochen Wittmann (Hrsg.)**

**Simulation in Umwelt- und Geowissenschaften**

Workshop Berlin 2017

Shaker Verlag  
Aachen 2017

**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 2017

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-5492-7

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

Wie gewohnt in dieser Reihe, die die Beiträge des jährlich stattfindenden Workshops „Simulation in den Umwelt- und Geowissenschaften“ zusammenfasst, soll das Vorwort einen kurzen Überblick über die behandelten Themen geben.

Einen großen thematischen Block bilden dieses Mal Beiträge zum Design von Indikatoren, deren Interpretation und die Umrechnung in Kosten und Risikokennzahlen. Allein vier Beiträge nähern sich diesen Themen über die Methode der partiellen Ordnung:

Zunächst Rainer Brüggemann mit dem allgemeinen Ansatz, ein Set von Indikatoren selbst einer Analyse zu unterziehen und dadurch Abhängigkeiten und Unabhängigkeiten zwischen den Indikatorwerten offenzulegen. Eine Wichtung der Einzelwerte wird durch eine „subjektive“ Intervallangabe für die Wichtigkeit des Wertes ersetzt und über Monte-Carlo-Simulation weiterverarbeitet.

Dieser Ansatz wird ergänzt durch die frei verfügbare Software PyHasse, mit deren Hilfe komplexe Hasse-Diagramme, die als Visualisierung von partiellen Ordnungen bekannt sind, anschaulich analysiert und interpretiert werden können. Über den Fortschritt bei PyHasse berichtet Peter Koppatz und stellt als besonderes Feature eine 3D-Sicht auf Hasse-Diagramme vor.

Yeasmin Akter untersucht 100 Materialien im Sinne einer Ökobilanz und demonstriert, wie die einzelnen Kriterien (die Indikatoren aus der CML-13 Datenbank nach Aitres) unter Verwendung der Methode der partiellen Ordnung zu ordnen und zu interpretieren bzw. zu bewerten sind.

Ein weiteres Beispiel für die Anwendung von partiellen Ordnungen referiert Nancy Quintero: Sie wendet diesen Ranking-Ansatz auf eine Menge von Bakterien an, die alle in der Lage sind, Uranium aus aquatischen Systemen aufzunehmen.

Indikatoren im Sinne einer integrierten Risikoanalyse untersucht Lea Sophie Conzelmann. Anhand eines Beispielszenarios zeigt sie die Brauchbarkeit verfügbarer Bewertungsansätze auf und schlägt auf der Basis von PreussenRiskware eine umfassende, integrierte Bewertungsarchitektur vor.

Katharina Krause versucht die wenigen und oft widersprüchlichen Informationen zur Schätzung der externen Kosten für verschiedene Energiearten zusammenzuführen und vergleichbar zu machen. Neben einer Literaturrecherche und einem vereinheitlichenden Rechenmodell schlägt sie ein webbasiertes Informationstool zum einfachen Gebrauch für interessierte Verbraucher vor.

Einen zweiten thematischen Block bilden drei Beiträge zum Thema „erneuerbare Energien“.

Daniel Horst diskutiert die möglichen Einflussfaktoren zur Auswahl von Standorten für Windenergieanlagen und wendet zur Optimierung die Maximum Entropie Methode an.

In einer Prognoserechnung schätzt er ab, welche Flächen in den nächsten Jahren verstärkt für den Bau von Windenergieanlagen interessant werden könnten.

Auch Richard Pump beschäftigt sich im weiteren Sinne mit Optimierung: Er sucht eine optimale Netzwerkstruktur und Komponentenarchitektur zur Untersuchung des Netzverkehrs in einem Smart Grid auf der Ebene der Haussimulation. Komponenten sind das physische Kommunikationsnetz, eine Simulationskomponente auf Netzwerkebene sowie Teilmodelle für einzelne Geräte, die über Adapter als MatLab-Module integriert sind.

Optimierung auf der Ebene eines Produktionsprozesses betreibt dagegen Werner Schneidrat. Er arbeitet mit dem Simulationssystem MILAN, bildet den Produktionsprozess zur Fertigung von Solarmodulen ab und versucht schließlich, aus dem Modell Optimierungspotentiale abzuleiten.

Die weiteren Beiträge stammen aus den Anwendungsfeldern Biologie, Medizin und Chemie.

Antje Kerkow beschäftigt sich mit Habitatuntersuchungen für Mücken. Lassen sich Habitate der einheimischen Mückenpopulationen gegen diejenigen der invasiven Asiatischen Buschmücke abgrenzen? Diese Frage beantwortet sie für eine bundesweite Skala durch Ausbreitungsmodelle auf der Basis von Maschinen-Lern-Verfahren, genauer gesagt mit Hilfe einer Support-Vektor-Maschine.

Stephan Adolf modelliert ebenfalls die Ausbreitung von Mücken, sein Schwerpunkt liegt aber auf der effizienten Berechnung der Modelle auf der Basis von Zellularen Automaten. Er schlägt einen effizienten Berechnungsalgorithmus für nur schwach durch Mückenpopulationen besetzte zelluläre Felder vor und untersucht die Ergebnisse in Abhängigkeit von der „Dichte“ der Ausgangspopulation.

Einen Überblick über die Analyse von (Trink-)Wasser gibt Ralf Schöpke unter Bezug auf das Tool PhreeqC und die Möglichkeiten einer Excel-Lösung. Besonders beschäftigt er sich dabei mit Plausibilitätsprüfungen der gemessenen Parameter und welche Verhaltensprognosen sinnvoll abgeleitet werden können.

Lennard Wolf beschäftigt sich mit dem Transport- und Reaktionsverhalten von CO<sub>2</sub> und dessen Begleitstoffen bei einer Lagerung im geologischen Speicher. Dabei führt er die beiden Ansätze des trace gas transport (TGT) und des „additional brine injection (ABI)“ zusammen, indem er zusätzlich zum konventionell modellierten Transport fiktive Injektionen entlang des Transportweges annimmt.

Zwei methodisch orientierte Beiträge beschließen diesen Band:

Im ersten erläutert Rico Stichmann detailliert, wie es möglich ist, aus weitestgehend frei zugänglichen Geodaten eine Studie zur Größe sowie der Erreichbarkeit von Grün- und Freiflächen im Stadtraum zu erstellen. Dabei schlägt er insbesondere ein dreidimensionales Volumen-Mass für die Größe der Flächen vor. Am Beispiel des Stadtgebietes von Köln wird die Methode demonstriert.

Im zweiten Beitrag berichtet Lukas Reuter über ein agentenbasiertes Simulationsmodell für Paymentstrukturen, bestehend aus den Komponenten Händler, Markt und Regulator. Als Beispiel modelliert und diskutiert er den Co2-Emissionsberechtigungshandel.

Beim Workshop in Berlin beschäftigt sich die Gruppe noch mit einigen anderen Themen, die wegen ihres Diskussionscharakters hier keine Veröffentlichung gefunden haben. Die Protokollierung von Simulationsergebnissen im Hinblick erstens auf eine modular-hierarchische Modellstruktur mit austauschbaren Teilmodellen und zweitens auf komplexe Simulationsexperimente mit einem Versionsmanagementsystem war das eine Thema.

Ein anderes, mit 5 Beiträgen vertretenes Schwerpunktthema war Simulation und Edukation. Diese Session wurde von der gleichnamigen Fachgruppe organisiert und gab praxisorientierte Einsichten in die Einführung, die Nutzung und die Bewertung von Lehr- und Lernumgebungen besonders für die Hochschullehre.

Wenn Sie die Themen dieses Bandes neugierig auf die Arbeit der Fachgruppe „Simulation in den Umwelt- und Geowissenschaften“ gemacht haben, bitte geben Sie mir mit einer kurzen Mail Bescheid, damit ich Sie zu den kommenden Treffen einladen kann!

Jochen Wittmann

Berlin, im Juli 2017

jochen.wittmann@htw-berlin.de





## **Inhaltsverzeichnis**

### **Indikatoren, Kosten, Risiko**

**Brüggemann, R.**

Indikatoren, partielle Ordnungen und Entscheidungsträger

9

**Koppatz, P., Markus Pape, M., Brüggemann, R., Pratz, V.**

More clarity for inspecting Hasse diagrams

19

**Akter, Y., Brüggemann, R., Ackermann, R., Finkbeiner, M.**

Anwendung der Theorie der partiellen Ordnung in der Ökobilanz

25

**Quintero, N.Y., Brüggemann, R., Restrepo, G.**

Ranking methodologies applied to the ordering of 38 bacteria with respect to their potential for removing Uranium from aqueous systems

35

**Conzelmann, L. S., Ackermann, R., Finkbeiner M.**

Implementierung einer integrierten ökologischen Risikoanalyse in PreussenRiskware anhand vorhandener Modelle und Softwares

45

**Krause, K., Morana, R., Wittmann, J.**

Konzeption eines webbasierten Informations -Tools über externe Kosten im Bereich Energie

59

### **Erneuerbare Energien**

**Horst, D., Wyszynski, J.**

Maximum Entropie Methode zur Standortbewertung für Windenergieanlagen

73

**Pump, R., Rüscher, H., Schöner, D., Saul, D., Ahlers, V., Koschel, A.**

Simulation des Netzverkehrs der Informationstechnologie im Smart Grid

85

**Schneidratus, W., Wohlgemuth V.**

Nachhaltige Prozessoptimierung bei der Herstellung von Solarmodulen mit dem Simulationswerkzeug Milan

97

**Mosquitos****Kerkow, A., Früh, L., Hölker, F., Jeschke, J., Kampen, H., Walther, D., Wieland, R.**

Ausbreitungsmodellierung der invasiven Buschmücke *Aedes japonicus japonicus* durch Abgrenzung ihres Habitates gegenüber denen heimischer Arten: Ein Maschinen-Lern-Verfahren

109

**Adolf S., Vogel, U.**

Efficient simulation of sparsely populated Cellular Automata in the research of mosquito dispersal

121

**Chemie****Schöpke, R.**

Die Wasseranalyse - Plausibilitätsprüfungen und Verhaltensprognosen mit PhreeqC und Excel

131

**Wolf, J. L.**

Methoden zur Modellierung und Simulation des reaktiven Transportes von CO<sub>2</sub> Begleitstoffen im geologischen Speicher

135

**Methoden****Stichmann R., Spieß, F.**

Ermittlung der Volumina und der Erreichbarkeit von Grün- und Freiräumen in Köln

149

**Reuter, L., Timm I. J.**

Agentenbasierte Simulation von Paymentstrukturen am Beispiel von Ökosystemdienstleistungen

163