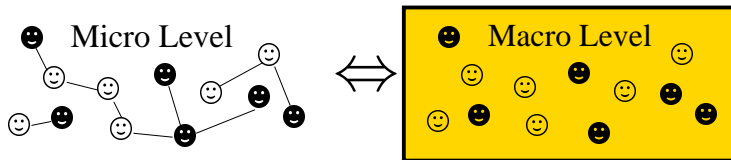


Dynamik und Steuerbarkeit komplexer Systeme

Was passiert, wenn wir viele “einfache” Systeme verkoppeln?

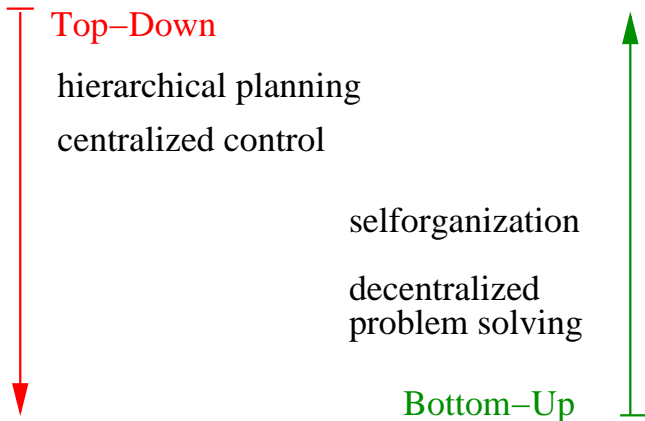
Komplexe Systeme

- große Zahl von (*heterogenen*) Subsystemen (Elementen, Prozessen, Agenten, ...), die miteinander wechselwirken



- Können wir die Eigenschaften komplexer Systeme vorhersagen oder steuern?

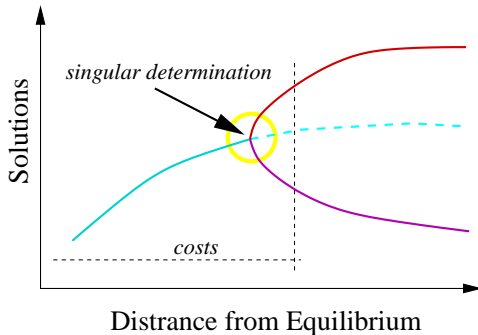
Alternativen zur Gestaltung von Systemen



Möglichkeiten der Steuerung

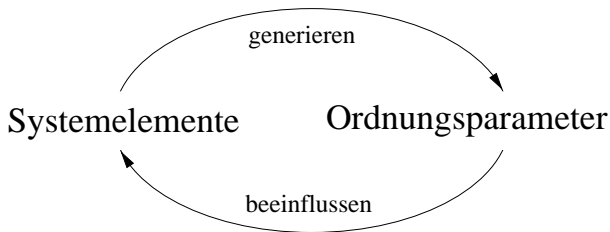
1. Randbedingungen

- Zufluss von/Zugang zu Ressourcen \Rightarrow Nichtgleichgewicht
- Lösungsvielfalt oberhalb eines kritischen Wertes



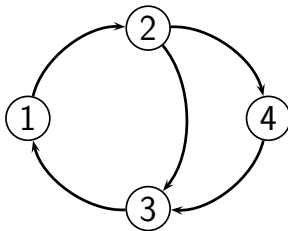
2. Interaktionen

- Dynamik der Systemelemente
 - ▶ positive Rückkopplungen → Verstärkung, Instabilität
 - ▶ negative Rückkopplungen → Dämpfung
- Emergenz von *Ordnungsparametern* (rekursive Kopplung)



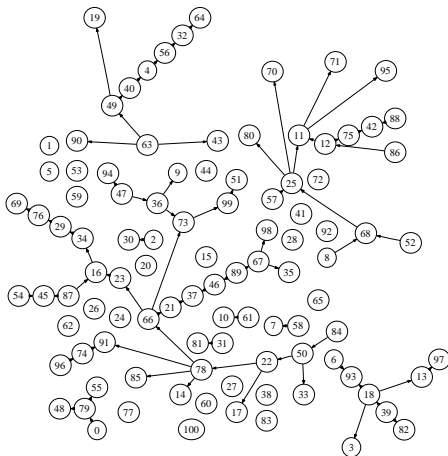
Beispiel: Wachstum durch Netzwerk-Effekte

- Wachstum hängt ab von
 - ▶ Eigendynamik der Agenten
 - ▶ Vernetzung mit anderen Agenten

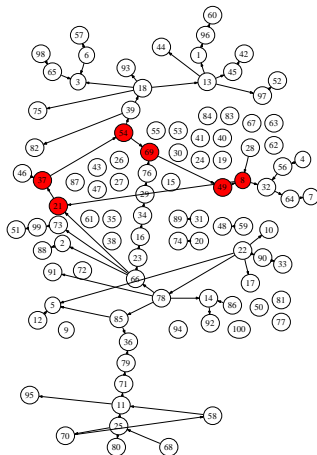


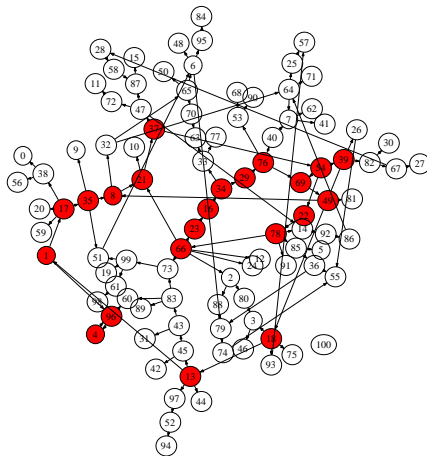
Beispiele:

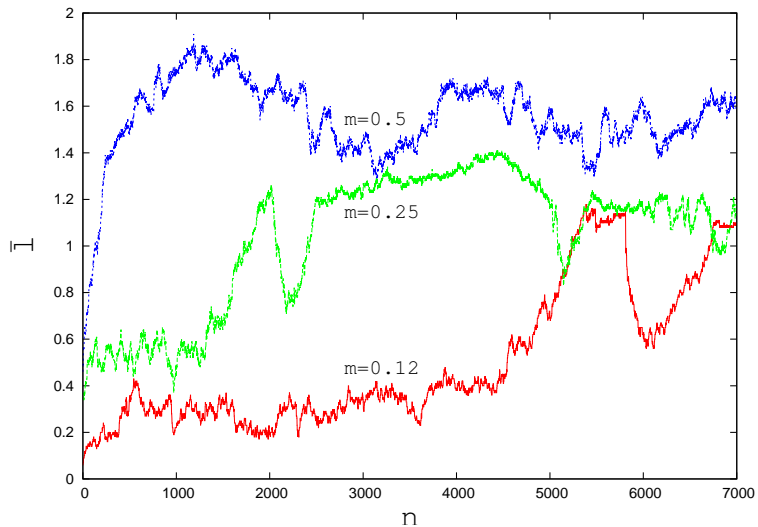
- ▶ präbiotische Evolution
 - ▶ Weitergabe von "Know-how"
 - ▶ soziale Kooperation
- Konkurrenz und Selektion → externe Dynamik
 - ▶ Agenten mit schlechter Performance verschwinden vom Markt



t=800

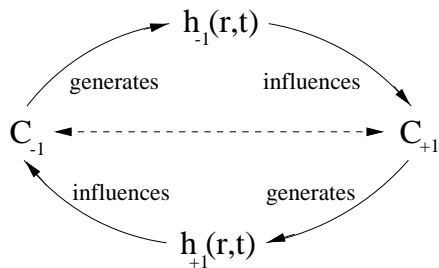
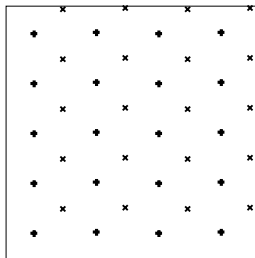
 $t=973$

 $t=1290$



Technologisches Beispiel: Nanowiring

- verbinde ein Set aus positiven/negativen Polen
- Resultat: selbstorganisiertes Netzwerk



- *Selbstorganisation funktioniert!* Lösungen werden gefunden.

Konvergenz??

Übertragbarkeit naturwissenschaftlicher Resultate auf sozio-technische Systeme?

- *einerseits:*

- ▶ Selbstorganisation als fundamentale Dynamik
- ▶ Verständnis von Randbedingungen, Interaktion, Nichtgleichgewicht

- *andererseits:*

- ▶ lebende Systeme sind *komplexe adaptive Systeme*
- ▶ Existenz verändert → Umwelt verändert → Existenz
- ▶ beschränkte Ressourcen → Konkurrenz und Selektion (“globale” Kopplung)
- ▶ Innovation als Ausweg: neue Produkte, Märkte, Ressourcen, ...

Kreative Instabilität

- System treibt sich selbst in die Instabilität
⇒ Ursache für weitere Entwicklung
- Offenheit der Zukunft
 - ▶ *Risiken*: Ungewißheit, unwillkommene Lösungen
 - ▶ *Chancen*: neue Wachstumsmöglichkeiten

