



# *Konfliktforschung I*

## *Kriegsursachen im historischen Kontext*

**Woche 12: Computersimulation und Konfliktforschung am  
Beispiel von GeoSim**

**Prof. Dr. Lars-Erik Cederman**

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

Center for Comparative and International Studies (CIS)

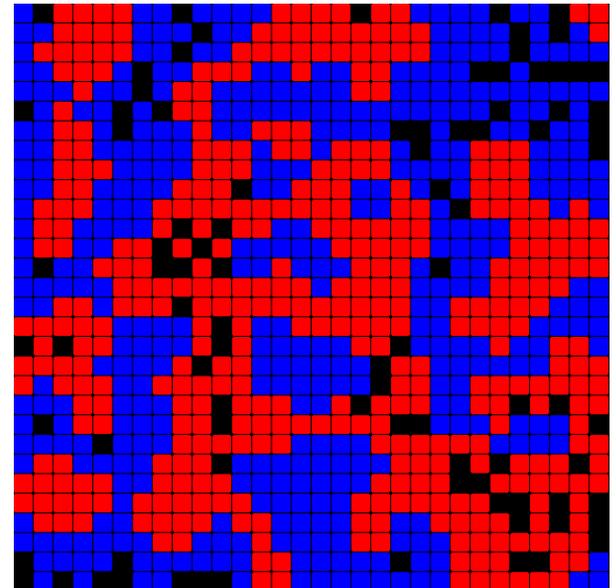
[icederman@ethz.ch](mailto:icederman@ethz.ch)

## Agenda

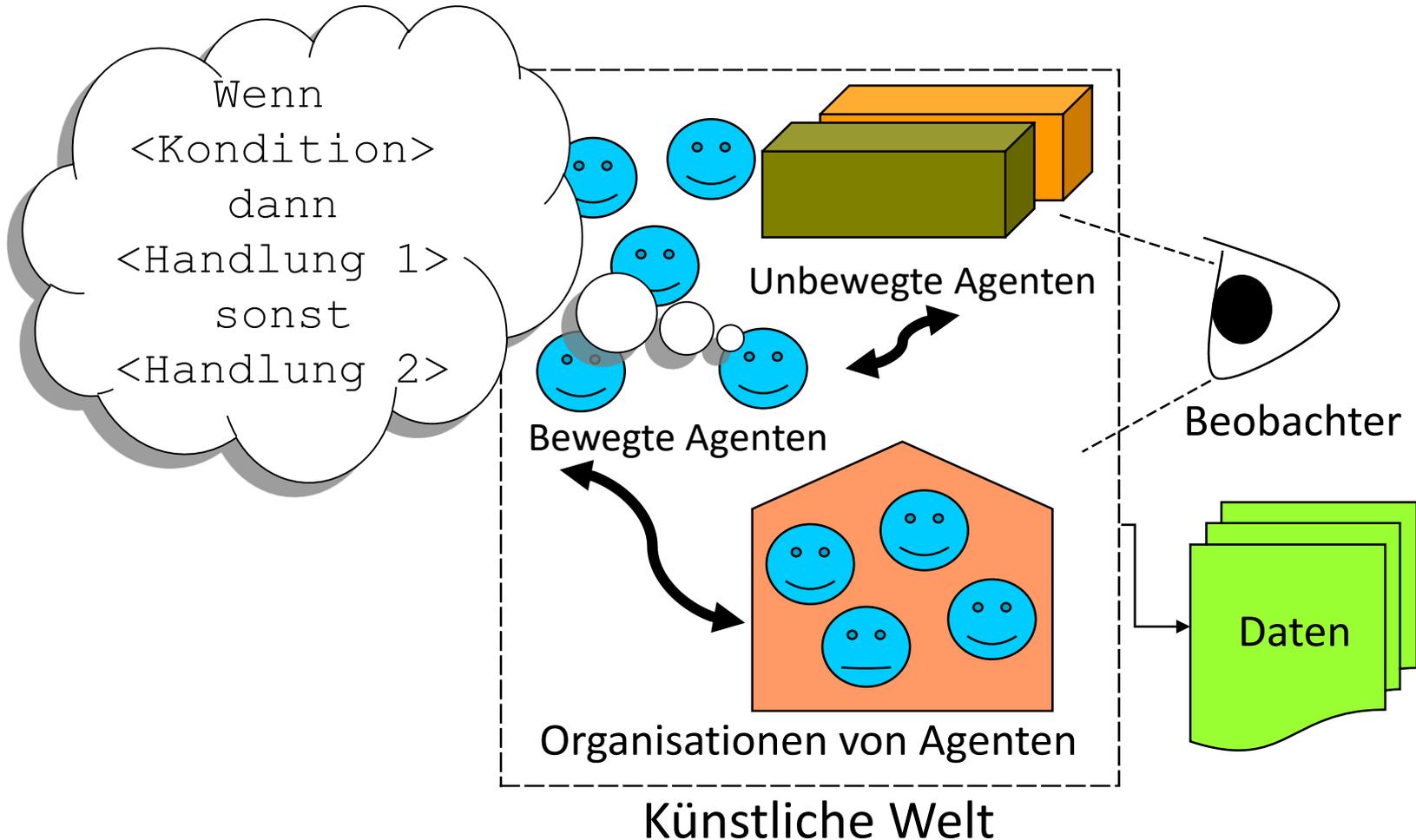
- Einführung in die agenten-basierte Modellierung
- Schellings Segregations-Model
- Einführung in GeoSim
- Anwendungen in der Konfliktforschung

## Definition

- ABM ist eine computergestützte Forschungsmethode, die es dem Forscher erlaubt, künstliche Welten zu kreieren, diese zu analysieren und damit zu experimentieren.
- Bottom-up
- Basiert auf zellularen Automata und verteilter künstlicher Intelligenz



# Disaggregierte Modellierung



# Blick vom Berliner Fernsehturm



## Ethnisch geprägte Stadtteile



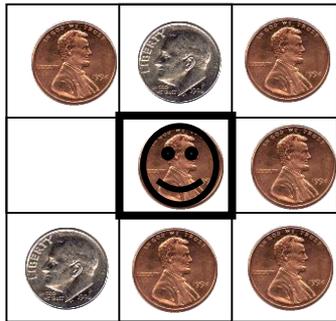
*Chinatown, New York*



*Klein-Italien, San Diego*

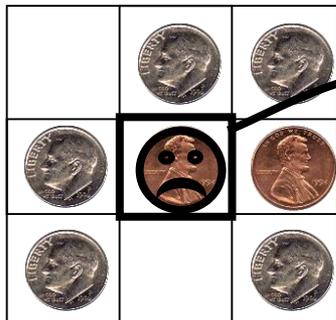
# Nachbarschafts-Segregation

## Die Spielregeln

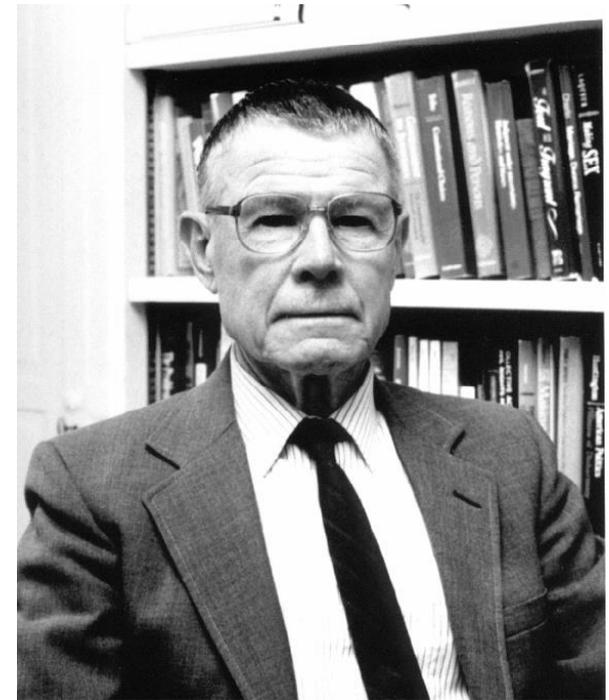


*Ein Agent bleibt, wenn min. 1/3 der Nachbarn „seiner Art“ ist*

$< 1/3$

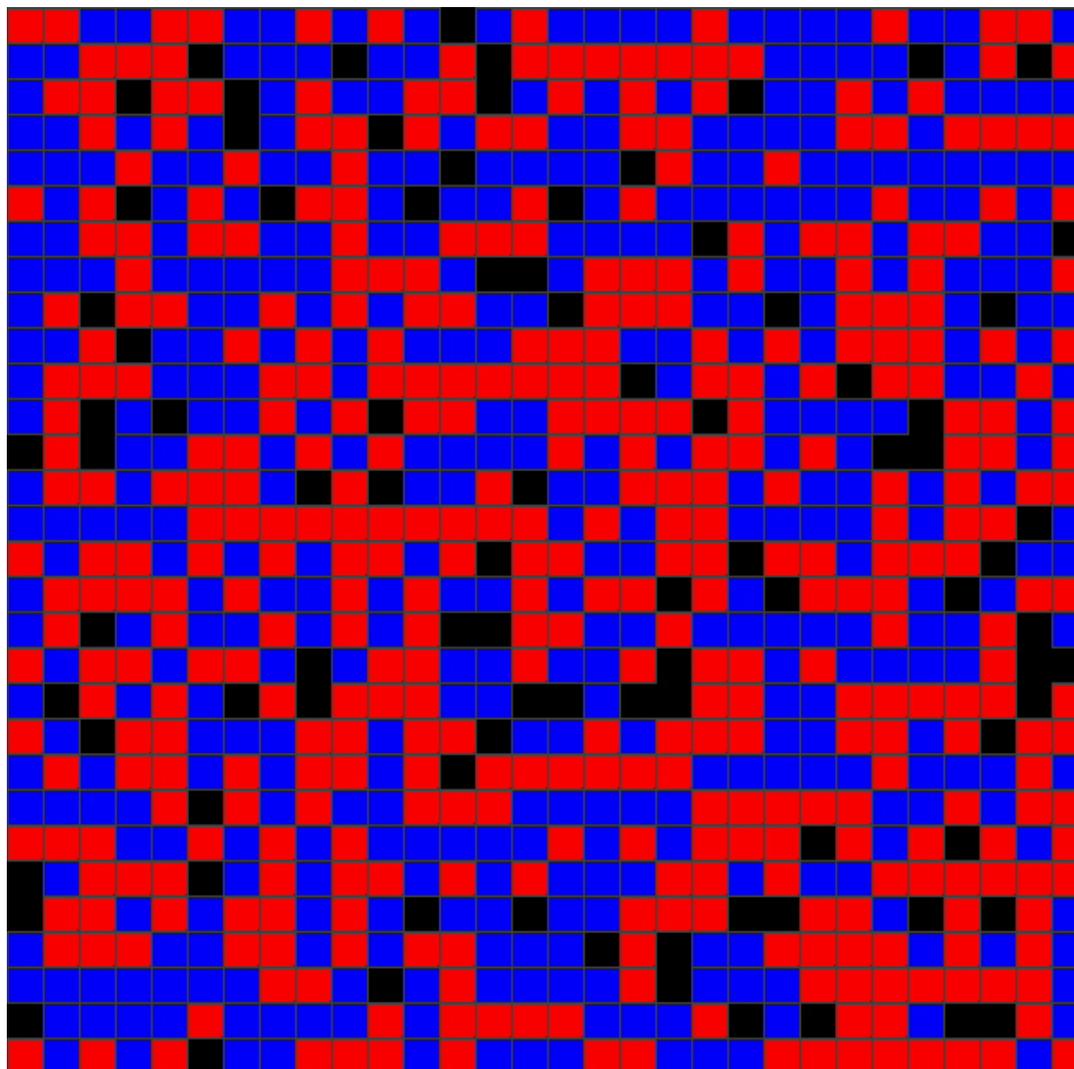


*Ansonsten zieht er auf eine freie, angenehmere Position um*



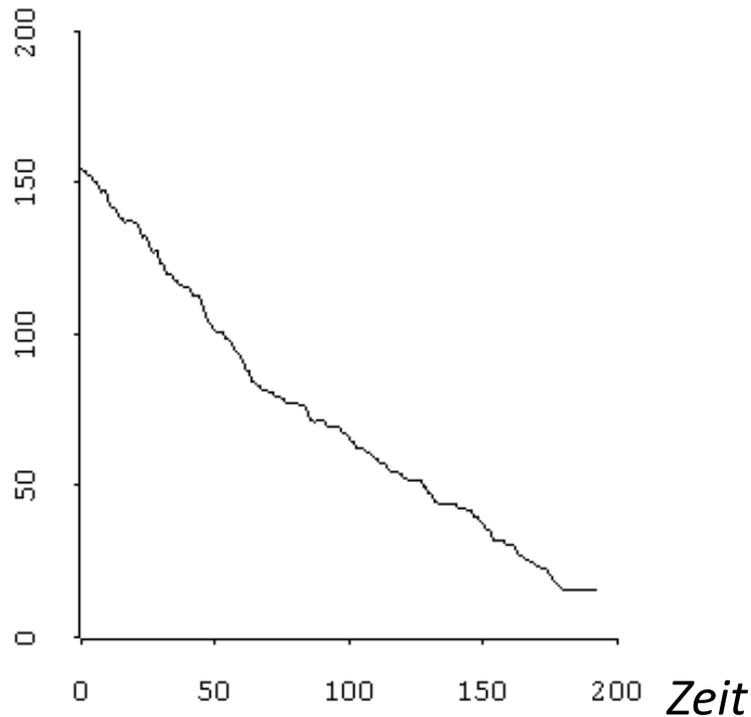
Thomas C. Schelling  
Nobelpreis für Wirtschaft  
2005

# Vorführung 1

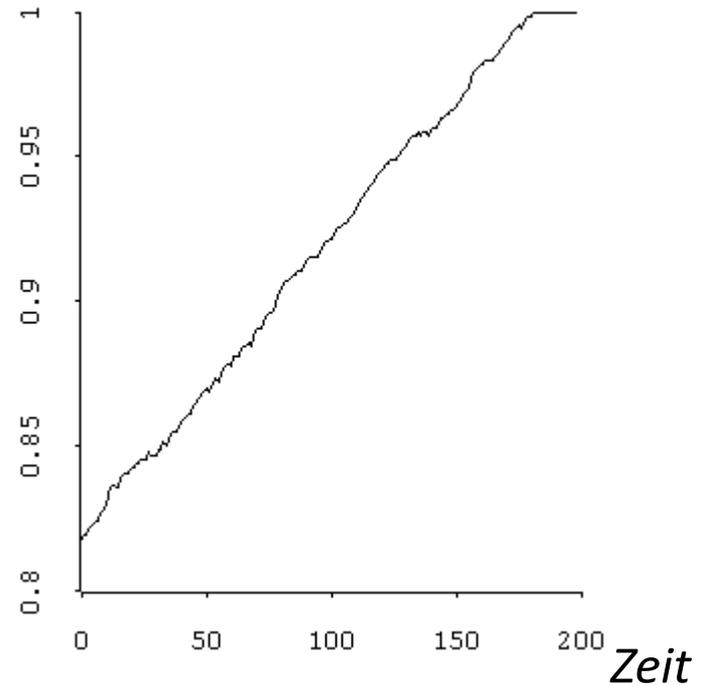


# Ergebnisse des Modells

*Zahl der  
Nachbarschaften*



*Zufriedenheit*



# Europa um 1500



# Europa um 1900

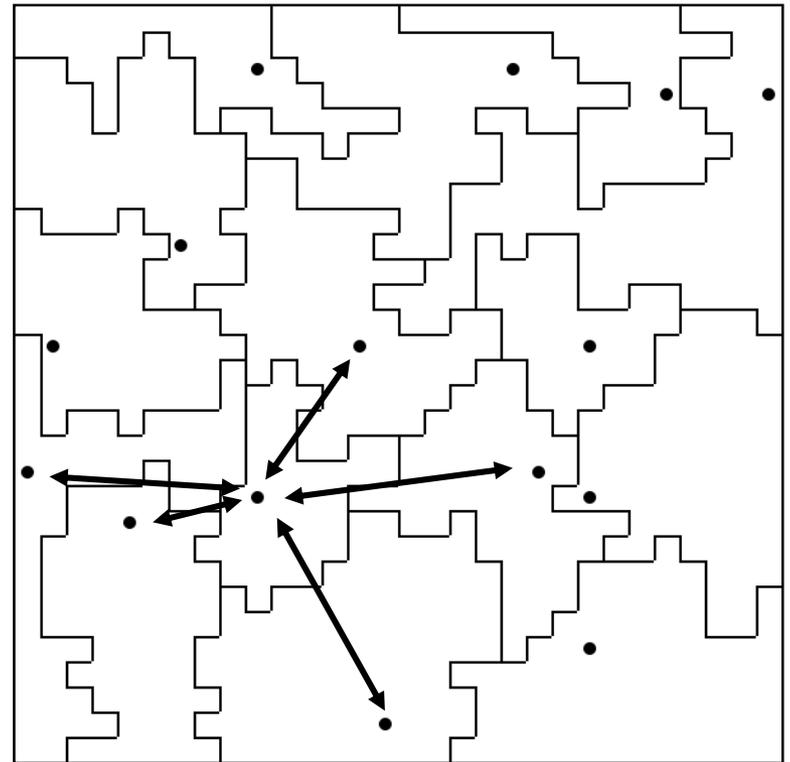


# „States made war and war made the state“ – Tilly

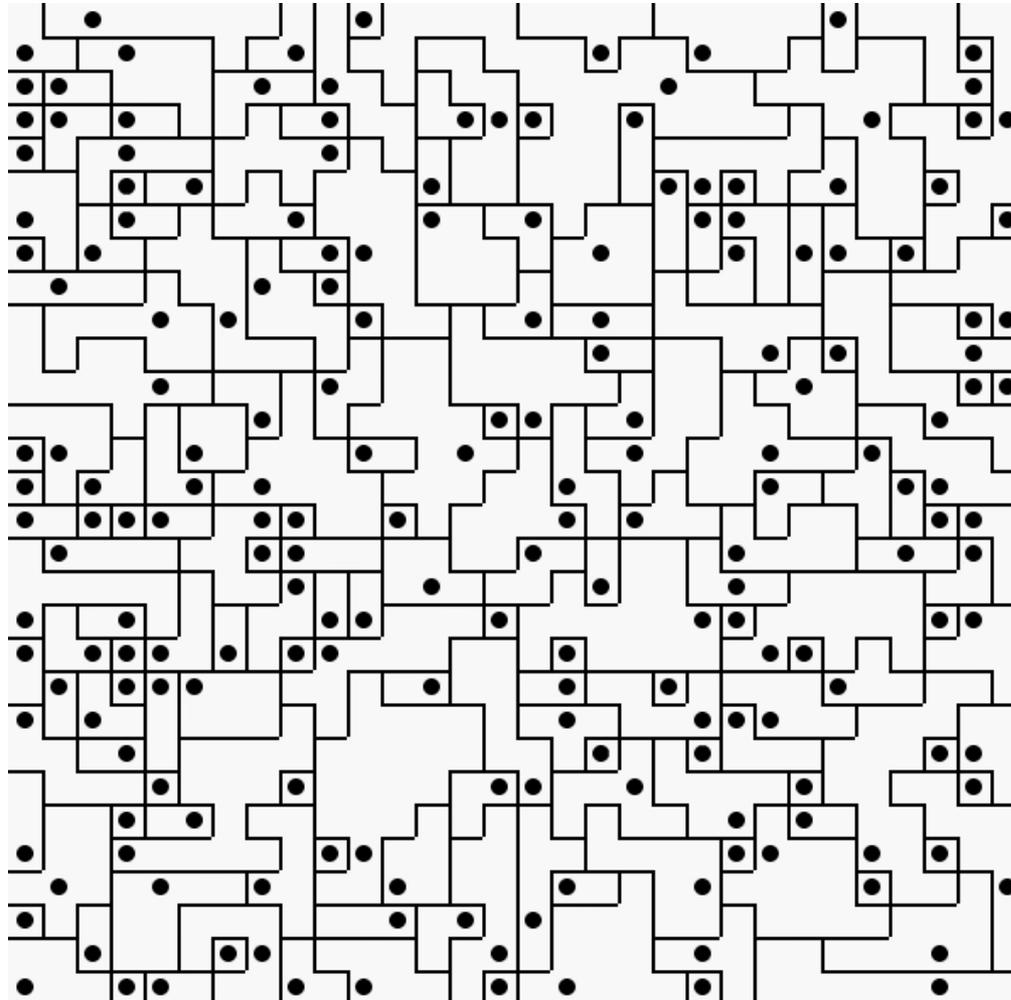


## GeomSim

- GeoSim nutzt Repast, ein Java-Werkzeug
- Staaten sind hierarchische, begrenzte Akteure, die in einem dynamischen, gitterbasierten Netzwerk interagieren

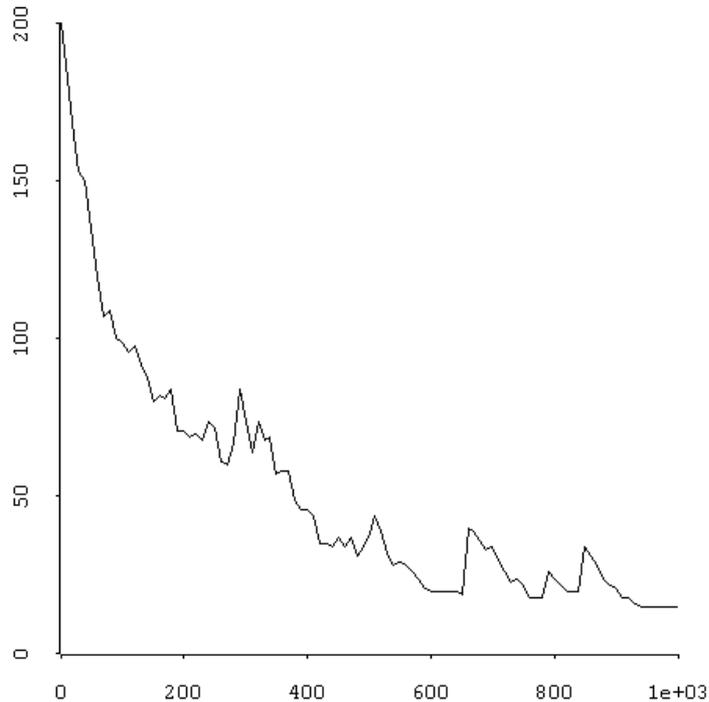


## Vorführung 2



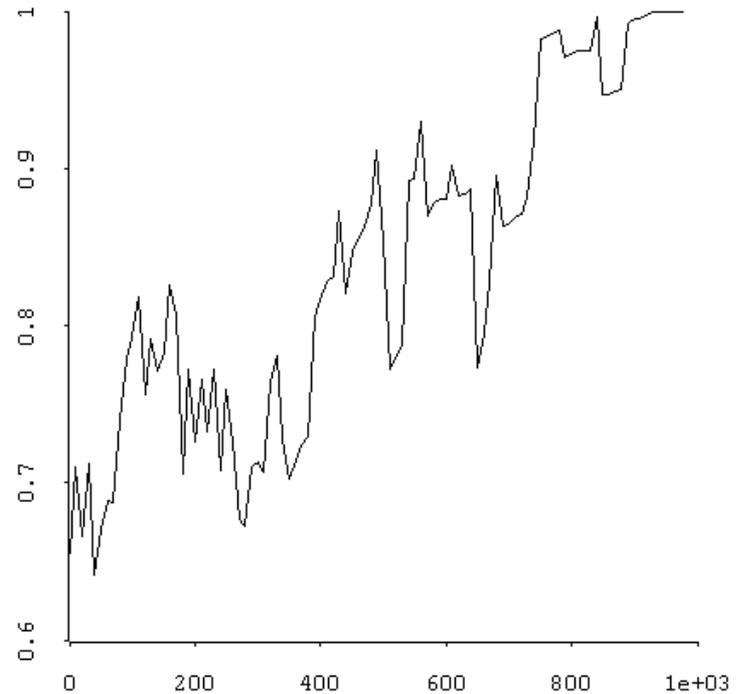
# Emergente Ergebnisse

*Anzahl der Staaten*



Zeit

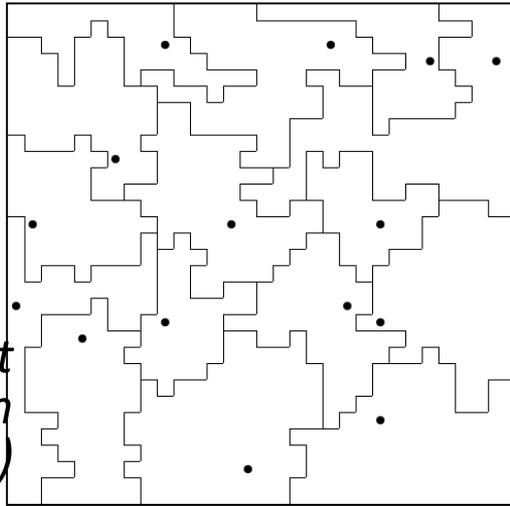
*Anteil der sicheren Gebiete*



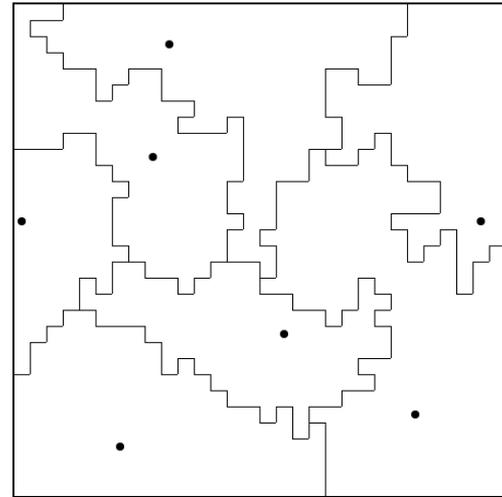
Zeit

## Mögliche Equilibria

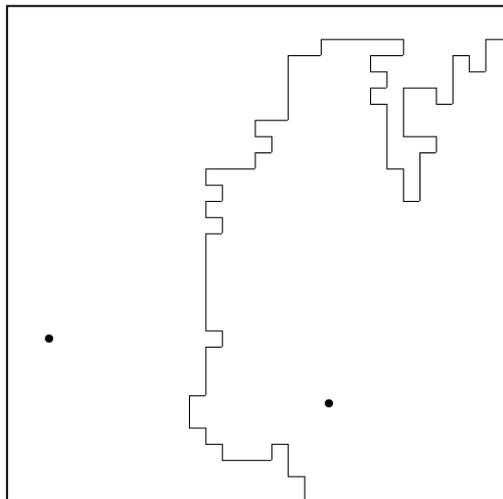
*Multipolarität  
mit 15 Staaten  
(Vorführung)*



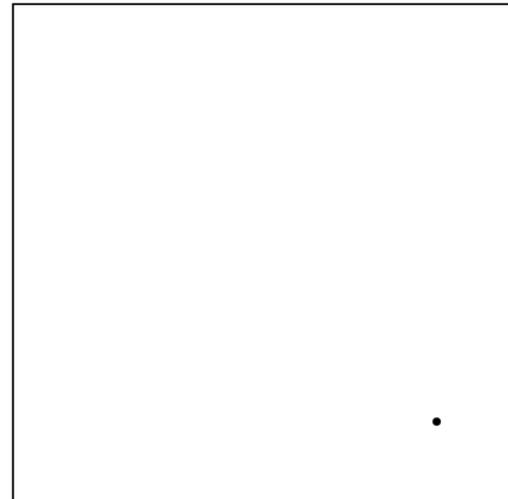
*Multipolarität  
mit 7 Staaten*



*Bipolarität*



*Unipolarität*



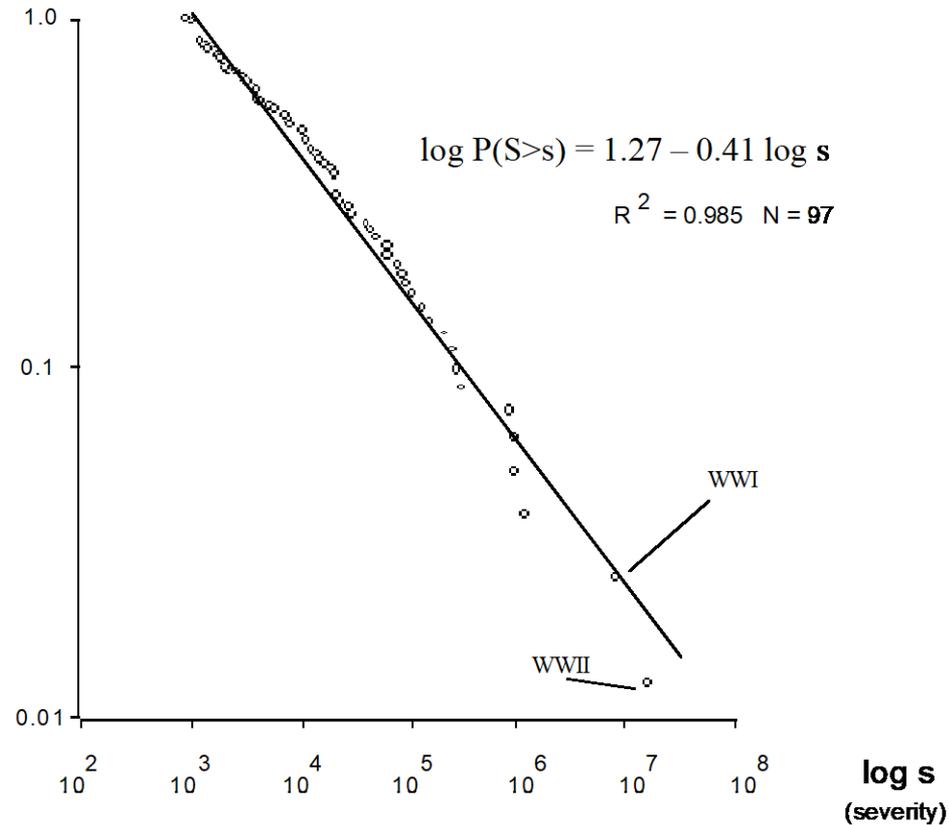
# Konfliktmodellierung mit ABM

	Strukturen	Prozesse
Qualitative Eigenschaften	Beispiel 3. Demokratischer Friede	Beispiel 4. Emergenz des Territorialstaates
Verteilungseigenschaften	Beispiel 2. Verteilung von Staatsgrößen	Beispiel 1. Verteilung von Kriegsgrößen

Cederman 2003. "Modeling the Size of Wars."  
*American Political Science Review* 97:135-150.

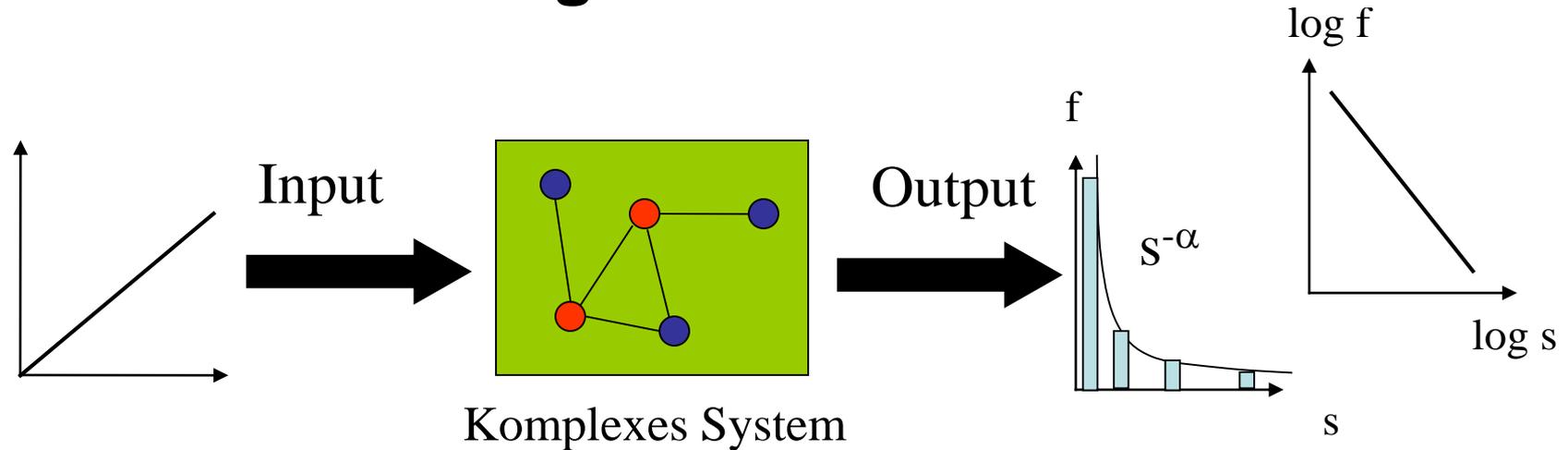
# Zwischenstaatliche Kriege, 1820 -1997

$\log P(S>s)$   
(cumulative frequency)



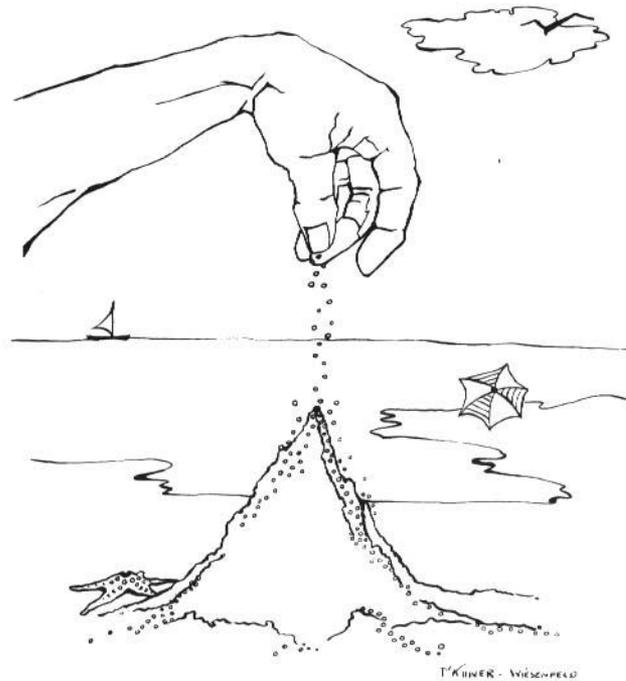
Quelle:  
Correlates  
of War  
Project (COW)

# Theorie: Selbstorganisierte Kritikalität

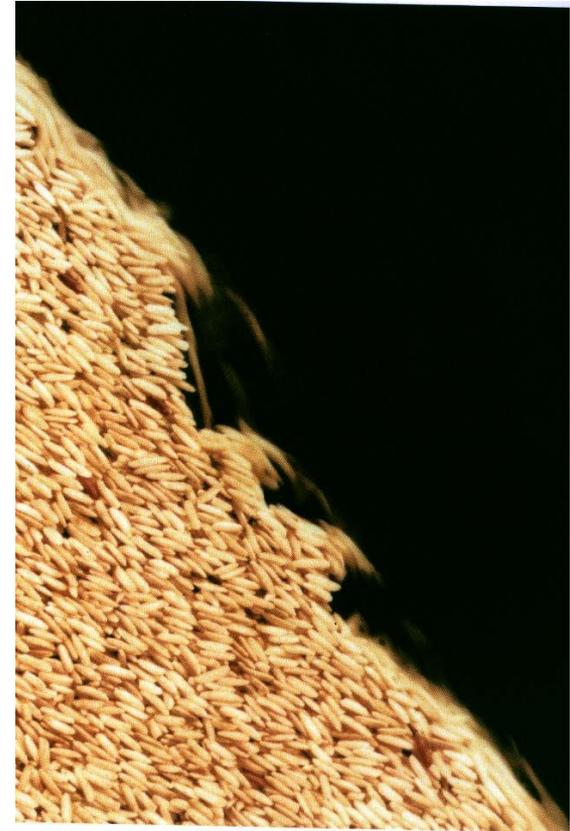


- Slowly driven systems that fluctuate around state of marginal stability while generating non-linear output according to a power law.
- Examples: sandpiles, semi-conductors, earthquakes, extinction of species, forest fires, epidemics, traffic jams, city populations, stock market fluctuations, firm size

# Selbstorganisierte Kritikalität

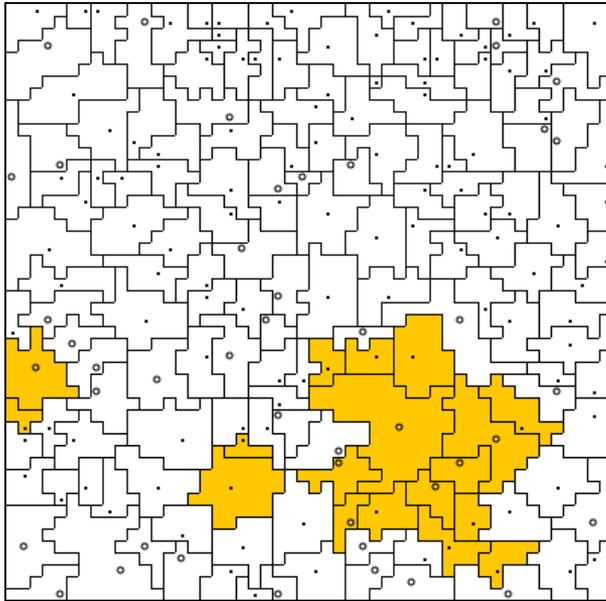


*Per Banks Sandhaufen*

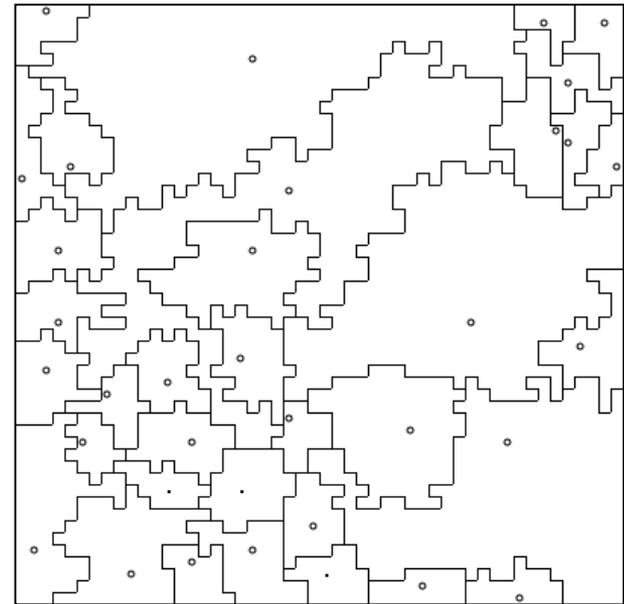


Potenzverteilung von Rutschen  
in einem Reishügel

# Kriegshäufungen in GeoSim



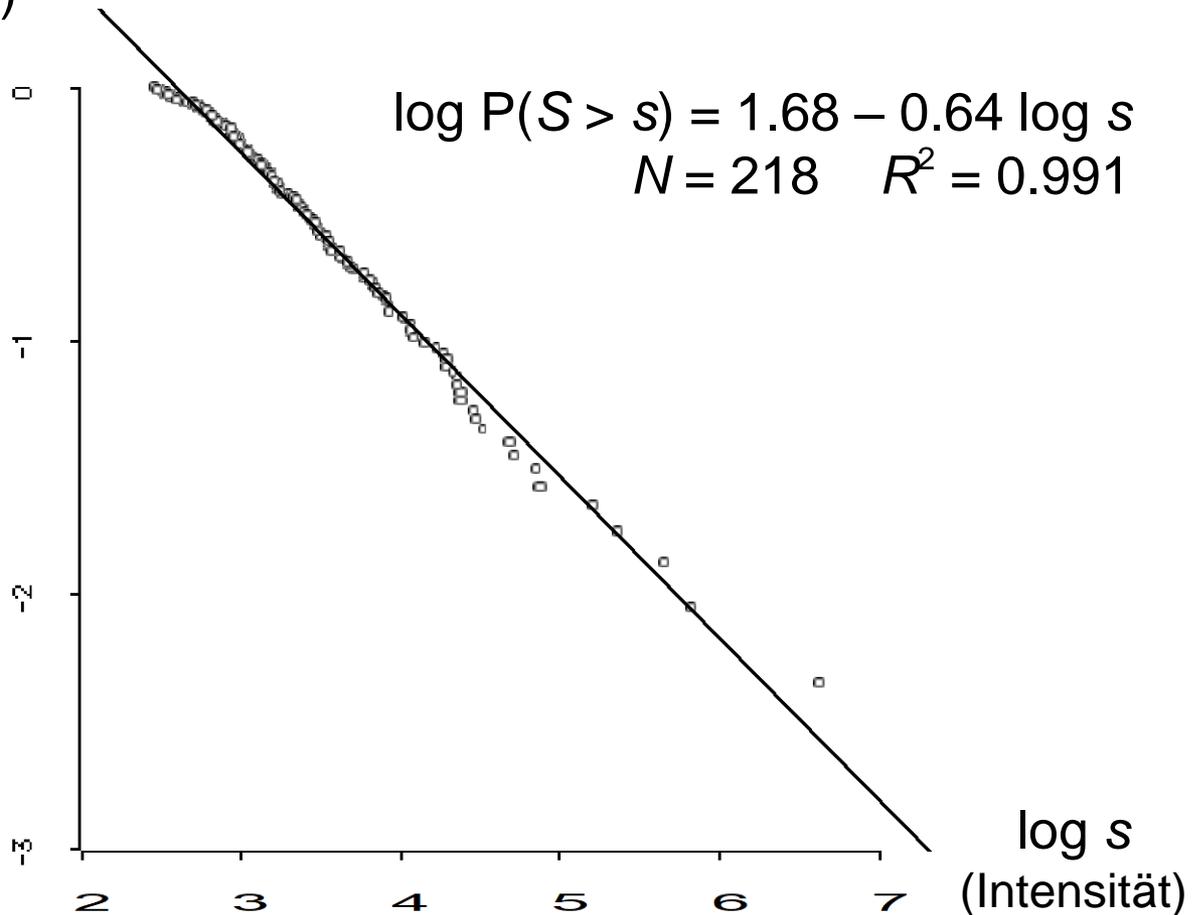
$t = 3,326$



$t = 10,000$

# Simulierte Zwischenstaatliche Kriege

log P(S > s)  
(Kumulierte  
Häufigkeit)



Siehe "Modeling the Size of Wars" *American Political Science Review* Feb. 2003

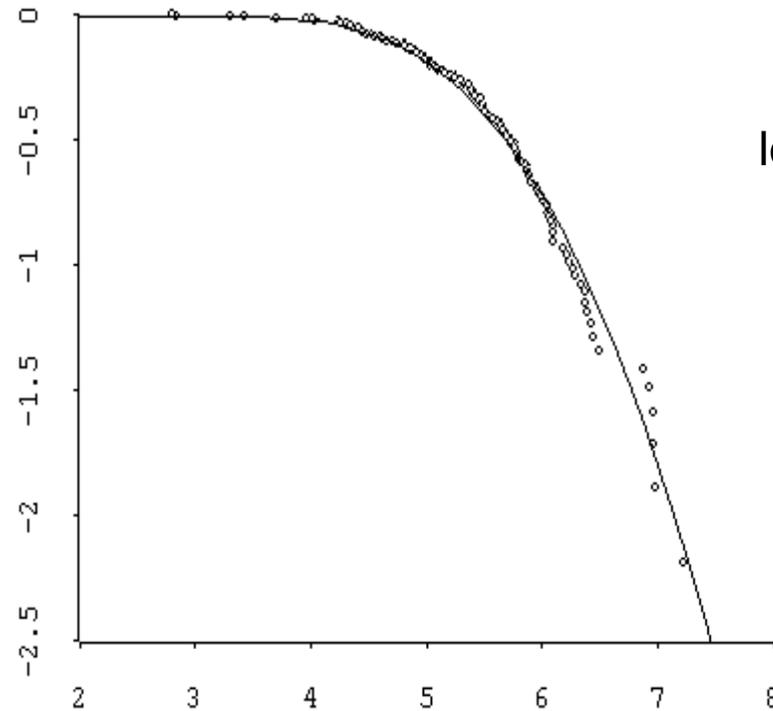
# Konfliktmodellierung mit ABM

	Strukturen	Prozesse
Qualitative Eigenschaften	Beispiel 3. Demokratischer Friede	Beispiel 4. Emergenz des Territorialstaates
Verteilungseigenschaften	Beispiel 2. Verteilung von Staatsgrössen	Beispiel 1. Verteilung von Kriegsgrössen

Cederman 2003. "Explaining State Sizes: A Geopolitical Model."  
*Proceedings of Agent 2003*, eds. Macal, North & Sallach. Argonne.

## 2. Staatsgröße im Jahr 1998

$\log \Pr (S > s)$   
(Kumulierte Häufigkeit)



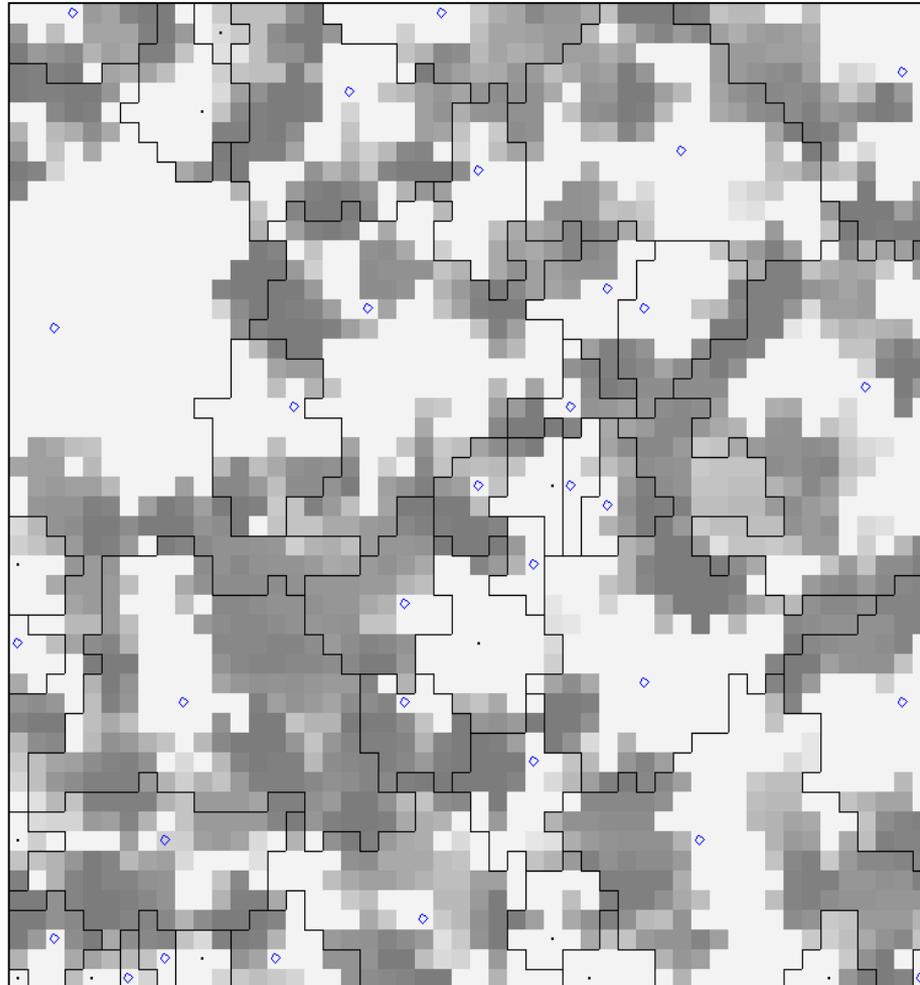
1998

$\log S \sim N(5.31, 0.79)$   
MAE = 0.028

$\log s$   
(Staatsgröße)

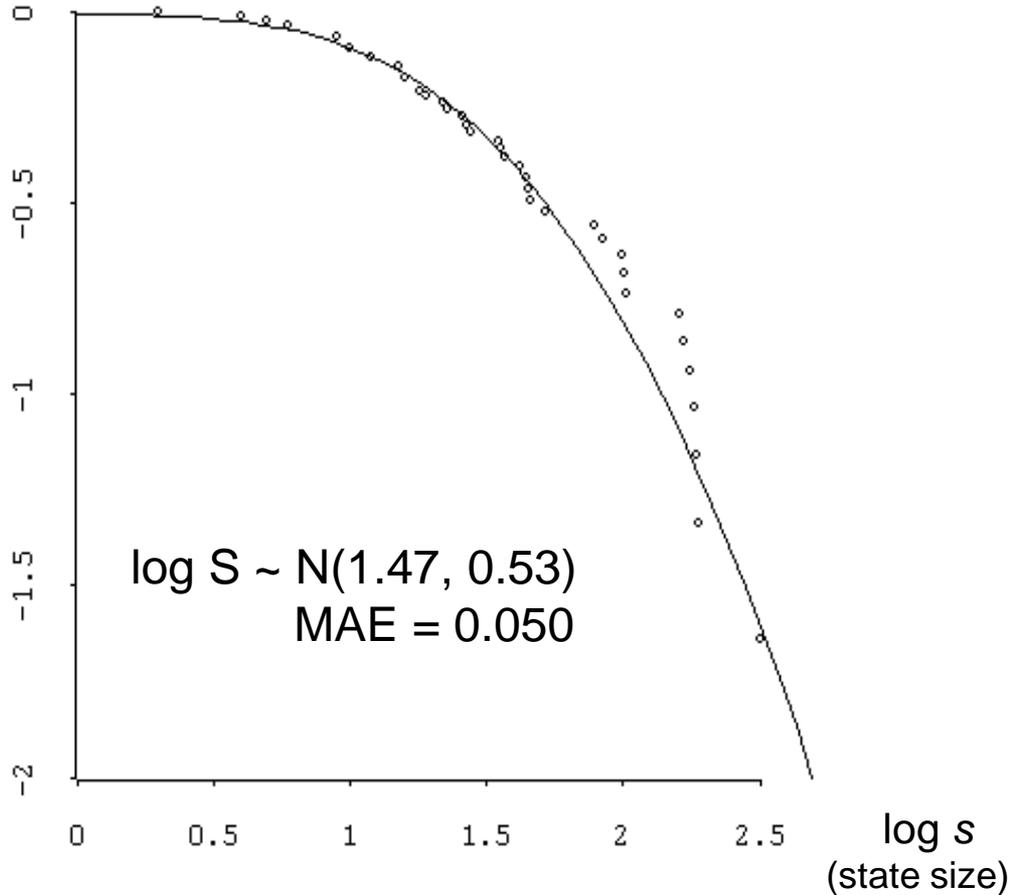
Daten: Lake et al.

# Simulation von Staatsgröße unter Berücksichtigung des Geländes



# Simulierte Verteilung von Staatsgröße

$\log \Pr (S > s)$   
(cumulative  
frequency)

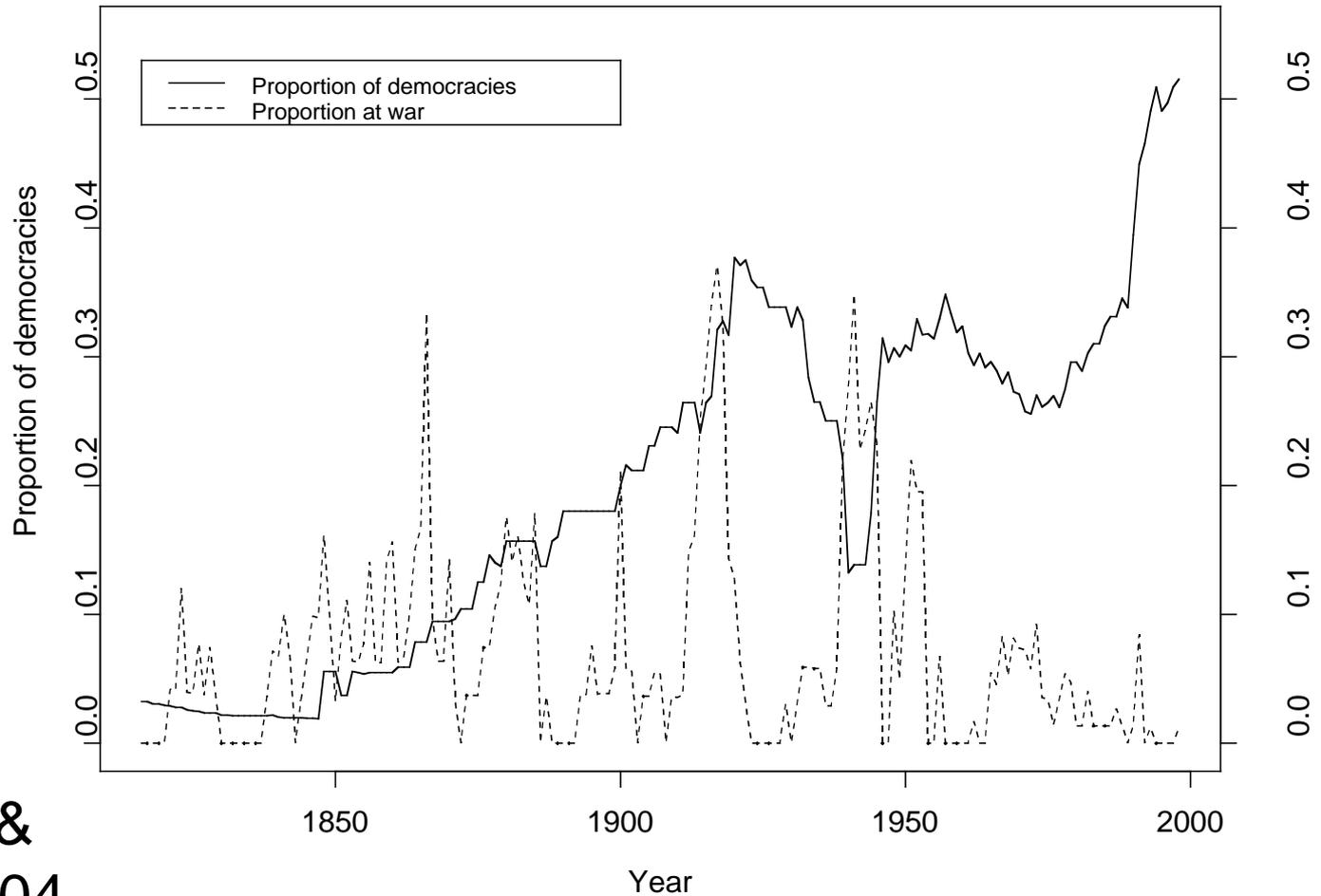


# Konfliktmodellierung mit ABM

	Strukturen	Prozesse
Qualitative Eigenschaften	Beispiel 3. Demokratischer Friede	Beispiel 4. Emergenz des Territorialstaates
Verteilungseigenschaften	Beispiel 2. Verteilung von Staatsgrössen	Beispiel 1. Verteilung von Kriegsgrössen

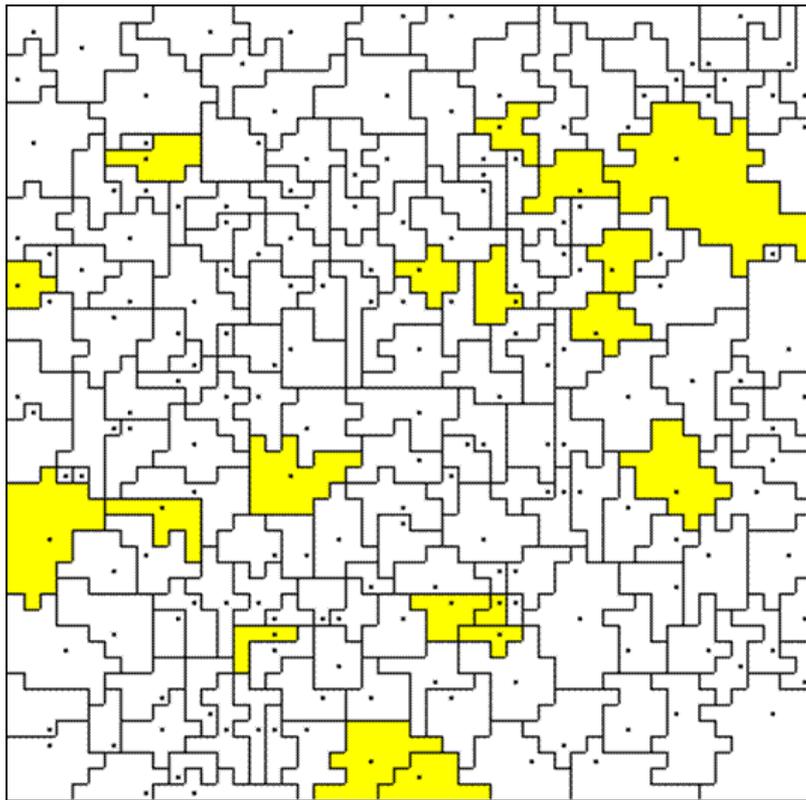
Cederman, L-E & K S Gleditsch. 2004. "Conquest and Regime Change"  
*International Studies Quarterly* 48:603-629.

# Simulieren globaler Demokratisierung

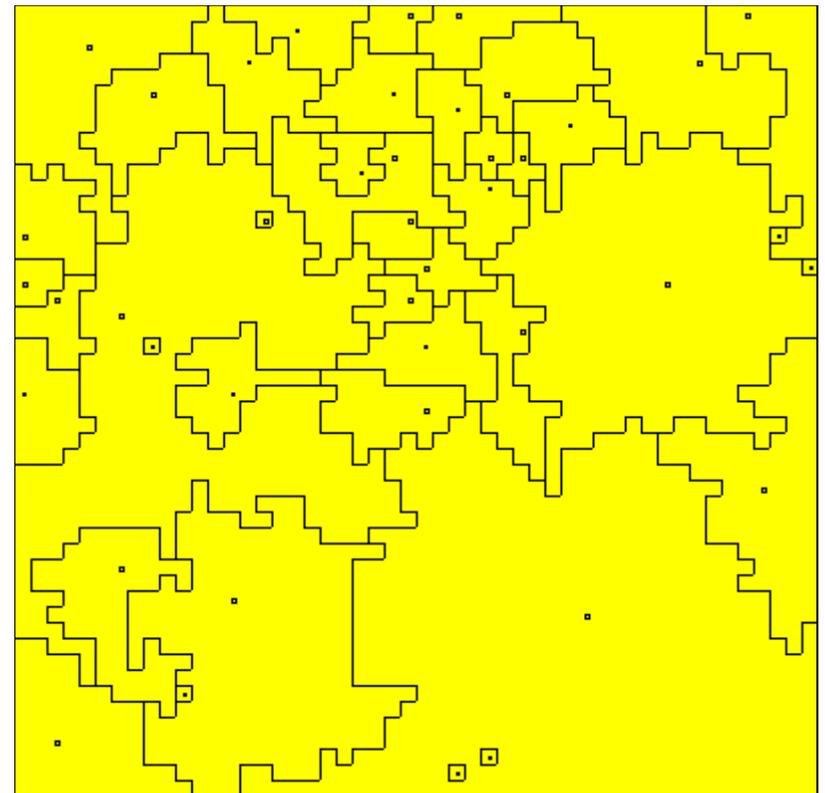


Quelle:  
Cederman &  
Gleditsch 2004

## Ein simuliertes demokratisches Ergebnis

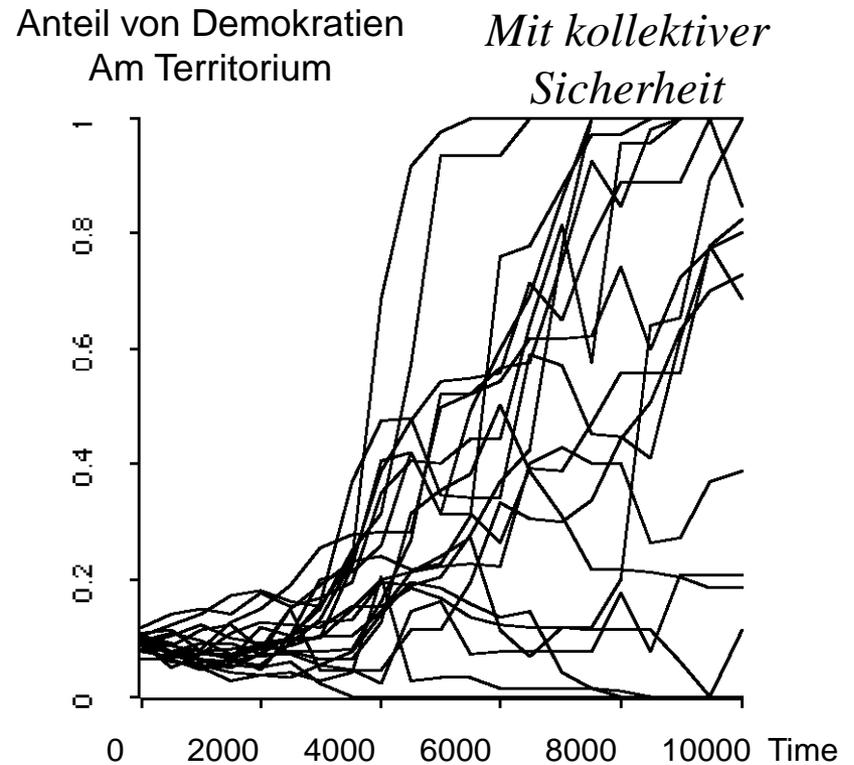
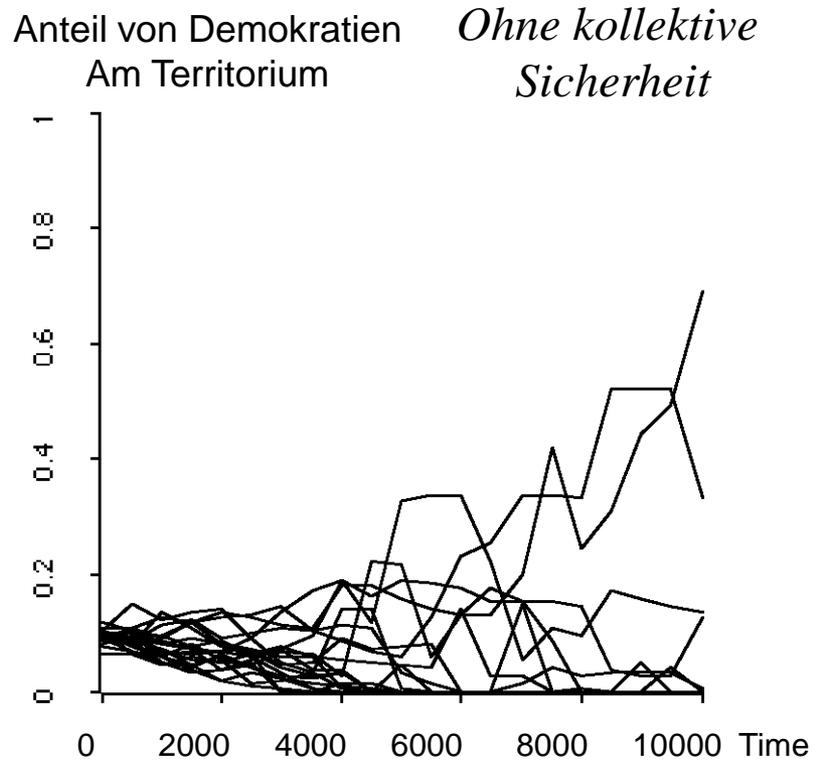


$t = 0$



$t = 10,000$

# Replikation der Ergebnisse mit Regimeveränderung

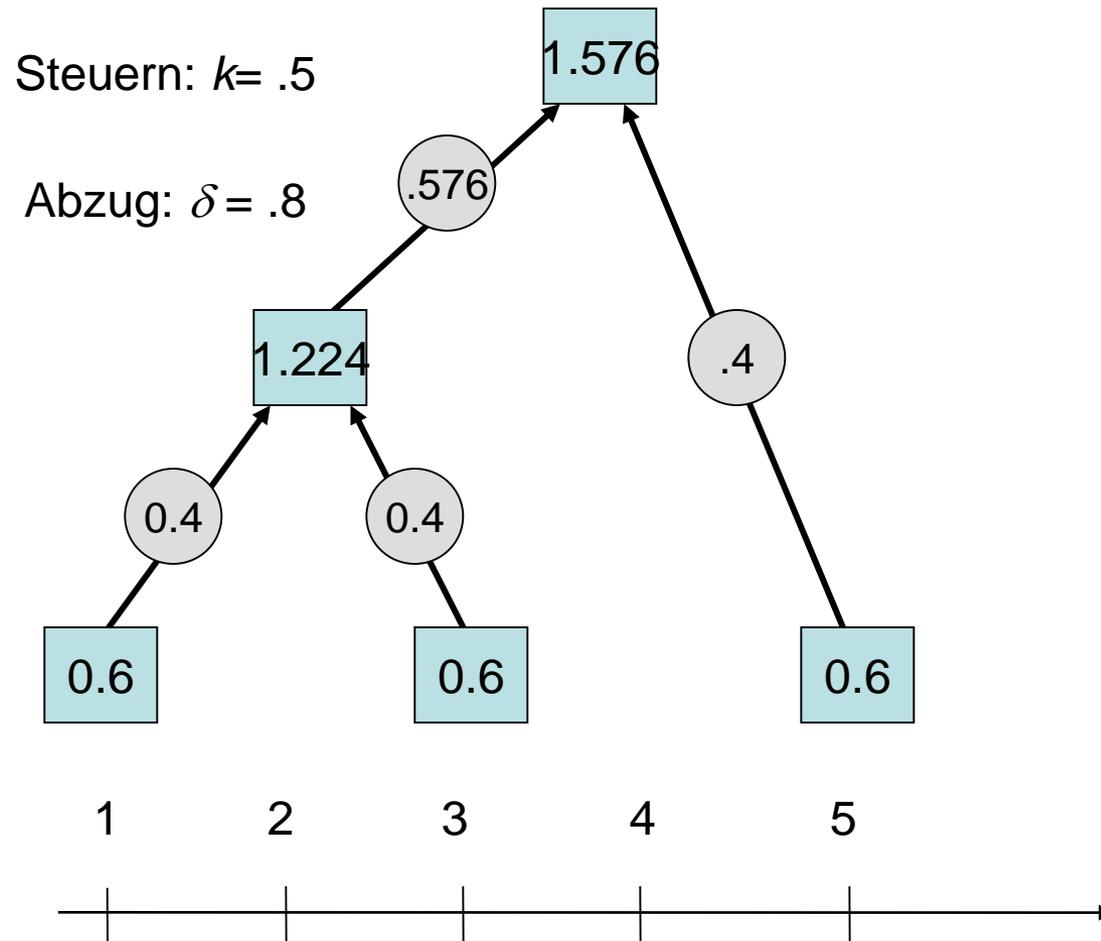


# Konfliktmodellierung mit ABM

	Strukturen	Prozesse
Qualitative Eigenschaften	Beispiel 3. Demokratischer Friede	Beispiel 4. Emergenz des Territorialstaates
Verteilungseigenschaften	Beispiel 2. Verteilung von Staatsgrößen	Beispiel 1. Verteilung von Kriegsgrößen

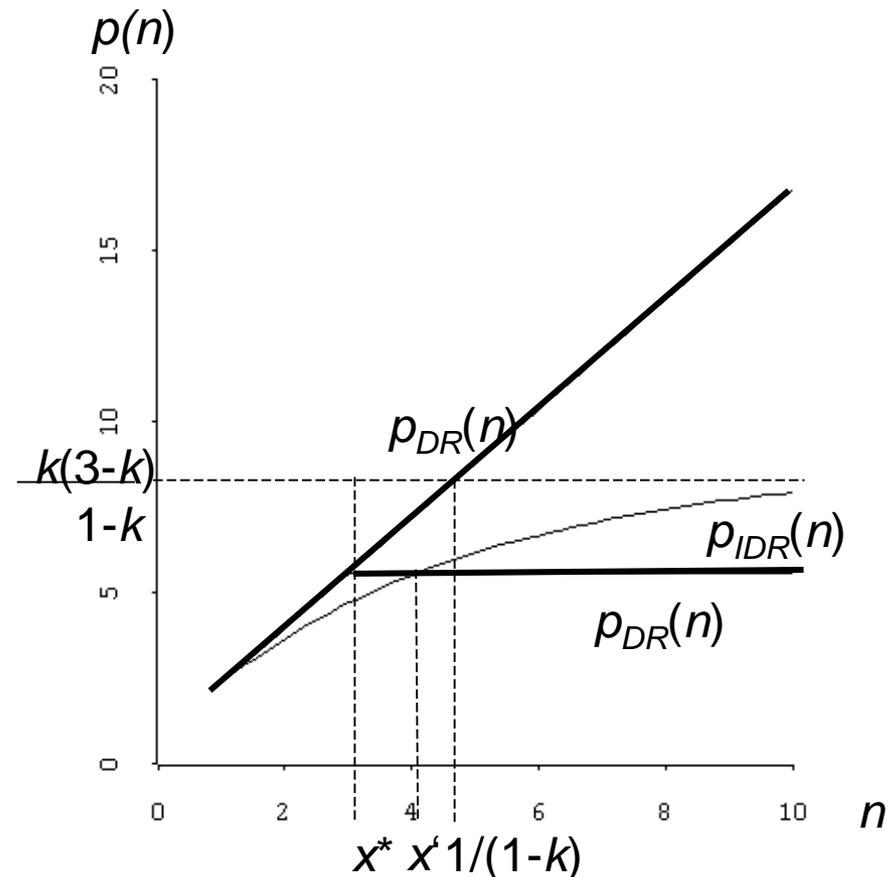
Cederman & Girardin 2010. "Growing Sovereignty"  
*International Studies Quarterly* 54: 27-48.

# Besteuerung in einem linear aufgebauten Staat

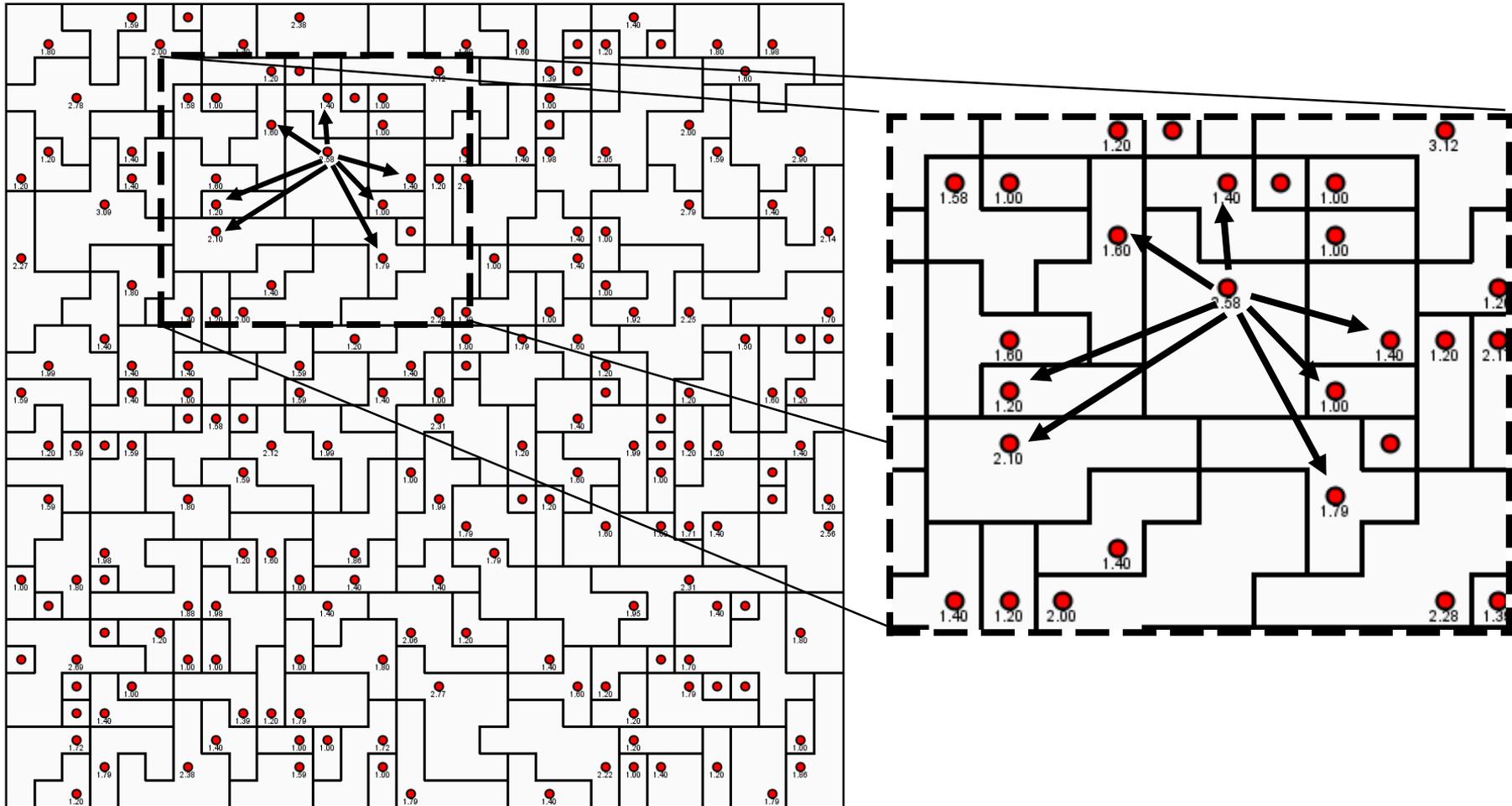


## Ergebnisse des linearen Modells

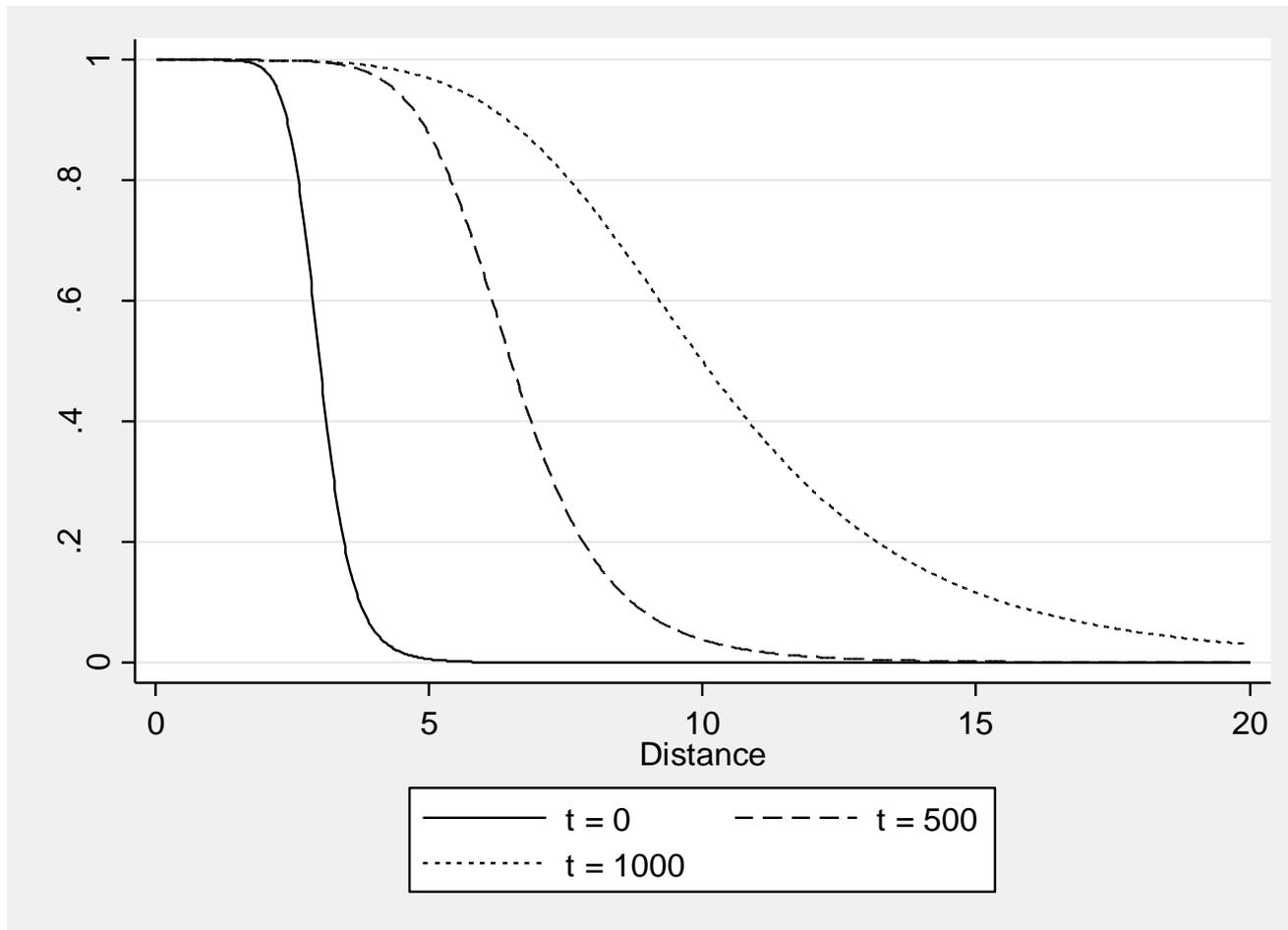
- **Annahme 1.**  
Exponentielle Abnahme, da direkte Herrschaft immer effizienter ist
- **Proposition 2.**  
Stufenfunktion, indirekte Herrschaft ist effizienter für Werte kleiner  $x^*$



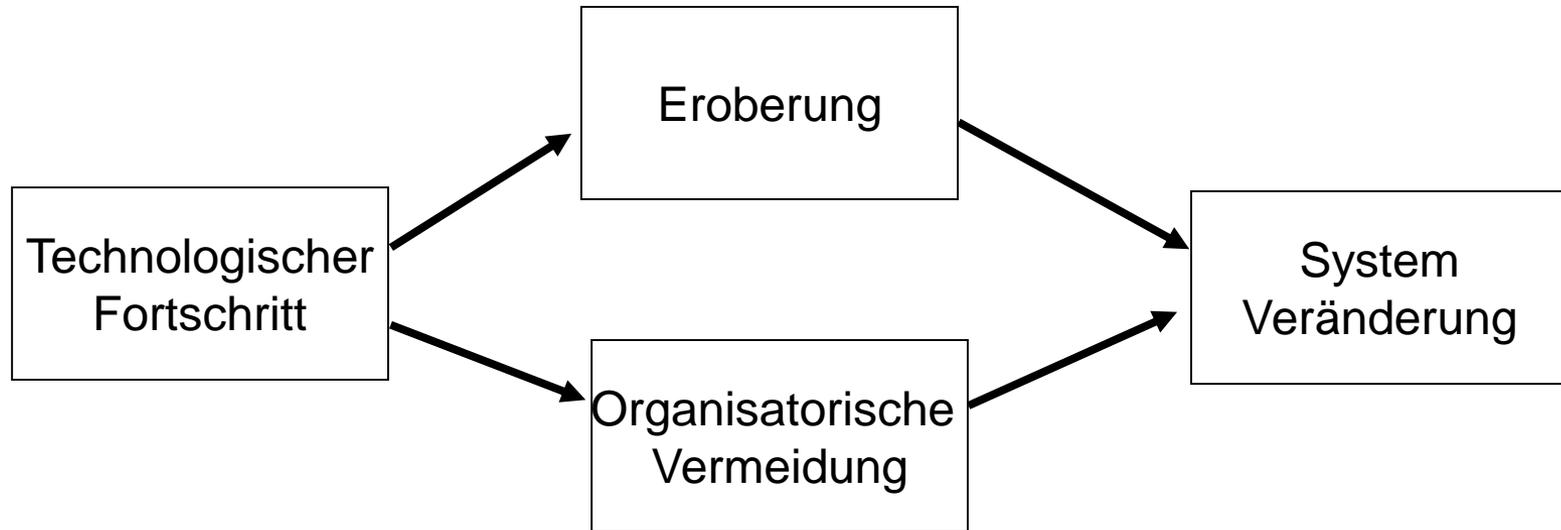
# Die Ausgangslage der Organisationsformen



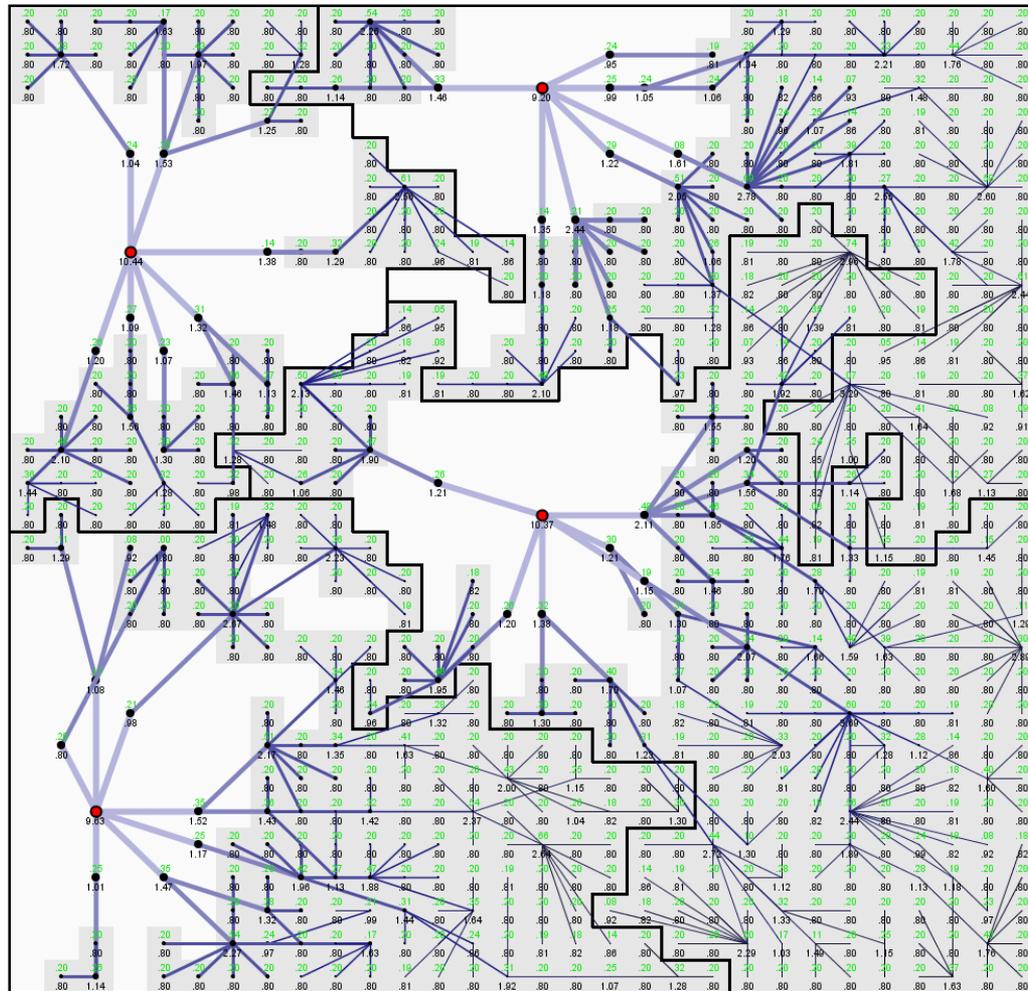
# Modellieren von technologischer Veränderung



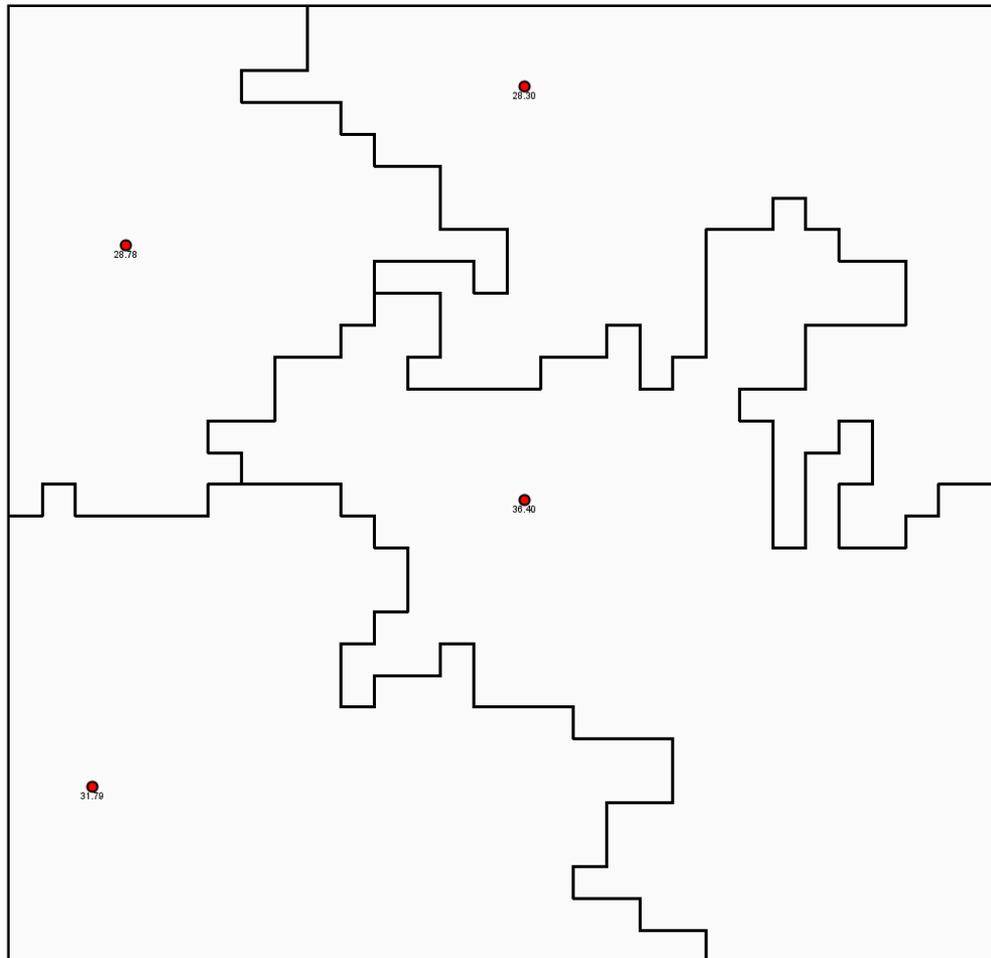
# Organisationsformen: Ein dynamisches Netzwerkmodell



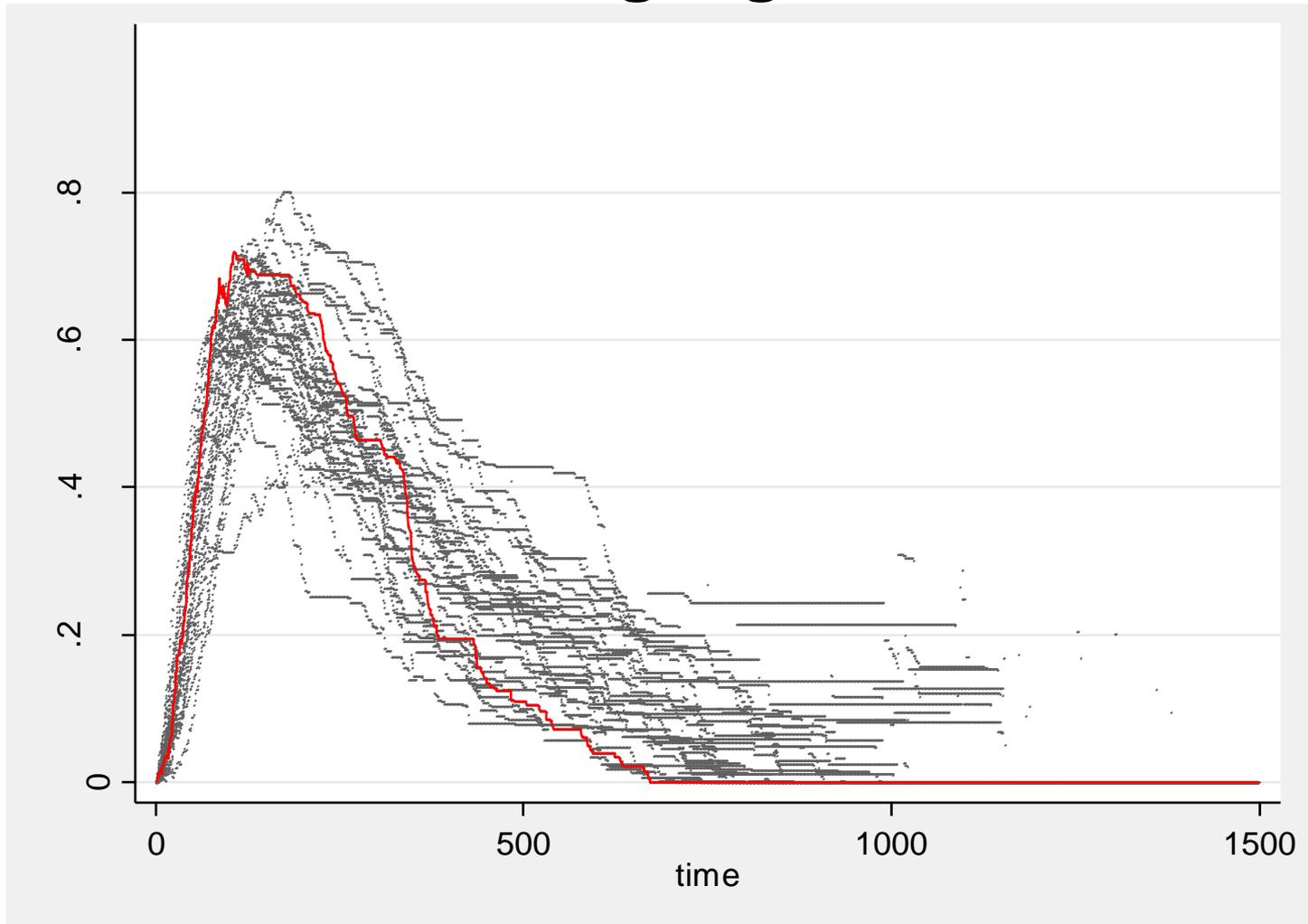
# Indirekte Herrschaft im „Mittelalter“



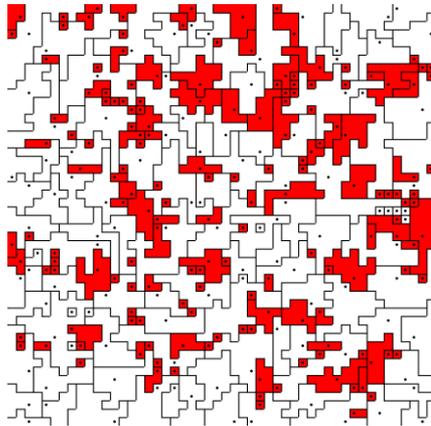
# Direkte Herrschaft im modernen System



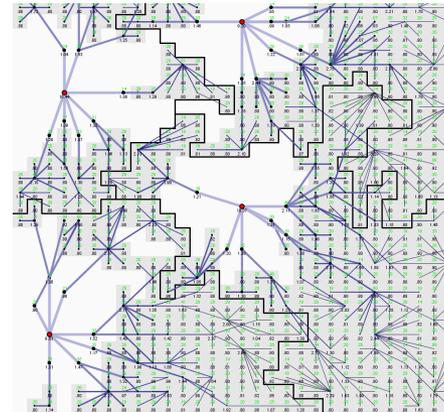
# Replikationen mit variiertem Schwellenwert und variiertes Funktionssteigung



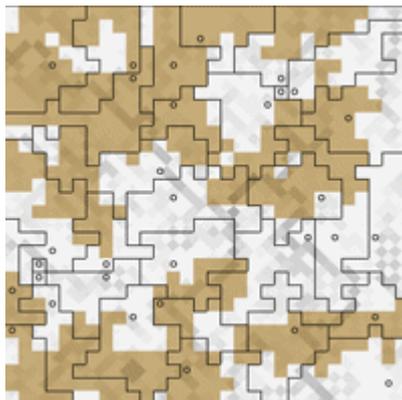
# Beschreiben von Geopolitik mit ABM



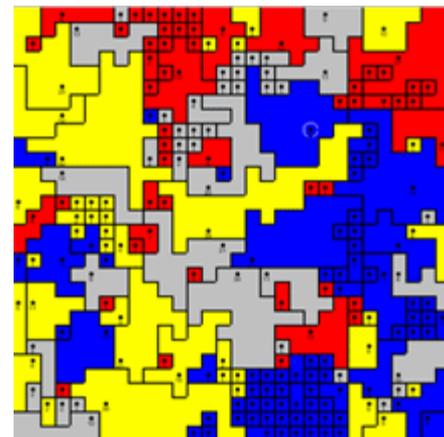
GeoSim 0



OrgForms



GeoSim 4



GeoContest

## **Hin zu realistischeren Bürgerkriegsmodellen**

- Unserer Strategie:
  - Schritt I: Ausweitung des GeoSim Rahmens
  - Schritt II: Durchführung empirischer Forschung
  - Schritt III: Erneutes Modellieren

## Schritt I: Model nationalistischer Aufstände

Nutzung von  
ABM zur  
Darstellung  
identitätsbasier  
ter  
Mechanismen  
in Aufständen

