

Neue Entwicklungen in der Geosimulation

Peter Mandl
Universität Klagenfurt
G1. Workshop, AGIT 2007



Inhalt des Workshops

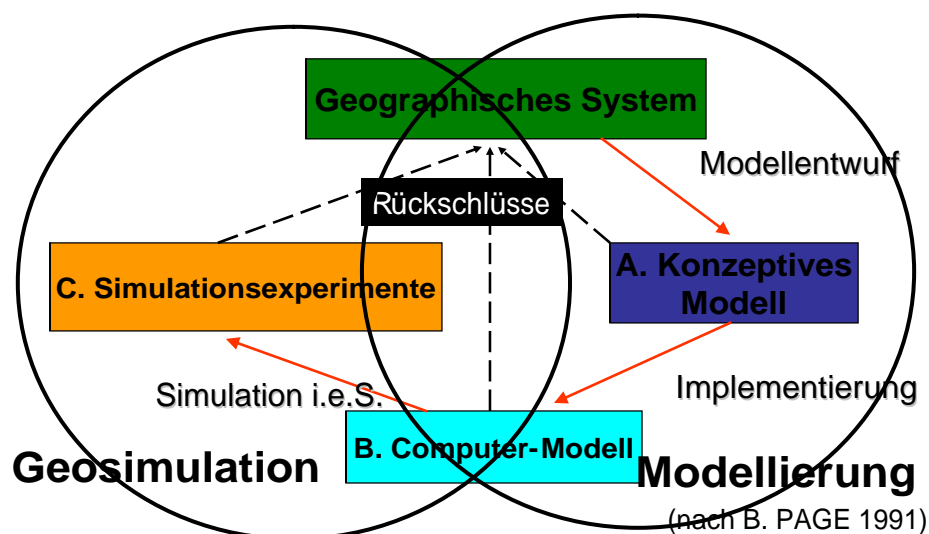
1. Kurze Einführung: **Was ist Geosimulation?**
 2. Einige **Meilensteine** der Geosimulation
 3. Zur **Basismethodik** der Geosimulation
 4. Zwei **Beispiele** aktueller Geosimulationsansätze
 - Land Change Modeler for Ecological Sustainability
 - Multi Agenten Simulation
 5. **Entwicklungsperspektiven** der Geosimulation
 - **Modellerstellung**
 - **Steuerung** und **Aufzeichnung** der Simulationsläufe
 - **Simulationsaufgaben** unterstützen
 - **Visualisierung** der Simulationsergebnisse
 - **Analyse** der Simulationsergebnisse
 - **Offene** und **verteilte** Geosimulation
 - Viele gute **Applikationsbeispiele**
- <http://geosimulation.uni-klu.ac.at/>

1. Was ist Geosimulation?

- **Modellierung geographischer Prozesse mit dem Computer**
- **Dynamisierung geographischer Modelle im Computer**
- **Experimentieren und Problemlösen mit Geo-Modellen**

- neues **Forschungs-, Anwendungs- und Lehrgebiet**
- erster ganzheitlicher Ansatz für **computerbasiertes geographisches Labor**
- basierend auf Ideen der **Komplexitätsforschung**
- **Ursprung** von Geo-Simulation sind **methodenintensive Ansätze** in der Geographie, wie
 - Quantitative Geographie
 - Spatial bzw. Locational Analysis
 - Geographische Systemtheorie
 - Geocomputation und Computational Geography

1.1 Geosimulation i.w.S.



1.2 Ziele der Geo-Simulation

- **Visualisierung** und **Beschreibung** (künstlicher) Landschaften und Prozesse (Spiele, virtuelle Landschaften, wissenschaftliche Visualisierung, ...)
- **Erklärung** und **Verstehen** von Systemen (system dynamics, ...)
- Unterstützung in der **Entdeckung** und **Formalisierung** von Zusammenhängen (Exploration, Experimentieren in "künstlichen Gesellschaften", minimaler Regelsatz, ...)
- **Vorhersage, Trendextrapolation, Szenarienbildung** (Wetter, Verkehr, Demographie, Planung, ...)
- **Folgenabschätzung** von Maßnahmen, **Evaluation** (Umweltplanung, UVP, SUP, ...)
- **Optimierung** (Routenfindung, Ökonomie, ...)
- **Substitution** realer Welten (Spiele, AL, Artificial Geography?, ...)
- **Training** (Flugsimulator, ...)
-

Beispiel 1: SIMCITY 4

- **Thema des Geo-Simulationsspiels:** Entwicklung einer Stadt bzw. Region durchführen
- **Theorie?**
- **Methodik?**
- **Empirische Daten?**
- **Konzeptives Modell: Interaktives Wirtschaftsspiel**
- **Computermodell: Spielumgebung**

Simulationsziel: Landschaftsgenese, Folgen von Vulkanausbruch
Bedingungen: geringste Wiederaufbaukosten, wenig Bevölkerungsverluste



Simulationsziel: Regionsentwicklung, Erkundung von Städtenetzen
Bedingungen: große Wirtschaftskraft, Zufriedenheit der Bevölkerung

Simulationsziel: soziale Identität in einem Stadtteil,
Verstehen der Probleme der Bevölkerung
Bedingungen: Wiederwahl des Bürgermeisters

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT

Peter Mandl: Geosimulation 2007

9

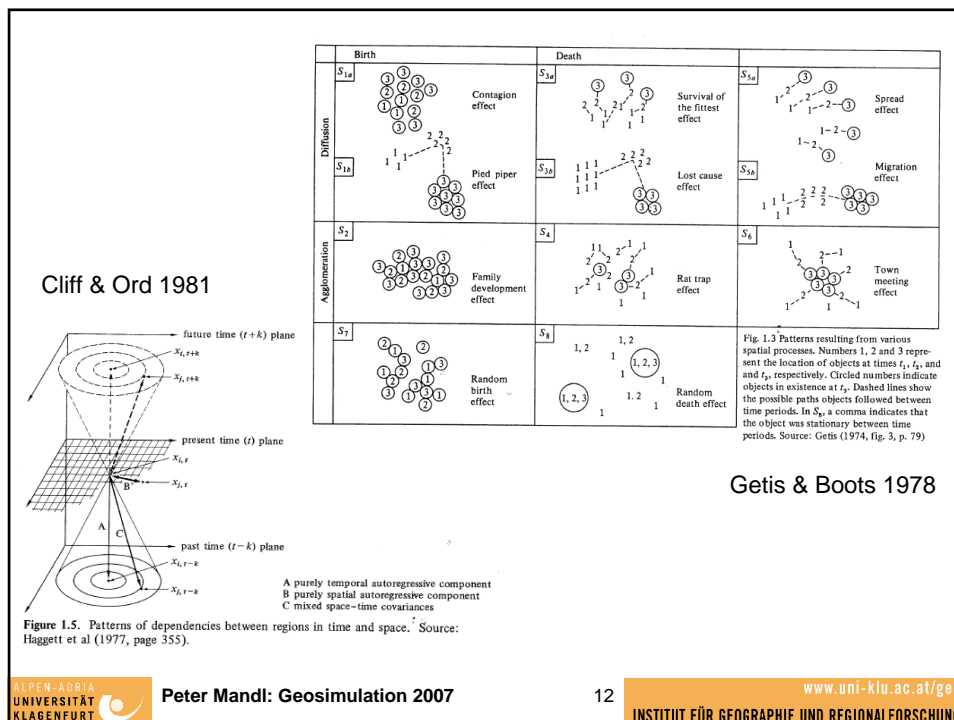
www.uni-klu.ac.at/geo
INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

1.3 Spezifika wissenschaftlicher Geo-Simulation

- **räumliche Variablen:** Input, Output, Bedingungen etc.
- **räumliche Relationen:** Nachbarschaft, Richtung, Abstand
 - Kopplung an ein GIS (nach Open GI-Konzept)
- **theoriebasiert:** nachvollziehbar, wissenschaftlich exakt
 - empirische und theoretische Modelle
- **spezifische Methodik:** Geo-Statistik, locational oder spatial analysis; Regionalisierung, Lokation/Allokation, Diffusion, ...
 - Kopplung an Spezialsoftware
- **(Geo-)Graphik und Animation** beim Monitoring und der Ausgabe
- Abbildung **raumrelevanter Prozesse** und **räumlicher Muster von Prozessabläufen** leicht möglich
 - integrativ raum-zeitliche Funktionen und Modelle (CA, MAS)
- **Planung, Prognosen, Entscheidungen unterstützend** (SDSS)
- an **Standards orientiert:** OGC, SISO, W3C, XML, ...

2. Einige Meilensteine der Geosimulation

- Getis, A. and B. Boots (1978): **Models of Spatial Processes: An Approach to the Study of Point, Line and Area Patterns**. Cambridge: Cambridge University Press, 198 S..
- Cliff, A. D. and K. J. Ord (1981): **Spatial Processes: Models and Applications**. London, Pion Ltd., 266 S.
- Benenson, I. and P. M. Torrens (2004): **Geosimulation. Automata-based Modeling of Urban Phenomena**. Chichester, John Wiley & Sons, Ltd., 287 S.
<http://www.geosimulation.org/>
- Albrecht, Jochen (2005): **A New Age for Geosimulation**. In: Transactions in GIS 9(4), S.451–454.
- <http://www.geosimulation.de/>
- <http://s4.parisgeo.cnrs.fr/>
- <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/JASSS.html>



Geographic automata types, K
 Geographic automata states and state transition rules, S and TS
 Geo-referencing conventions and migration rules, L and ML
 Neighbors and neighborhood rules, N and RN

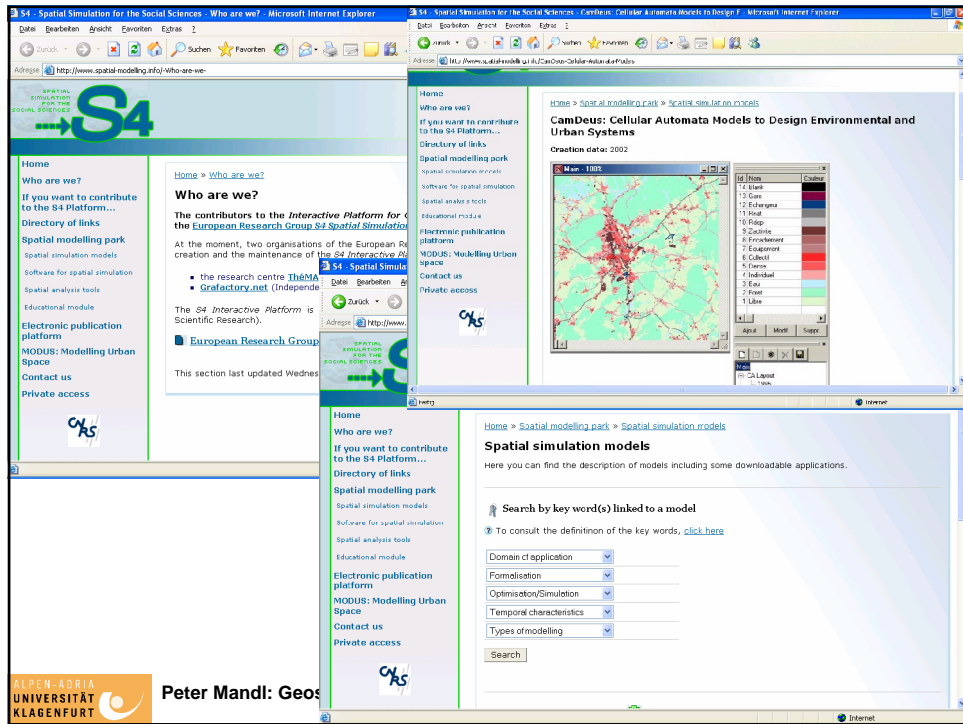
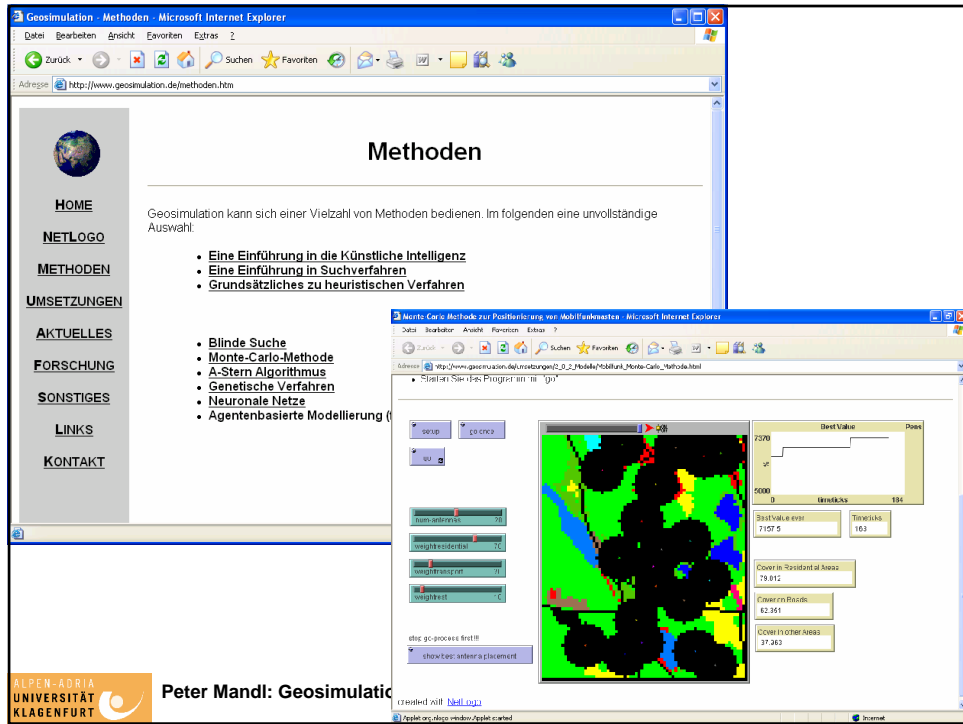
Geographic Automata Systems

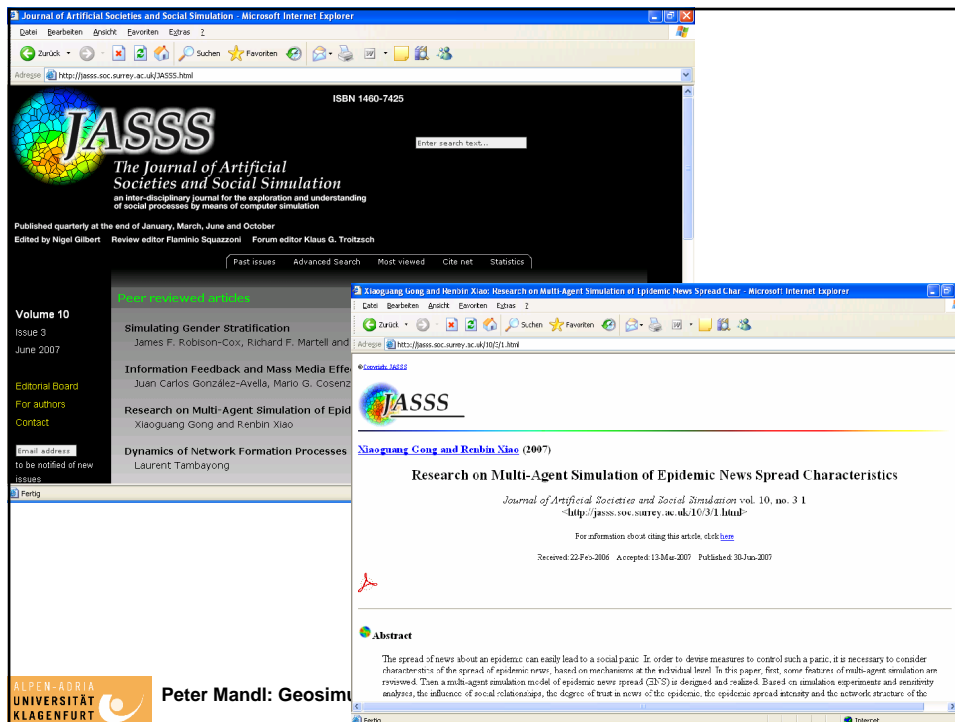
$$G \sim (K; S, T_s; L, M_L; N, R_N)$$

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 13 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

Albrecht 2005

- Überlegungen zu Prozessen in der Geographie
- basierend auf geographischen Konzepten und Literatur
- ausgedrückt durch Prozesssprachen (<http://keplerproject.org>)
- theoriebasiert
- empirisch belegt
- in Richtung antizipierender Systeme





3. Zur Basismethodik der Geosimulation

Operationale Schritte bei der Geo-Sim:

1. **Modellierung:** Idee, Konzept, operationelles Modell
2. **Aufzeichnung** des Modells:
Wiederverwendung & Austausch
3. **Parametervariation**
4. **Experimente:** Planung, Durchführung, Aufzeichnung & Antrieb
5. **Ergebnisse:** Auswertung, Analyse, Darstellung

3.1 Beschreibungsschema von Geosimulationsproblemen

Steuerung und Aufzeichnung	varierte Variablen	Simulations- aufgaben
Input	Modell (-kategorie)	Output
GUI	Monitore	Analyse der emergenten Strukturen

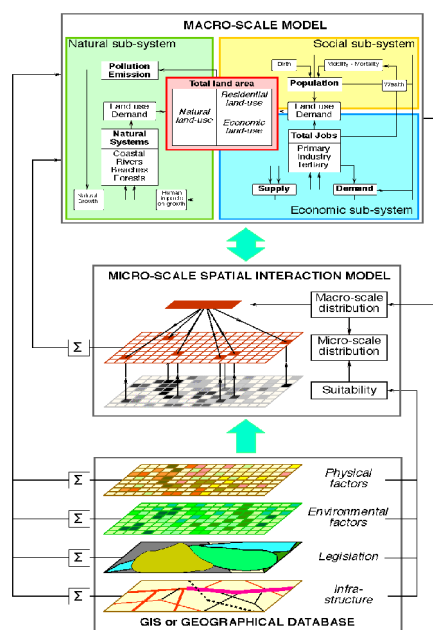
3.2 Simulationsaufgaben

- **Verhaltenserkundung:** Spielräume ausloten
(*Eichung, Erforschung, Hypothesenprüfung*)
- **Szenarienbildung:** was-wäre-wenn im Rahmen
unterschiedlicher Ziele (*Prognose*)
- **Zustandserzeugung:** vorgegebene Zustände
anstreben (*Erklärung*)
- **Optimierung:** beste Zustände bestimmen
(*Entscheidungsunterstützung, Bewertung*)
- **Lernen:** Veränderung der Modellstruktur
(*Anpassung, Training*)
- **Kreation:** Erschaffung neuer Zustände (*Planung*)

Beispiel 2: ISLAND-Demo Modelling Framework

- **Thema:** Simulation von **sozio-ökonomischen Folgen** und **Landnutzungsveränderungen** durch klimatische Veränderungen
- **Autoren:** Guy Engelen, Inge Uljee (RIKS), Roger White (Mem.Univ. St.John's, CA)
http://www.riks.nl/projects/ISLAND_Demo
- **Theorien und wiss. Konzepte:** Angebots-Nachfrage Bilanz, einfache Bevölkerungsprognose, einfaches Klimawandelmodell
- **Methodik:** gleichungsbasiertes dynamisches Modell gekoppelt an Constraint Cellular Automata
- **Empirische Daten:** fiktives Beispiel in Demo
- **Simulationsaufgaben:**

Multi-Modell Konzept



Constraint Cellular Automata

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 23 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

Simulationsziel: Meeresspiegelerhöhung durch Temperaturzunahme
Szenarienbildung zur Landnutzungsveränderung
Bedingungen: Prozessdarstellung, Auswirkung auf sozio-ökonomisches Teilsystem

LAND DENSITY	Max Den.	Min Den.	S. Price	S. Marginal	Density
Tourism	200.0000	100.0000	-0.6000	0.0200	111.6729
City Other	100.0000	25.0000	-0.4000	0.0500	31.7910
Local Agr	20.0000	5.0000	1.5000	0.8000	13.1285
Export Agr	2.0000	0.7500	1.0000	0.6000	1.5808
Quarries	400.0000	40.0000	3.0000	1.6000	58.6934
Housing	560.0000	100.0000	2.2000	0.4000	328.6786

ECONOMIC SUB-SYSTEM	Trsm	C.O.	L.Agr	E.Agr	Ories	ExtDem	HidDem	Total
Tourism	176	35	0	0	0	5939	381	6531
City Other	397	566	1424	71	51	85	5099	7694
Local Agr	88	651	158	5	0	60	5051	6014
Export Agr	18	92	0	0	0	860	100	1070
Quarries	265	113	237	255	383	147	1112	2512
Imports	2170	5240	829	146	1525			9910

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 24 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

Simulationsziel: Entwicklung des Tourismus
 Vorhersage der Landnutzungsveränderung
 Bedingungen: Anstieg der Arbeitsplätze

LAND AREA	cells
Natural	404
Tourism	38
City Other	31
Local Agr	466
Export Agr	625
Quarries	13
Housing	116
Sea	2332
Beach	62
Mangroves	38

CLIMATE	Value
Time	40
Storm Freq.	0.180
Construction	0.108
Tourism	-0.054
Sea Level	0.250
Temperature	2.000
Beach loss	0.952
Precipitation	0.160
Agriculture	-0.016
	-0.032

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 25 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

ISLAND-Demo: Schema

Steuerung und Aufzeichnung	varierte Variablen	Simulationsaufgaben
Input	Modell (-kategorie)	Output
GUI	Monitore	Analyse der emergenten Strukturen

-Hauptfenster, -Micro und Makro Mod.-f.	Makromod., Mikromod. Werte	Szenarien (Param.-file)
- LN - Zusatzpara. - Makro-Para.	Gekoppeltes dynam.-CA- Modell	-LN-Karte
-Interaktives GUI -Editoren	Tabellen, Graphiken f. div. Parameter	-Vergleich -Analyse in Excel

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 26 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

4. Beispiele aktueller Geosimulationsansätze

- Pilot Semantic Grid Service for Environmental Modelling (Fearlus-G) <http://www.csd.abdn.ac.uk/research/fearg/>
- Aktuelle Marktübersicht - Software für Simulation <http://www.softguide.de/software/simulation.htm>
- Simulation software development frameworks <http://www.topology.org/soft/sim.html>
- A Collection of Modelling and Simulation Resources on the Internet <http://www.idsia.ch/~andrea/simtools.html>
- Simulation of future human settlement of Mars <http://mars-sim.sourceforge.net/>
- Simulation model for integrated planning and analysis of urban development <http://www.urbansim.org/>
- Land Use MOdeling System (LUMOS) <http://www.lumos.info/>

4.1 Beispiel einer komplexen „Fachschaale“ in IDRISI Andes: LCM (Land Change Modeler)

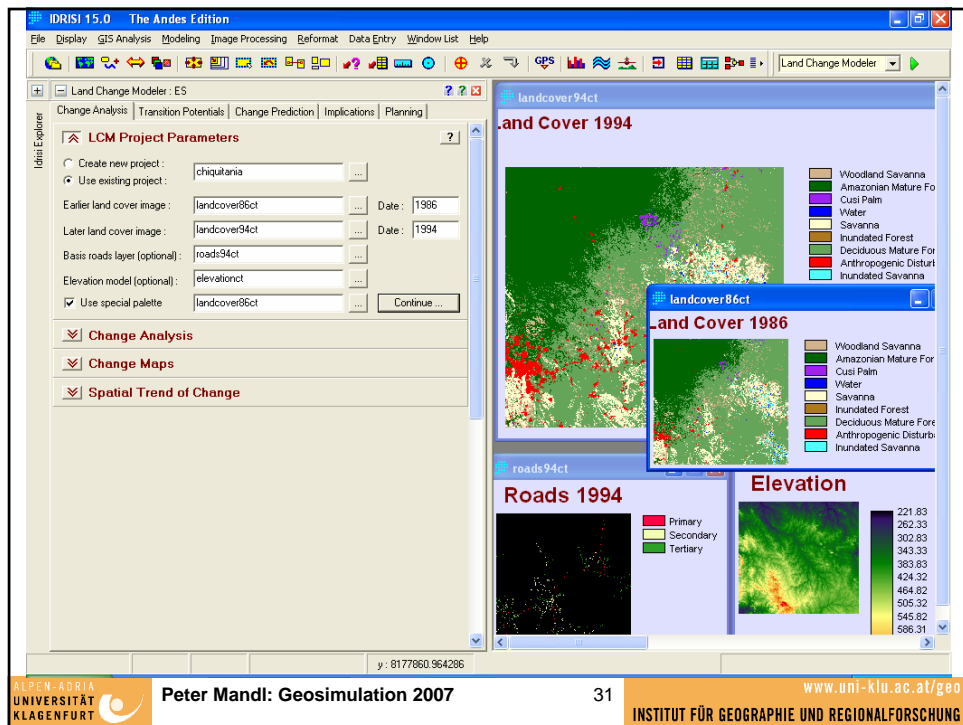
- **Der Land Change Modeler (LCM) für ökologische Nachhaltigkeit** ist eine integrierte Softwareumgebung zur
 - Analyse von Landbedeckungsveränderungen
 - Modellierung des Veränderungsprozesses
 - Vorhersage des Zustandes in der Zukunft
 - Abschätzung der Veränderungsfolgen auf die Biodiversität und
 - Bewertung von Planungseingriffen zur Erhaltung ökologischer Nachhaltigkeit
- Beauftragt durch das Andes Conservation Biology Center of Conservation International ist LCM die **erste komplexe Fachschale** (vertical application), die von den Clark Labs entwickelt wurde
- Der **“Land Change Modeler for Ecological Sustainability”** orientiert sich am **aktuellen Problem beschleunigter Landbedeckungsveränderung und am sehr spezifischen Analysebedarf zum Biodiversitätsschutz**

Beispiel 3: Chiquitania

- **Analyse, Modellierung und Prognose der Landnutzungsveränderung** im Bolivianischen Flachland Chiquitania (200 km norwestlich von Santa Cruz de la Sierra) einem Hügelland zwischen Amazonas Regenwald und Laubwäldern höherer Lagen
- **Nutzung:** mechanisierte Landwirtschaft, Viehzucht, Holzwirtschaft, Subsistenzlandwirtschaft
- Im Datensatz wird zwischen Siedlungen und Landwirtschaft **nicht** unterschieden, beide sind „**anthropogene Störungen**“, weiters sekundär Wald und Weiden (Milch- und Fleischproduktion)
- Die **Landnutzungskategorien** sind:
 1. Woodland Savanna (Waldsavanne)
 2. Amazonian Mature Forest (ausgewachsener Amazonas Wald)
 3. Cusi Palm (Attalea speciosa, Babassupalme)
 4. Water (Wasser)
 5. Savanna (Savanne)
 6. Inundated Forest (periodisch überschwemmter Wald)
 7. Deciduous Mature Forest (ausgewachsener Laubwald)
 8. **Anthropogenic Disturbance (anthropogene Störungen)**
 9. Inundated Savanna (periodisch überschwemmte Savanne)

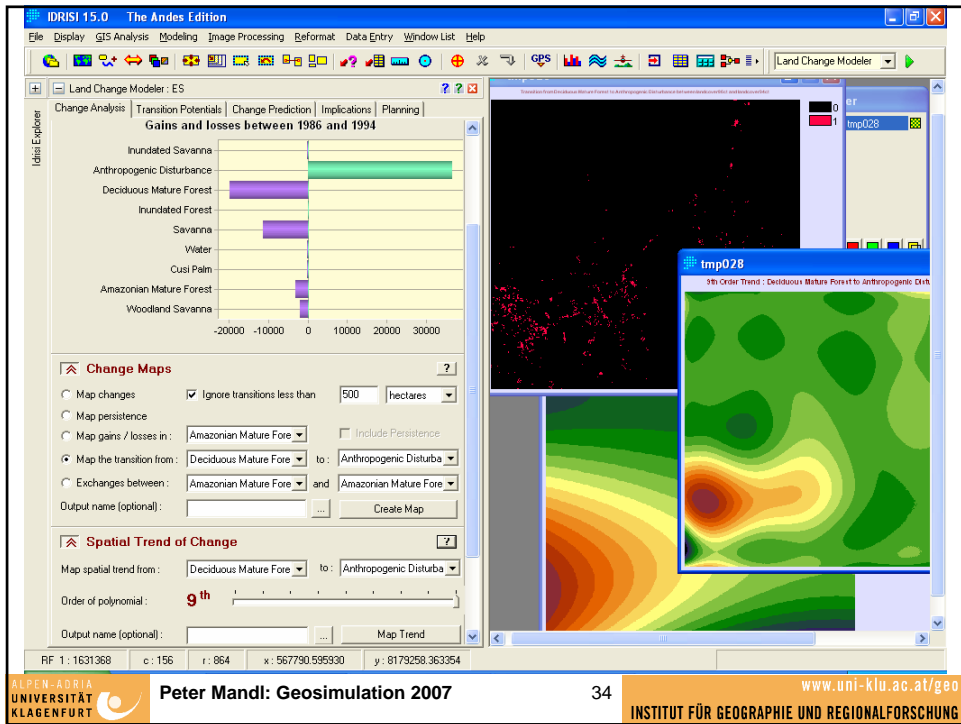
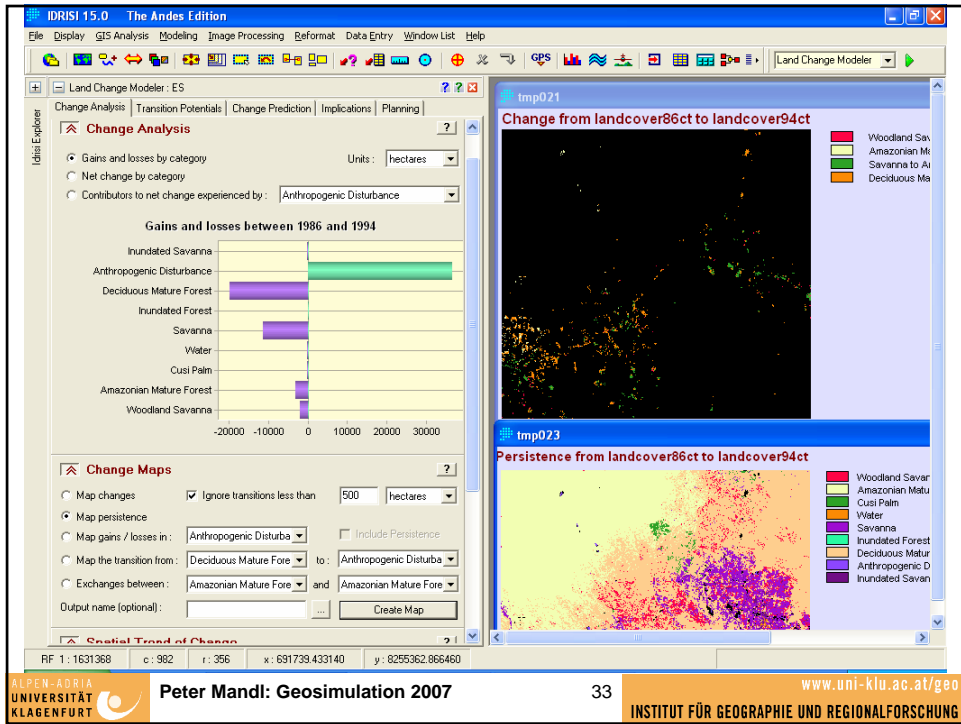
A1. Aufruf und Vorbereitung eines LCM Projektes

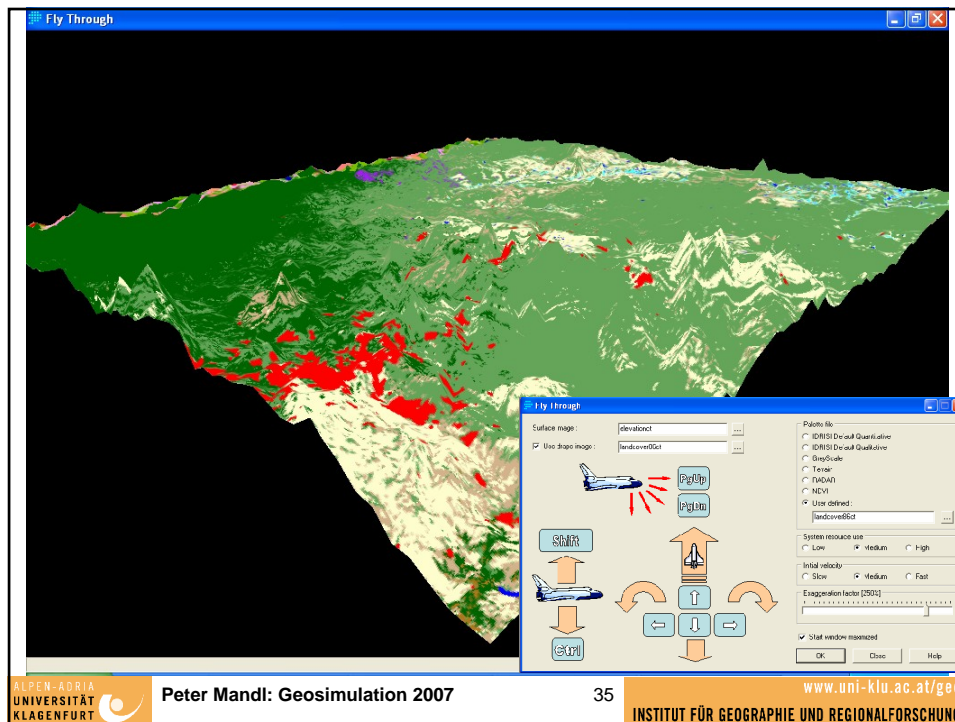
- **Start:** Shortcut input box: „L“ (Land Change Modeler), Open Dialog
 - **Besteht aus:** tabs, panels, helpbuttons
 - **Change Analysis tab, LCM Project Parameters panel:**
 - **create new project:** chiquitania
 - **Earlier land cover image:** landcover86ct, Date: 1986
 - **Later land cover image:** landcover94ct, Date: 1994
 - **Basis roads layer (optional):** roads94ct
 - **Elevation model (optional):** elevationct
 - **Use special palette:** landcover86ct
- Drücke:** Continue



A2. Visualisierung der Veränderung: Change Analysis tab

- LCM Project Parameters panel
- **Change Analysis** panel: Diagramme der Veränderung
- **Change Maps** panel: Karten der Veränderungen
- **Spatial Trend of Change** panel: Trendflächen der Veränderungen (TREND)
- Andere Visualisierungsmodule (Fly Through)





B. Modellierung des Veränderungspotentials: Transition Potentials tab

- **Empirische Modellierung der Veränderungen aufgrund erklärender Variablen**
- Methodik: Multilayer Perceptron Neuronales Netzwerk (MLP), Logistische Regression (LOGISTICREG)
- **Transition Sub-Models: Status panel:** 4 Kategorien in Anthropogenic Disturbance in Sub-Model „disturbance“
- **Erklärende Variablen:** `Dist_from_Disturbance86CT`, `dist_from_streamsct`, `dist_from_roads94ct`, `dist_from_urbanct`, `elevationct`, `slopesct`
- **Test and Selection of Site and Driver Variables panel:** Evaluate: Name der Variablen, Taste: Test Explanatory Power, wenn ok >>> Taste: Add to Model
- **Qualitative Variablen:** Dummy Variablen oder Change Analysis / Change Maps / Map the transition from: All to: Anthropogenic Disturbance > changeall > RECLASS: 1 = 1-999 > change8694
- **Variable Transformation Utility panel:** Transformation type: Evidence Likelihood, Transition or land cover layer name: change8694, Input variable name: landcover86ct (categorical), Output variable name: `evlikelihood_1c` > test and add to model
- **Run Transition Sub-Model panel:** MLP Neural Network, Taste: Run Sub-Model
- Training the neural network: 5000 iterations, > 80% Accuracy rate, Taste: Save weights / Classify
- **Ergebnis:** transition potential maps für jede Kategorie im Model

IDRISI 15.0 The Andes Edition

File Display GIS Analysis Modeling Image Processing Reformat Data Entry Window List Help

Land Change Modeler ES

Change Analysis Transition Potentials Change Prediction Implications Planning

Transition Sub-Models : Status

From :	To :	Sub-Model Name :
Yes	Woodland Savanna	Anthropogenic Disturbance disturbance
Yes	Amazonian Mature Forest	Anthropogenic Disturbance disturbance
Yes	Savanna	Anthropogenic Disturbance disturbance
Yes	Deciduous Mature Forest	Anthropogenic Disturbance disturbance
No	Cusi Palm	Anthropogenic Disturbance Cusi_to_Anhr

Include all To group sub-models, give them a common name
 Include none Sub-Model to be Evaluated : disturbance

Variable Transformation Utility

Test and Selection of Site and Driver Variables

Evaluate : dist_from_disturbance86ct

Cover Class :	Cramer's V :	P Value :
Overall V	0.1481	0.0000
Inundated Savann	0.5701	0.0000
Cusi Palm	0.4429	0.0000
Inundated Forest	0.2703	0.0000
Anthropogenic Dist	0.2646	0.0000
Amazonian Mature	0.1338	0.0000
Water	0.1090	0.0000

Transition Sub-Model Structure

Variable :	Role :	Basis layer type :	Operation :
dist_from_road94ct	Static		
dist_from_urbanct	Static		

RF 1 : 3730394 c : 964 i : 42 x : 688338.612783 y : 8302518.301091

dist_from_disturbance86ct
Distance from Disturbance 1988

dist_from_stream86ct
Distance from Streams

dist_from_urbanct
Distance from Urban

elevation86ct
Elevation

dist_from_road94ct
Distance from Roads 1994

slopesct
Slope Gradients

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 37 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

IDRISI 15.0 The Andes Edition

File Display GIS Analysis Modeling Image Processing Reformat Data Entry Window List Help

Land Change Modeler ES

Change Analysis Transition Potentials Change Prediction Implications Planning

Variable Transformation Utility

Transformation type
 Evidence Likelihood Exponential (e) Square root
 Natural log (ln) Logit Power

Transition or land cover layer name : change8694
 Input variable name : landcover86ct Categorical
 Output variable name : evikelihood_lc OK

Test and Selection of Site and Driver Variables

Evaluate : evikelihood_lc

Cover Class :	Cramer's V :	P Value :
Overall V	0.5776	0.0000
Cusi Palm	0.9960	0.0000
Amazonian Mature	0.9909	0.0000
Anthropogenic Dist	0.9808	0.0000
Inundated Forest	0.9714	0.0000
Inundated Savann	0.4194	0.0000
Water	0.3586	0.0000

Transition Sub-Model Structure

Variable :	Role :	Basis layer type :	Operation :
dist_from_road94ct	Static		
dist_from_urbanct	Static		
elevation86ct	Static		
slopesct	Static		
evikelihood_lc	Static		

change8694

Composer
evikelihood_lc

landcover86ct
Land Cover 1986

- Woodland Savanna
- Amazonian Mature Forest
- Cusi Palm
- Water
- Savanna
- Inundated Forest
- Deciduous Mature Forest
- Anthropogenic Disturbance
- Inundated Savanna

evikelihood_lc

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 38 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

File Display GIS Analysis Modeling Image Processing Reformat Data Entry Window List Help

Land Change Modeler

Transition Sub-Models : Status

Variable Transformation Utility

Test and Selection of Site and Driver Variables

Transition Sub-Model Structure

Variable	Role	Basis layer type	Operation
dist_from_disturbance8ct	Static		
dist_from_stream8ct	Static		
dist_from_road8ct	Static		
dist_from_urban8ct	Static		
elevation8ct	Static		

Number of files: 7

Run Transition Sub-Model

MLP Neural Network

Minimum cells that transitioned from 1986 to 1994: 843

Minimum cells that persisted from 1986 to 1994: 48260

Max Sample Size: 843

Run Sub-Model

Neural Classifier

Load weights

Number of files: 7

Training parameters

Use automatic training

Use dynamic learning rate

Start learning rate: 0.005

End learning rate: 0.0001

Momentum factor: 0.5

Sigmoid constant a: 1.0

Perform confusion matrix analysis

Sigmoidal

Linear

Stop Save weights Close Help

Error monitoring

RMS Error vs. Iterations

Stopping criteria

RMS: 0.0001

Iterations: 5000

Accuracy rate: 100 %

Running statistics

Iterations: 704

Learning rate: 0.002882

Training RMS: 0.001371

Testing RMS: 0.001391

Accuracy rate: 74.03%

Output file names

Hard classification image:

Activation level prefixes:

Output layer: chquitania

Hidden layer 1:

Hidden layer 2:

MLP: working...

Tuesday, July 04, 2006

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 39 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

File Display GIS Analysis Modeling Image Processing Reformat Data Entry Window List Help

Land Change Modeler

chquitania_transition_potential_from_1_to_8

Potential for transition from 1 to 8

chquitania_transition_potential_from_2_to_8

Potential for transition from 2 to 8

chquitania_transition_potential_from_5_to_8

Potential for transition from 5 to 8

chquitania_transition_potential_from_7_to_8

Potential for transition from 7 to 8

RF 1: 1395409 c: 261 r: 497 x: 583557 201493 y: 8234329 837766

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 40 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

C1. Vorhersage der Veränderung: Change Prediction tab

- **Markov Ketten Modell mit harter und weicher Vorhersage: harte Vorhersage:** wie MOLA (scenario) **weiche Vorhersage:** Karte der Anfälligkeit zur Veränderung
- **Change Demand Modeling** panel: Markov Chain, Prediction Date: 2000, View / edit matrix
- **Change Allocation** panel: Dynamic variable recalculation stages: 1, Create soft prediction, Taste: Run Model
- **Dist from Disturbance86CT als dynamische Variable:** Transition Potentials / Transition Sub-Model Structure: Role: dynamic, Basic layer type: land cover / Insert dynamic land cover class: anthropogenic disturbance
 - Change Prediction tab / Change Allocation: Dynamic variable recalculation stages: 3, Display intermediate stage images, Create AVI video, Create soft prediction, Output prefix: landcov_predict_2000_d3, Taste: Run Model
 - **Composer:** display: landcov_predict_2000_d3, add layer: landcov_predict_2000, klick on and off
- **Add Infrastructure and a constraint:** Planning tab / Planned Infrastructure Changes: N. of changes: 3, Infrastructure image: new_roads_96ct 1996, new_roads_98ct 1998, new_roads_00ct 2000
 - Constraints and Incentives panel: Incentives / Constraint Map: reservesct in allen vier Zeilen
 - Roads Layer dynamic: Transition Potentials / Transition Sub-Model Structure: dist_from_roads94ct > dynamic, Basic layer type: roads / Insert dynamic land cover class: primary, secondary and tertiary
 - Change Prediction / Change Allocation: Optional Components: Apply Infrastructure Changes / Zoning – Invcntives/Constraints, Output prefix: landcov_predict_2000_dci6

From:	To:	Include:
Woodland Savanna	Anthropogenic Disturbanc	Yes
Amazonian Mature Forest	Anthropogenic Disturbanc	Yes
Savanna	Anthropogenic Disturbanc	Yes

IDRISI 15.0 The Andes Edition

File GIS Analysis Modeling Image Processing Reformat Data Entry Window List Help

Land Change Modeler

Change Analysis | Transition Potentials | Change Prediction | Implications | Planning

Change Demand Modeling

Markov Chain Prediction Date: 2000 View / edit matrix

External Model

Dynamic Road Development

Change Allocation

Optional Components Prediction Date: 2000

Dynamic Road Development Dynamic variable recalculation stages: 3

Apply Infrastructure Changes Create AVI video Frame Rate (sec): 0.5

Zoning - Incentives/Constraints Create soft prediction

Soft prediction Aggregation type: Maximum Logical OR

From:	To:	Include:
Woodland Savanna	Anthropogenic Disturbanc	Yes
Amazonian Mature Forest	Anthropogenic Disturbanc	Yes
Savanna	Anthropogenic Disturbanc	Yes

Display intermediate stage images

Run Model Output Prefix: landcov_predict_2000

RF 1: 1670326 c: 970 r: 142 x: 689961.562500 y: 8287508.207006

landcov_predict_2000_stage_1
landcov_predict_2000_stage_1_soft
landcov_predict_2000_stage_2
landcov_predict_2000_stage_2_soft
landcov_predict_2000
Projected Land Cover
landcov_predict_2000_soft

0.00
0.06
0.12
0.18
0.24
0.30
0.35
0.41
0.47
0.53
0.58
0.65
0.71
0.77
0.83
0.89
0.95

Wb
Am
Cus
Wa
Sav
Inur
Des
Ant
Inur

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 43 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

IDRISI 15.0 The Andes Edition

File GIS Analysis Modeling Image Processing Reformat Data Entry Window List Help

Land Change Modeler

landcov_predict_2000_stage_1
landcov_predict_2000_stage_1_soft
landcov_predict_2000_stage_2
landcov_predict_2000_stage_2_soft
landcov_predict_2000
Projected Land Cover
landcov_predict_2000_soft

Media Viewer

File Properties Help

3 of 4
C:\MANDL\LCM\CT\LANDCOV_PREDICT_2000_D3_SOFT.AVI (Playing)

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 44 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT

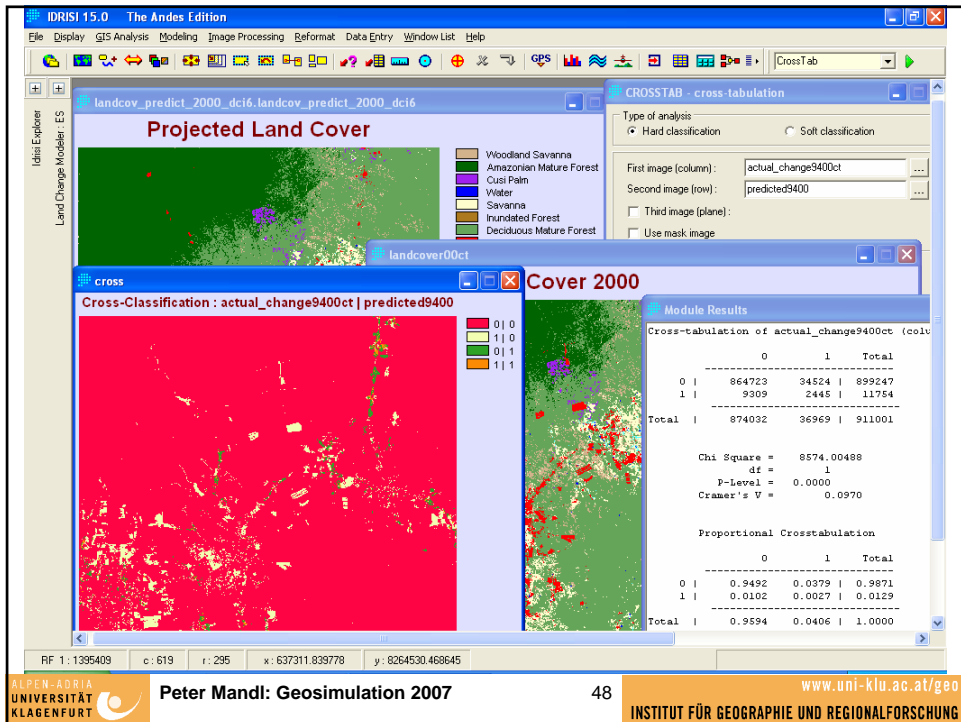
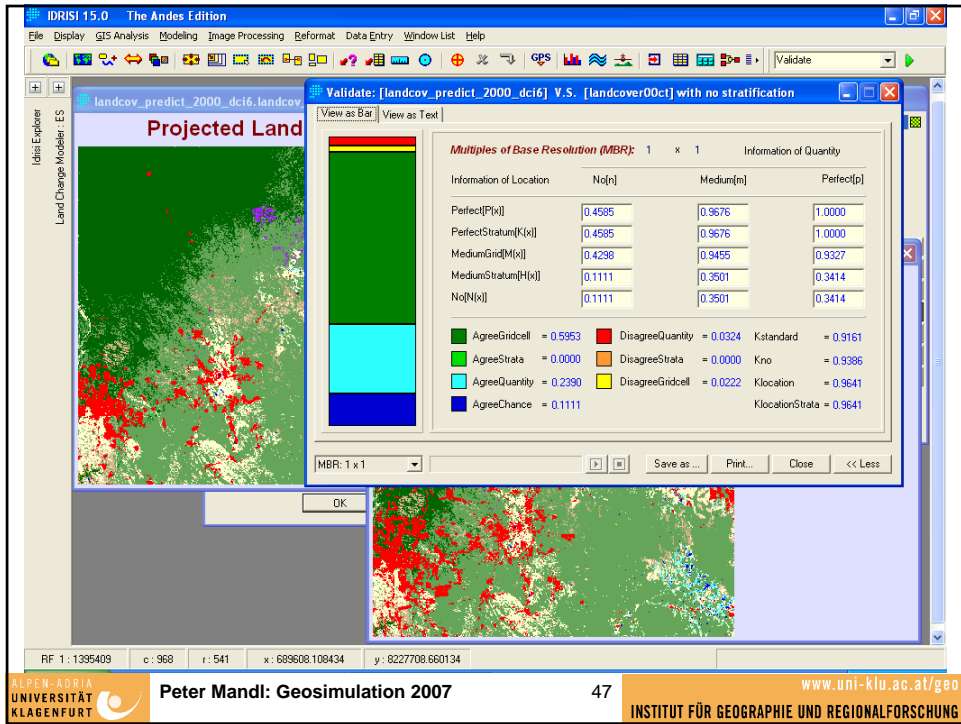
Peter Mandl: Geosimulation 2007

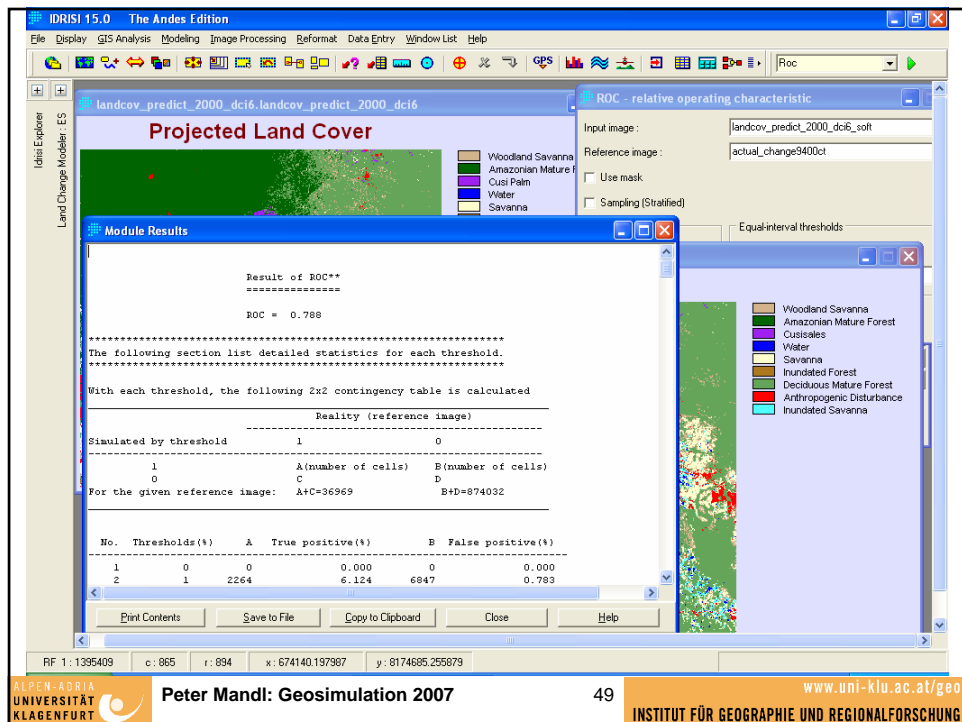
45

www.uni-klu.ac.at/geo
INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

C2. Bewertung der der Veränderungsvorhersage

- Es gibt große Unterschiede zwischen der vorhergesagten LB 2000 (nach dem Trend 1986-1994) und der wirklichen LB 2000, aufgrund des Landreformprozesses in den 90ern („Die Vergangenheit ist nicht immerein guter Indikator für die Zukunft!“), Entwaldung, weil Land genutzt werden mußte.
- **GIS Analysis Menu / Change/Time Series / VALIDATE:** Comparison image: landcov_predict_2000_dci6, reference image: landcover00ct, OK, More
- **OVERLAY:** first image: landcov_predict_2000_dci6, second image: landcover94ct, overlay option: subtract, result: tmpov1, OK
- **RECLASS:** input file: tmpov1, output file: predicted9400, 1 1 to 999
- **CROSTAB:** first image (columns): actual_change9400ct, second image (row): predicted9400, both cross-classification (output image: cross) and tabulation. Hits, false alarm, misses.
- **Display Launcher:** landcov_predict_2000_dci6_soft, actual_change9400ct, third uniform blue palette
- **GIS Analysis Menu / Change/Time Series / ROC (relative operating characteristic):** input image: landcov_predict_2000_dci6_soft, reference image: actual_change9400ct, number of thresholds: 100, OK





C3. Dynamische Nebenbedingungen: Dynamic Road Development

- Distanz zu Straßen ist wichtiger Faktor, daher müssen sich die Straßen mit der LB mitentwickeln!
- Logic:
 - Primäre Straßen: entwickeln sekundäre Straßen und erweitern sich selbst
 - Sekundäre Straßen: entwickeln tertiäre Straßen und erweitern sich selbst
 - Tertiäre Straßen: erweitern sich nur selbst
- Change Prediction tab / Dynamic Road Development panel und Change Allocation panel

IDRISI 15.0 The Andes Edition
 File Display GIS Analysis Modeling Image Processing Reformat Data Entry Window List Help
 Land Change Modeler
 Change Analysis Transition Potentials Change Prediction Implications Planning
 Change Demand Modeling
 Dynamic Road Development
 Mode of end-point generation: Stochastic highest transition potential Random
 Mode of route generation: Minimum gradient route Highest transition potential route
 Transitions to be considered for end-point generation

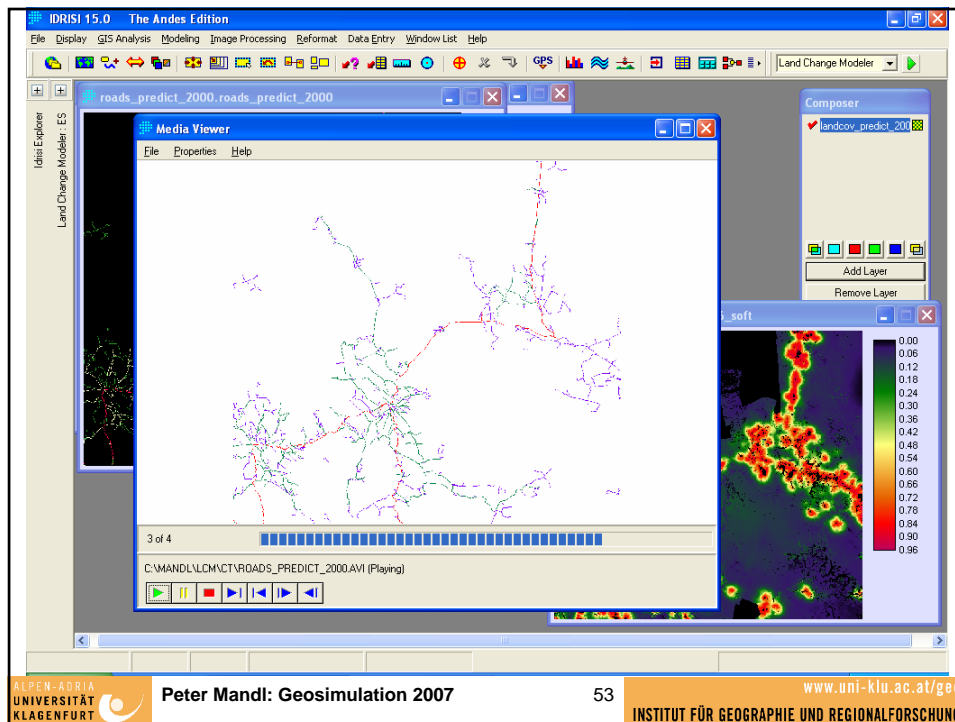
From:	To:	Include:	
Woodland Savanna	Anthropogenic Disturbanc: Yes	<input type="checkbox"/>	Include all
Amazonian Mature Forest	Anthropogenic Disturbanc: Yes	<input type="checkbox"/>	Include none
Savanna	Anthropogenic Disturbanc: Yes	<input type="checkbox"/>	

 Road growth parameters

Road type	Road length	Road Spacing	Unit	Growth parameters
Secondary	5	16	Km	represent the growth
Tertiary	3	8	Km	per dynamic stage

 Skip factor: 2 Output Roads Layer: roads_predict_2000
 Change Allocation
 Optional Components: Dynamic Road Development Apply Infrastructure Changes Zoning - Incentives/Constraints
 Prediction Date: 2000
 Dynamic variable recalculation stages: 6
 Create AVI video Frame Rate (sec): 0.5
 Create soft prediction
 Soft prediction Aggregation type: Maximum Logical OR
 From: To: Include:
 RF 1: 1636138 c: 951 r: 352 x: 686393.591837 y: 8256058.719626
 ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 51 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

IDRISI 15.0 The Andes Edition
 File Display GIS Analysis Modeling Image Processing Reformat Data Entry Window List Help
 Land Change Modeler
 Change Analysis Transition Potentials Change Prediction Implications Planning
 Change Demand Modeling
 Dynamic Road Development
 Change Allocation
 Optional Components: Dynamic Road Development Apply Infrastructure Changes Zoning - Incentives/Constraints
 Prediction Date: 2000
 Dynamic variable recalculation stages: 6
 Create AVI video Frame Rate (sec): 0.5
 Create soft prediction
 Soft prediction Aggregation type: Maximum Logical OR
 From: To: Include:
 Woodland Savanna Anthropogenic Disturbanc: Yes
 Amazonian Mature Forest Anthropogenic Disturbanc: Yes
 Savanna Anthropogenic Disturbanc: Yes
 Display intermediate stage images
 Run Model Output Prefix: landcov_predict_2000_dr6
 RF 1: 1636138 c: 933 r: 300 x: 684393.795918 y: 8263822.271028
 ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 52 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG



4.2 Multi-Agenten basierte (Simulations-)Systeme (MAS)

- (unabhängige) **Individuen** agieren in Umwelt
 - **Kommunizieren**,
 - **nehmen** (eingeschränkt) **wahr**,
 - zeigen **Verhalten**,
 - haben **Ziele** und **Ressourcen**
- Verhalten von Agenten auf der Mikro-Ebene hat **emergente Strukturen** auf der Makro-Ebene zur Folge (bottom-up Ansatz)
- **Raum-Zeit-Integrierter** Ansatz

4.2.1 Multi-Agenten basierte Systeme (MAS) - Formal

Systeme, die folgende Elemente haben:

- Umwelt (Hypersystem)
- Menge von Objekten in E (Attribute)
 - Ressourcen (Patches) (unbeweglich, evt. CA)
 - Agenten (aktiv, beweglich)
- Relationen zwischen Objekten (A-A, A-R, R-R)
- Operationen der A: Wahrnehmung, Produktion, Konsumation, Transformation und Manipulation von Objekten
- Repräsentation der Auswirkungen der Op auf die Welt ("Karten", Diagramme, Monitore, ...)

Beispiel 4

- **Verhaltenssimulation von Termiten**
 - **Ziel:** Termiten tragen Futter zu Haufen zusammen
 - **Umwelt:** diskret, fiktiv
 - **passive Objekte:** Futterpartikel
 - **Agenten:** Termiten
 - **Relationen:** keine zu A, Identität mit Lage von O
 - **Operationen:** Suche, Transport, Ablage
 - **Emergenz:** Haufenbildung
 - <http://mas.uni-klu.ac.at/slogo/termites.html>

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT

Peter Mandl: Geosimulation 2007

57

www.uni-klu.ac.at/geo
INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

4.2.2 Applikationen von MA-Simulation

Web-Page: Individual-Based Models (Craig REYNOLDS):

<http://www.red3d.com/cwr/ibm.html>

- Ökologie und Biologie (Artificial Life), Genetik, Medizin
- Sozialwissenschaften (Artificial Societies)
- Wirtschaft
- Verkehr
- Mathematik, Physik, Chemie
- System-, Computerwissenschaften, Robotik
- Kunst

MA-Modelle als Integration

- Integrativer Ansatz:
 - **Raum** und **Zeit** eng verbunden
 - **Prozess** abgebildet
- Übereinstimmung mit **Realität**
(individuenbasierte Handlungen und emergente Folgen)
- Zeit: ereignisbasiert, diskret, kontinuierlich

MA-Modelle und Raum

- diskret, kontinuierlich
- **Raummerkmale** für Objekte: Lage, Relationen (Identität, Abstand, Nachbarschaft, ...)
- **Funktion**: Informationsspeicher, Kommunikationsmittel, Kopplungsvariable
- **Für Agenten**: Bewegungsraum, Aktionsraum, Wahrnehmungsraum
- **Für passive Objekte**: Schichtungskriterium, Randbedingung, Ausbreitungsraum (CA)
- **Basis** für emergente Strukturen

MA-Modelle außerdem

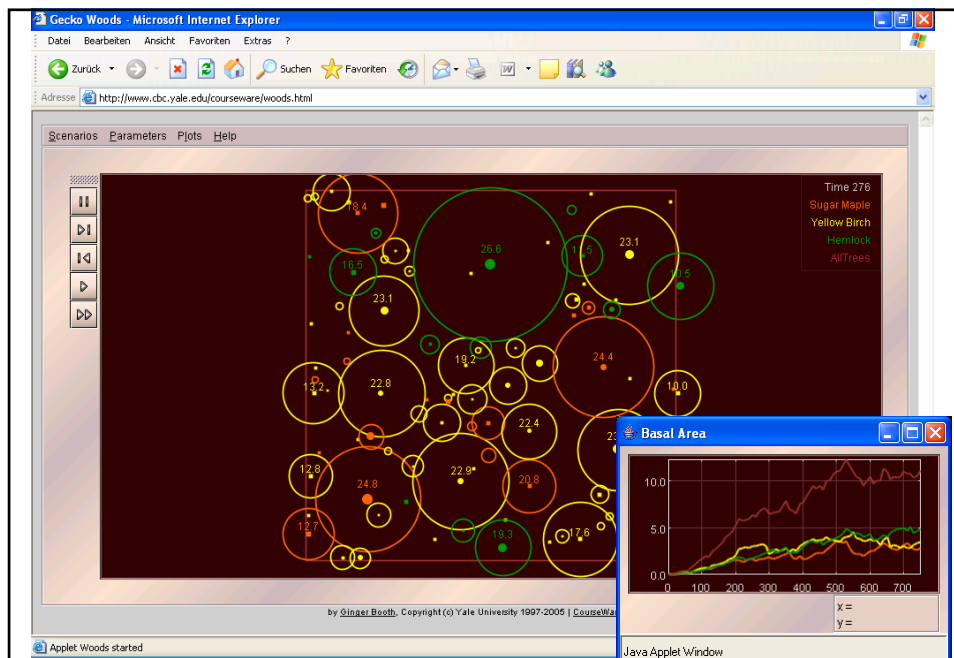
- Multi-Konzepte:
 - Agententypen (breeds)
 - Objekttypen (auch hierarchisch)
 - unterschiedliche Regelsätze
- Realisierung: objektorientiert, Regeln
- Aufgaben von Simulation:
 - Erkundung
 - Szenarienbildung
 - Zustandserzeugung
 - Optimierung

MAS in der Geographie

- Modellierung und Simulation von räumlichen Auswirkungen individueller Handlungsprozesse
 - **Eigenschaften von Individuen oder Gruppen**
 - **emergente Strukturen auf höherer Ebene**
 - **unterschiedliche Zeitskalen**
 - **räumliche Zusatzbedingungen**
 - **methodische Erweiterungen**

Beispiel 5: Woods

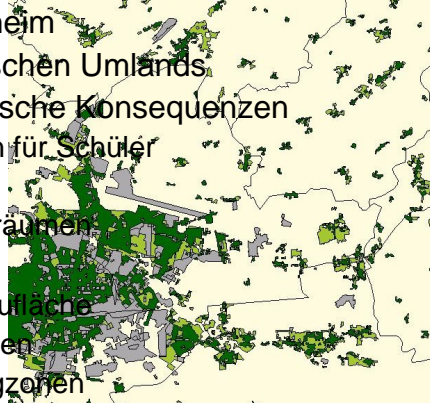
- **Thema:** Darstellung der Baum(arten)verteilung
- **Ziel:** Experimente
- **Methode:** MA-Simulationsmodell mit
 - **Umwelt:** passivem Untergrund
 - **Agenten:** Einzelbäumen mit Eigenschaften
 - **Relationen:** Licht und Schatten, Katastrophen
 - **Zusammenhangsgleichungen** für Wachstum, Tod und Reproduktion
 - raum-kontinuierliches und zeitdiskretes dyn. System
- **Aufgaben:** Erforschung, Prognose
- <http://www.cbc.yale.edu/courseware/woods.html>
- **Realisierung:** Gecko
 - in Java programmiert / Programmbibliothek / Simulation übers Netz / Szenarien erstellbar
 - <http://www.gingerbooth.com/courseware/index.html>



Beispiel 6: Zersiedelung im städtischen Umland mit einem Multi-Agenten Modell

- **Motivation:**

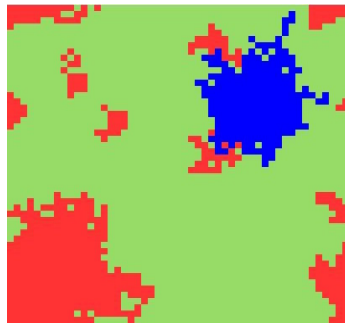
- Der Traum vom Eigenheim
- Zersiedelung des städtischen Umlands
- Finanzielle und ökologische Konsequenzen
 - Hohe Transportkosten für Schüler
 - Verkehrszunahme
 - Zerstörung von Naturräumen
- Gegenmaßnahmen
 - Beschränkung der Baufläche
 - Bauverbot in Grünzonen
 - Definition von Vorrangzonen



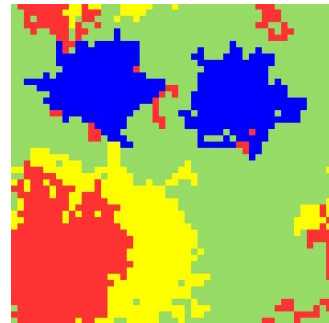
Aufgabenstellung

- Simulation der Auswirkungen von Zersiedelung
 - Szenario 1: Simulation der Zersiedelung und deren Entwicklung
 - Szenario 2: Simulation der Zersiedelung unter Berücksichtigung der Gegenmaßnahmen
- Unterschiede aufzeigen
- Wissen über: Dynamik, Maßnahmen, Verhalten, Emergenz (aus individuellem Verhalten folgern globale Zustände)
- **Autorinnen:** Barbara Hofer, Alexandra Rieger und Kerstin Stupnik (FH Technikum Kärnten, Geoinformation)

Patches (Untergrund): Nutzung

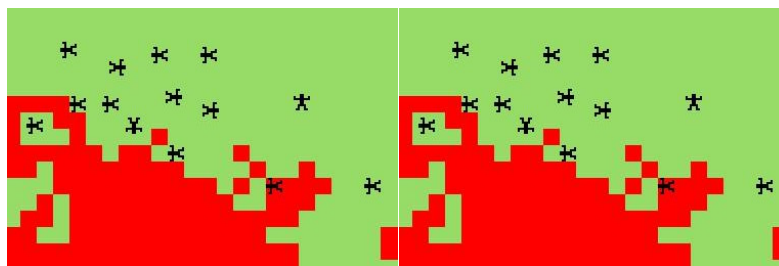


- Siedlungsgebiet
- Nicht bebaubare Fläche
- Bebaubare Fläche



- Siedlungsgebiet
- Erweiterte nicht bebaubare Fläche
- Bebaubare Fläche
- Vorrangfläche

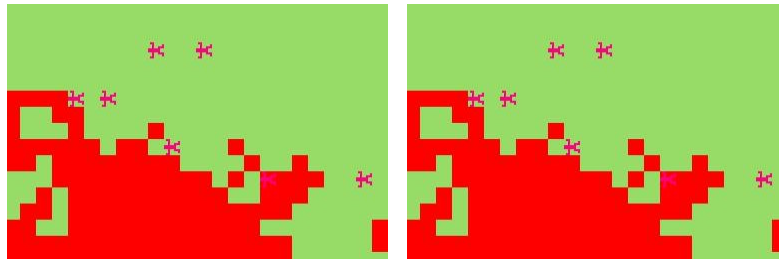
Agenten: Siedler



- Bauen am Rande bestehender Siedlungen
- Bauplätze bis zu 2000m²

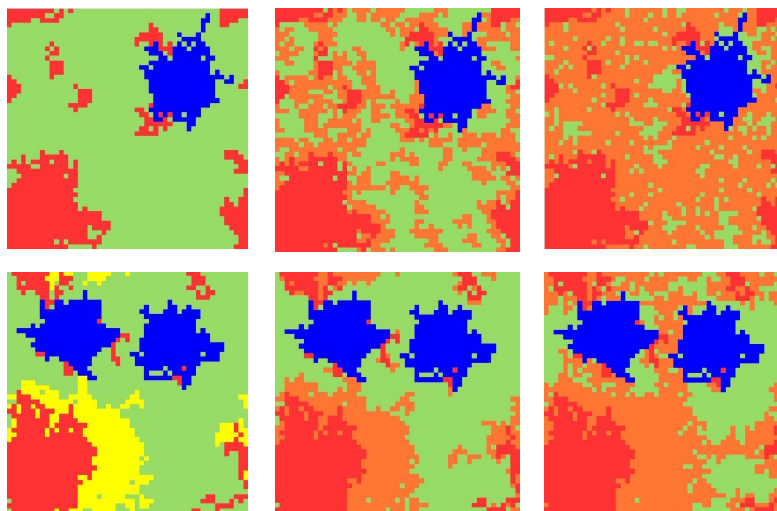
- Bauen im Vorranggebiet
- Bauen am Rande bestehender Siedlungen (wenn keine Vorranggebiete)
- Bauplätze zu je 1000m²

Agenten - Siedlungsgründer



- Bauen mitten im Grünland
- Bauplätze mit 2000m²
- Bauen mitten im Grünland
- Bauplätze zu je 1000m²

Modelltest und Ergebnisse



Fazit

- Zersiedelung kann durch Einschränkungen entgegengewirkt werden
- Berücksichtigung weiterer Faktoren
 - Verhältnis Siedler – Siedlungsgründer
 - Weitere Eigenschaften für Siedler und Siedlungsgründer definieren
 - Darstellung verfeinern und an Realität anpassen

4.2.3 Zu lösende Probleme

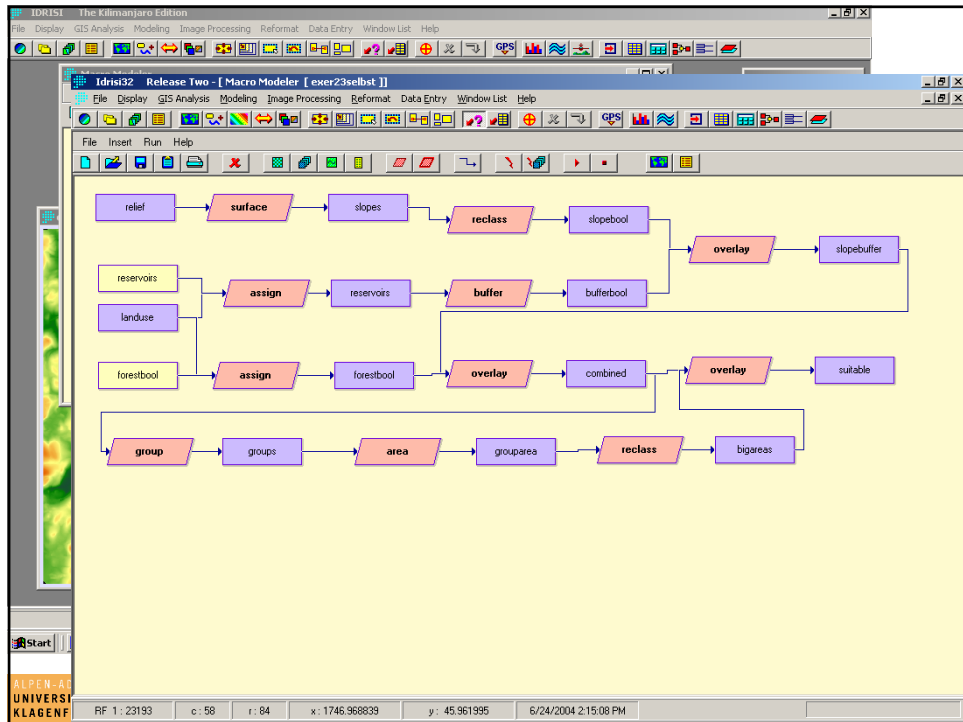
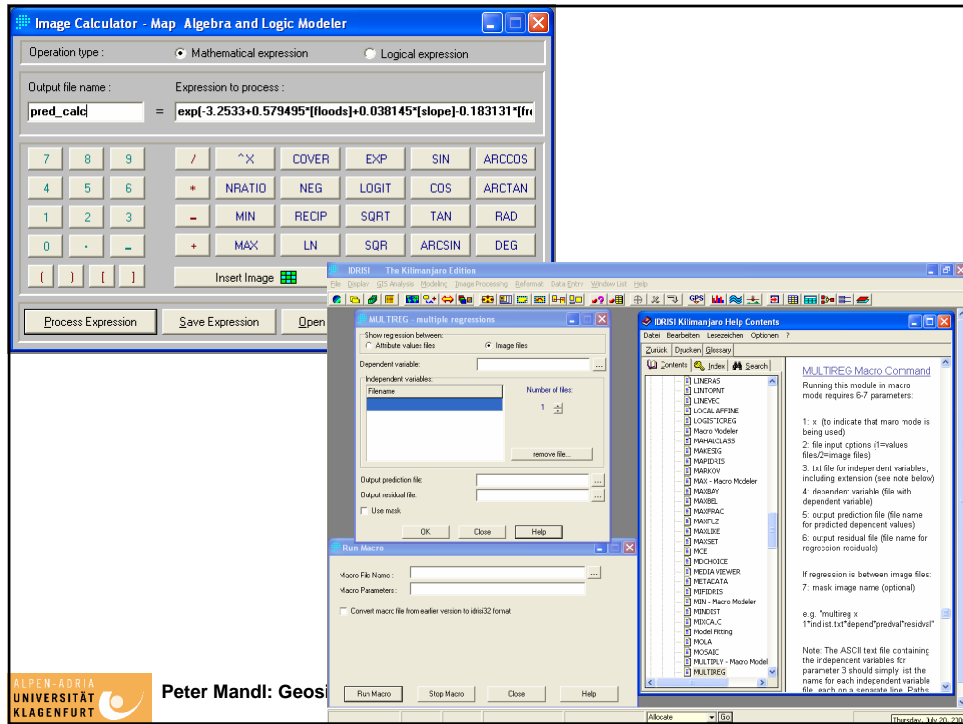
- **Integration** CA und MAS:
 - J. Portugali: FACS (free agents on a cellular space)
 - I. Benenson & P.M. Torrens: GAS (geographic automata system), OBEUS (Objects-Based Environment for Urban Simulation)
- **Reale Szenarien** und **Verifikation**
- **Wofür** geeignet?
- **Kopplung** mit anderen Methoden (Fuzzy, NN, GA, Data Mining, ...)
- **Werkzeuge**: visuelles Programmieren, Experimentaldesign, Verteilung, Interoperabilität (open MAS Konzept)

4.2.4 Links

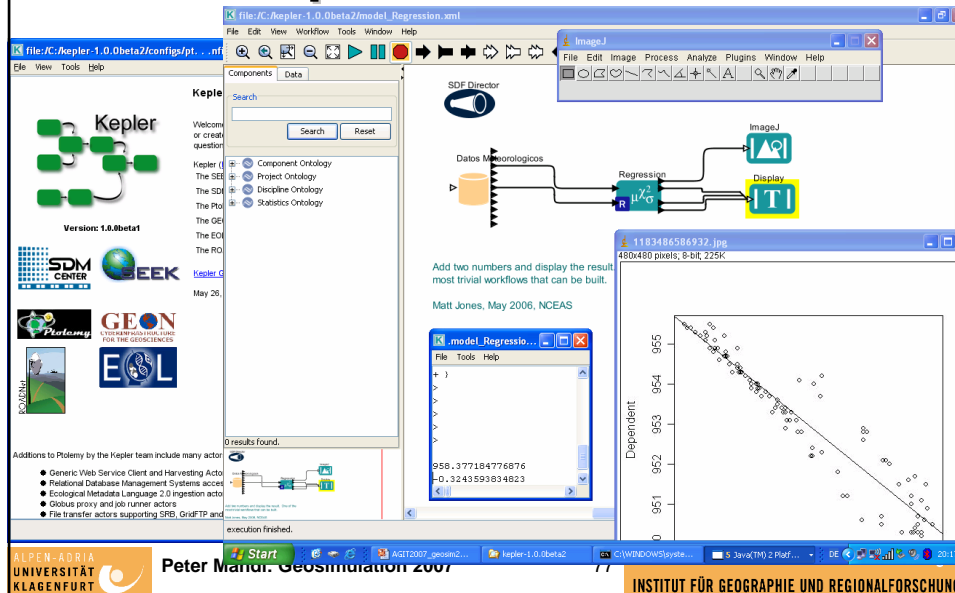
- StarLogo 2.22:
<http://education.mit.edu/starlogo/>
- StarLogo TNG:
<http://education.mit.edu/starlogo-tng/>
- NetLogo:
<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>
- Andreas KOCH und Peter MANDL (Hrsg.)
(2003): Multi-Agenten-Systeme in der
Geographie. <http://mas.uni-klu.ac.at>

5. Entwicklungsperspektiven der Geosimulation

- **Modellerstellung:** graphische und wissenschaftliche Workflowsysteme



kepler-1.0.0 beta2



5. Entwicklungsperspektiven der Geosimulation

- **Modellerstellung:** graphische und wissenschaftliche Workflowsysteme
- **Steuerung und Aufzeichnung** der Simulationsläufe: GUI mit Logs, XML

http://www.arcytech.org - Population growth and balance applet - Microsoft Internet Explorer

Setup Menus to Define the Initial Conditions

OAKS SETUP MENU
 Total number of Oak trees: 20
 Amount of total water per tree (in gallons per year): 20000
 Nutrients (select all needed): Carbon Dioxide, Magnesium, Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Sulfur

SQUIRRELS SETUP MENU
 Migration to the Area

HAWKS SETUP MENU
 Migration to the Area

Population Growth Chart

Year: 105
 Acorns: 38640
 Squirrels: 0
 Hawks: 0

HYPOTHESIS: Take a look at the setup in the single oak tree needs to grow in 265 days. Additionally, look at to write down your guesses on

EXPERIMENT: Define an experiment to verify your hypothesis, and you are s

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl

Gecko Woods - Microsoft Internet Explorer

Address: http://www.cbc.yale.edu/courseware/woods.html

Scenarios Parameters Plots Help

Time 276
 Sugar Maple
 Yellow Birch
 Hemlock
 All Trees

Basal Area

x =
 y =

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 80 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

Simulation Reference Markup Language (SRML)

SRML - Simulation Reference Markup Language

W3C Note

SRML - Simulation Reference Markup Language

W3C Note 18 December 2002

This version: <http://www.w3.org/TR/2002/NOTE-SRML-20021218/>

Latest version: <http://www.w3.org/TR/SRML/>

Author: Steven W. Raichenthal, Boeing

Copyright © 2001-2002 Boeing. This document is the property of Boeing. All rights reserved. For more information, see the [Notices and Disclaimers](#) for additional information.

Abstract

This document describes the Simulation Reference Markup Language (SRML). SRML is an XML application that can be used to describe simulation environments. SRML is an XML application that can be used to describe simulation environments. SRML is an XML application that can be used to describe simulation environments.

Run Simulation

81

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT

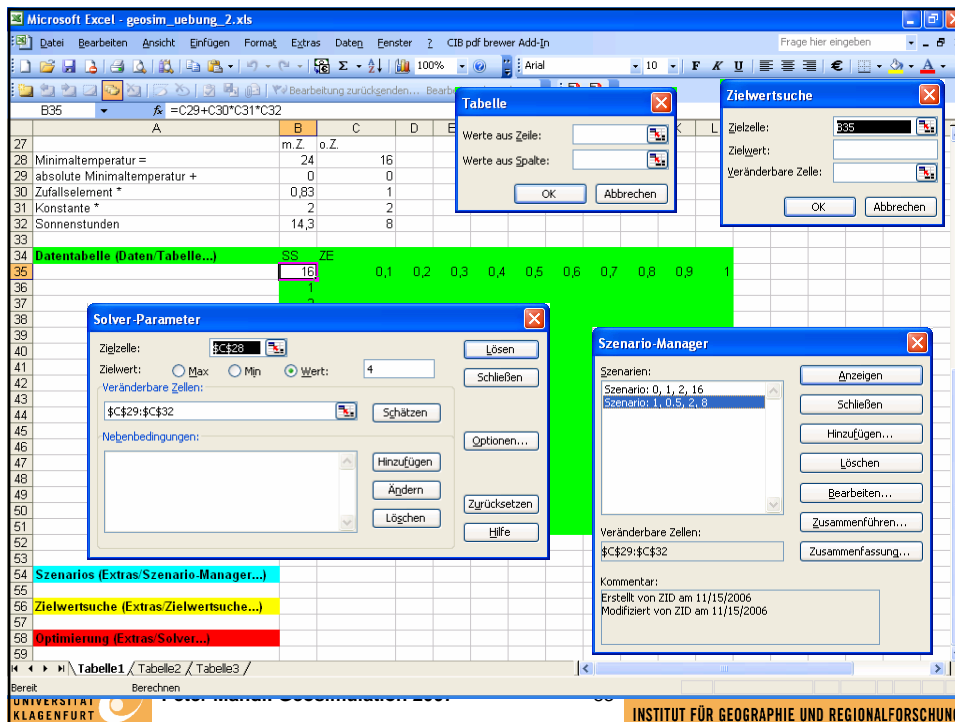
Peter Mandl: Geosimulation 2007

www.uni-klu.ac.at/geo

INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

5. Entwicklungsperspektiven der Geosimulation

- **Modellerstellung:** graphische und wissenschaftliche Workflowsysteme
- **Steuerung und Aufzeichnung** der Simulationsläufe: GUI mit Logs, XML
- **Simulationsaufgaben** unterstützen: **koppelbare Systeme**



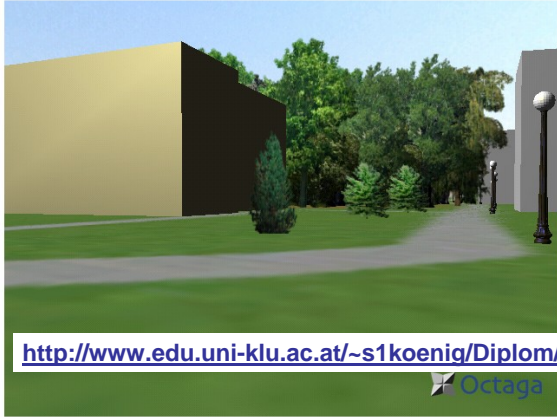
5. Entwicklungsperspektiven der Geosimulation

- **Modellerstellung:** graphische und wissenschaftliche Workflowsysteme
- **Steuerung und Aufzeichnung** der Simulationsläufe: GUI mit Logs, XML
- **Simulationsaufgaben** unterstützen: koppelbare Systeme
- **Visualisierung** der Simulationsergebnisse: 3D Darstellung im Internet, Google Earth

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT

UNIVERSITÄT KLAGENFURT

X3D Visualisierung des Gebietes rund um das Universitäts Sport Instituts



<http://www.edu.uni-klu.ac.at/~s1koenig/Diplom/index.php>

Octaga

Plug-In downloaden (Octaga Player)

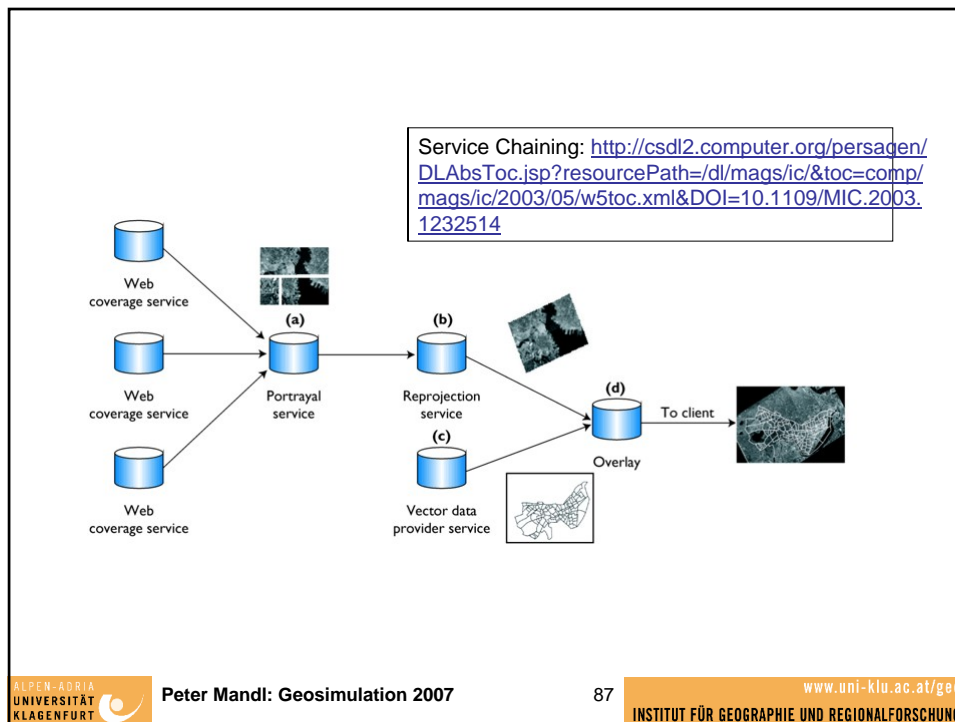
Start

AGIT2007_geosim2.ppt PowerPoint-Bildschirm... Y3D Test - Microsoft I...

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 85 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

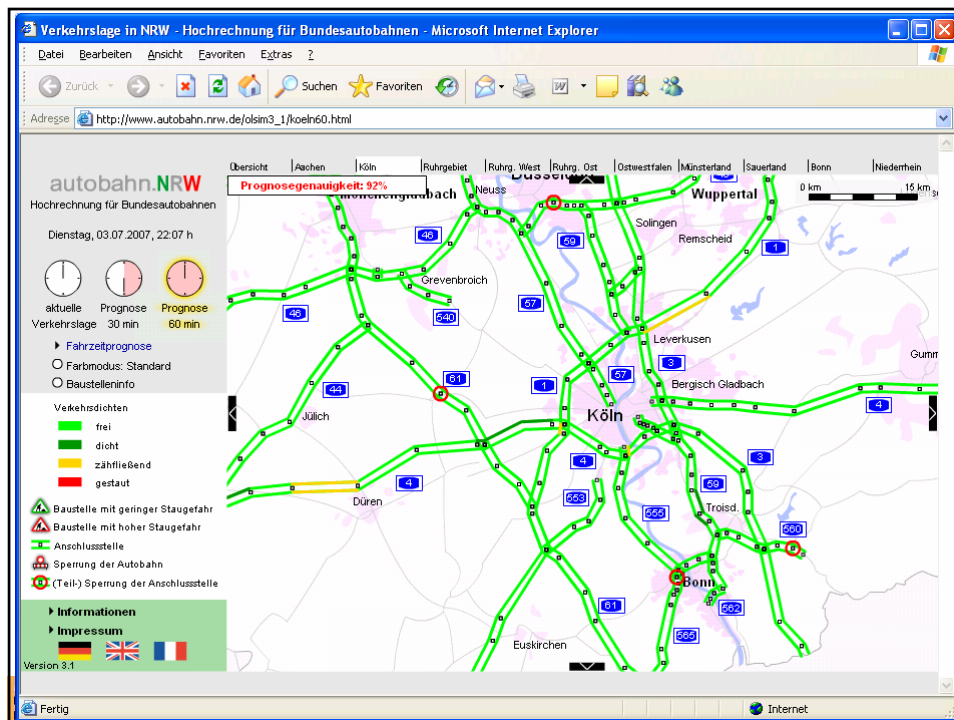
5. Entwicklungsperspektiven der Geosimulation

- **Modellerstellung:** graphische und wissenschaftliche Workflowsysteme
- **Steuerung und Aufzeichnung** der Simulationsläufe: GUI mit Logs, XML
- **Simulationsaufgaben** unterstützen: koppelbare Systeme
- **Visualisierung** der Simulationsergebnisse: 3D Darstellung im Internet, Google Earth
- **Analyse** der Simulationsergebnisse: **Service Chaining**



5. Entwicklungsperspektiven der Geosimulation

- **Modellerstellung:** graphische und wissenschaftliche Workflowsysteme
- **Steuerung und Aufzeichnung** der Simulationsläufe: GUI mit Logs, XML
- **Simulationsaufgaben** unterstützen: Koppelbare Systeme
- **Visualisierung** der Simulationsergebnisse: 3D Darstellung im Internet, Google Earth
- **Analyse** der Simulationsergebnisse: Service Chaining
- **Offene und verteilte Geosimulation**



5. Entwicklungsperspektiven der Geosimulation

- **Modellerstellung:** graphische und wissenschaftliche Workflowsysteme
- **Steuerung und Aufzeichnung** der Simulationsläufe: GUI mit Logs, XML
- **Simulationsaufgaben** unterstützen: Koppelbare Systeme
- **Visualisierung** der Simulationsergebnisse: 3D Darstellung im Internet, Google Earth
- **Analyse** der Simulationsergebnisse: Service Chaining
- **Offene** und **verteilte** Geosimulation
- **Viele gute Applikationsbeispiele**

http://780.120.147.30 - POLLN: Real-time Forecast, Kanto - Microsoft Internet Explorer

ENVIRONMENTAL SOFTWARE AND SERVICES GMBH

Weather Service NTTGP Dynamic two-day Pollen Forecast

Case Study: Kanto
 Start time: 20040513Z1
 Substance: Pollen
 Scenario: Real time

Area exposed above standard

Blue	> 25 p/m ³
Yellow	> 50 p/m ³
Red	> 150 p/m ³
Black	> 250 p/m ³

Total simulation time: 50 hours
 2004.5.15.8

NTT-GP server: <http://www.kafun-info.jp/>

<http://www.ess.co.at/DEMOS/>

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 91 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

Simulationsprogramm für Straßenverkehrslärm

IDEE: UMWELTAMT Graz
 DI JOHANN OBER
 Kaiserfeldgasse 119, 8010 Graz
 Tel.: +43 (0)16 672 4333
 Email: johann.ober@stg.at.graz.at

UMSETZUNG: Ingenieurbüro für Verkehrswesen
 Kurt FALLA S.T. DI Dr. techn. Ass. Prof.
 Inbat.at - media design
 Mag. Stefan HALLER

Erweiterte Neuaufgabe mit freundlicher Unterstützung der Fa. SIEGENIA AUBI KG

Eingabe Verkehrsdaten

Fahrbahnbelag: Asphalt, Asphalt-Haut-1, laminierte Asphaltdecke, Betonverbunddeckschicht, Betonverbunddeckschicht, Bitumendekbelag

Geschwindigkeit: 30, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150

Verkehrsmenge: Kfz / 24 Stunden

LKW-Anteil: LKW-Anteil

Eingabe Objektdaten

Haus an Straßenrand: Ja / Nein

Entfernung 1 (Fußgänger zum Haus): Meter

Entfernung 2 (Motor): Meter

Lärmschutz (gegen Haus): Keine Lärmschuttrifflung (keine Abschirmung u.ä. Örtl.), Gartenhecke, Lärmschutzwand (2.0m, 2.5m, 3.0m, 3.5m, 4.0m)

Bodenbeschaffenheit: reflektierend (z.B. Asphalt, Beton, Pflastersteine), absorbierend (z.B. Rasen, Grün, Garten)

Fenster: offene Fenster, geschlossene Fenster (geschlossener), Lärmschutzfenster (geschlossener)

Simulation

Simulation results showing sound levels (L_{eq}) and distances (2m, 20m) for different scenarios.

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT KLAGENFURT Peter Mandl: Geosimulation 2007 91 www.uni-klu.ac.at/geo INSTITUT FÜR GEOGRAPHIE UND REGIONALFORSCHUNG

Collections of geographical models

- ESS Environmental Software and Services GmbH AUSTRIA
<http://www.ess.co.at/DEMOS/>
- S4 - Spatial Simulation for the Social Sciences, Interactive Platform for Geography and Spatial Modelling
<http://www.spatial-modelling.info/>
- WWW-Server for Ecological Modelling
<http://www.wiz.uni-kassel.de/ecobas.html>

Geographical simulation models

- **WILSIM**: Web-based interactive Landform Simulation Model
<http://www.niu.edu/landform/home.html>
- **Simsphere**: A Biosphere/Atmosphere Simulation
<https://www.e-education.psu.edu/simsphere/>
- Population Growth and Balance
<http://www.arcytech.org/java/population/>
- Intelligent Data Processing Service (IDPS)
http://map.sdsu.edu/geoagent/project_prototype.htm
- Web-based Mapping Services for San Diego Wildfires 2003
<http://map.sdsu.edu/>

Geographical models

- **Global Change Master Directory.** A directory to Earth Science Data and Services:
http://gcmd.nasa.gov/KeywordSearch/Titles.do?Portal=G_CMD_Services&KeywordPath=ServiceParameters%7CMODELS&MetadataType=1&lbnode=gcmd3
- agi **GIS WWW Resource List:**
<http://www.geo.ed.ac.uk/home/giswww.html>
- dmoz. **open directory project** (Top: Science: Social Sciences: Geography: Geographic Information Systems: Software (290)):
http://dmoz.org/Science/Social_Sciences/Geography/Geographic_Information_Systems/Software/

**Herzlichen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**
<http://geosimulation.uni-klu.ac.at/>

Fragen und Anregungen bitte an:
peter.mandl@uni-klu.ac.at

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.