

# Systeme zwischen Instabilität und Sicherheit

Impulse aus Physik und IT  
Dr. Elke Stangl

20.3.2006 | Vortragsreihe des Club of Vienna

# Was sind Systeme?

- Physik
  - "... ein abgegrenzter Bereich der Welt..."
  - Messen = Fragen
  - Einzelkomponenten in Wechselwirkung
  - Modellsysteme für Vorgänge in der Natur
- IT
  - Künstliche, von Menschen geschaffene Systeme
  - Netzwerke!
  - Analogien zu biologischen Systemen
  - Manchmal so rätselhaft wie die Natur
- Verschieden definierter Begriff in anderen Disziplinen
  - "systemisch"
  - Gesellschaft, soziale Systeme
  - Klassifikation nach: Art der Einzelkomponenten und der Komplexität

# Herausforderungen

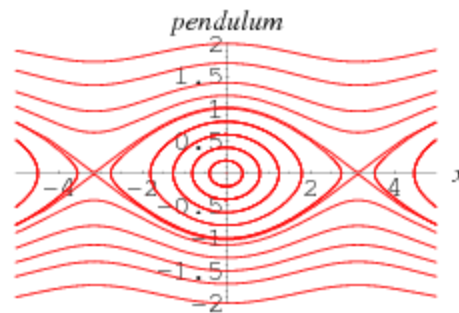
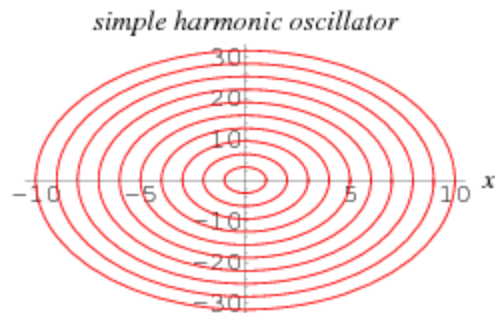
- Abhängigkeiten zwischen Systemen
  - Stärkere wechselseitige Verflechtungen
  - Höhere Sensibilität oder neue Arten von Abhängigkeiten?
- Rückwirkung auf natürliche Systeme
  - Tsunami, Klimawandel
  - Soziale Unruhen
  - Vogelgrippe
- (IT-)Systeme als Taktgeber des individuellen Lebens
  - Immer online und erreichbar
  - Neue Info-Kanäle
- Beeinflussbarkeit?

# Trends

- Bedürfnis nach Sicherheit
  - Boom der Security-Branche(n)
  - Contingency Management, 99,99% 24x7
  - Alles ist „versicherbar“ und "manageable" (?)
- Subjektiv
  - Unsicherheit, Ausgeliefert-Sein
  - Zuwenig Zeit, Geld, Ressourcen, um empfindliche Abhängigkeiten zu untersuchen (und die richtigen Entscheidungen treffen zu können)
- Simplify-Trend
- Analogien aller Art, Meta-meta
- "Networking"

# Physiker-Weltbild

- Herunterbrechen auf einfache Modelle
- Vereinfachen der Annahmen
- Beispiele:
  - Einfache Bewegungsgleichung vs. Hydrodynamik
  - Generalisierte Sicht auf Netzwerke



[Weisstein, MathWorld] "Phase Portrait" Eric W. Weisstein, from MathWorld, A Wolfram Web Resource  
<http://mathworld.wolfram.com/PhasePortrait.html>

# IT-Weltbild

- Schichtenmodell
  - Im strengen Sinn >> Netzwerk
  - Erweitert >> von der Verkabelung bis zu den Informationsflüssen in einer Organisation
- Technik & Psychologie
- Beispiele
  - Vertrauensinfrastrukturen
  - Berechtigungskonzepte
  - Verzeichnisdienste
  - Workflows
- "Digitales Nervensystem"

# Durchbrüche in der Physik

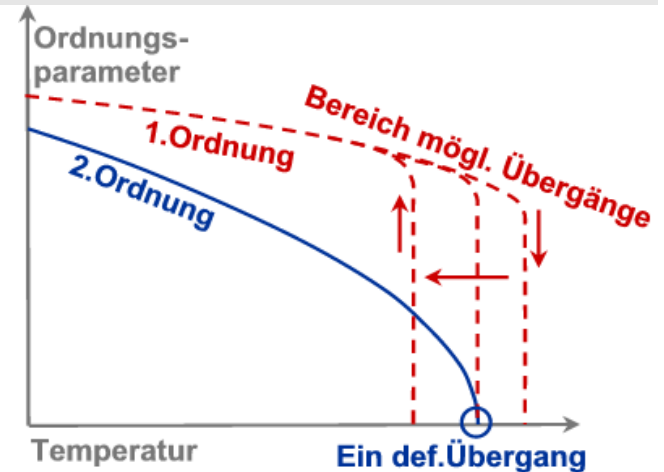
- Naturwissenschaften: Impulse im zweifachen Sinn
- Pionierarbeiten
  - Einzelpersonen: Einstein, Landau
  - Pseudo-Revolution: Kalte Kernfusion
  - Hochtemperatur-Supraleitung
  - Geflügelte Worte: Flügelschlag des Schmetterlings
- Wissenschaft vom Unvorhersagbaren
  - Chaostheorie
  - Quantenphysik
  - Prinzipielle Komplexität vs. Statistische
  - Quanten vs. Soziale Systeme



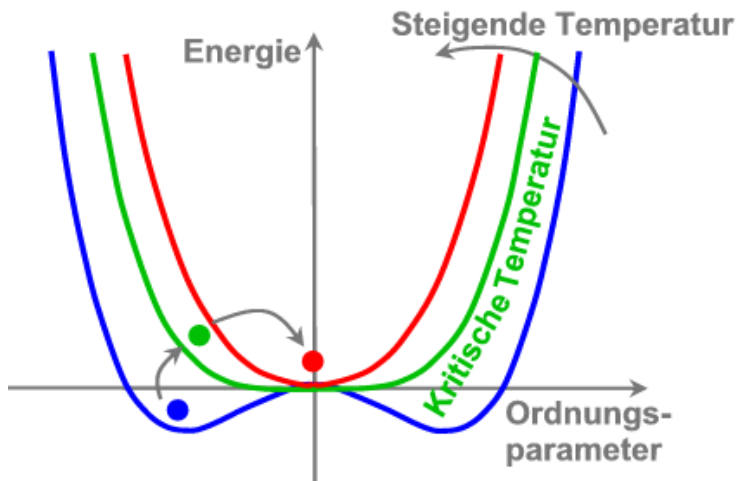
[Bourke 2005] Website of Paul Bourke  
Paul Bourke, Swinburne University of Technology  
<http://astronomy.swin.edu.au/~pbourke/fractals/lorenz/>

# Phasenübergänge

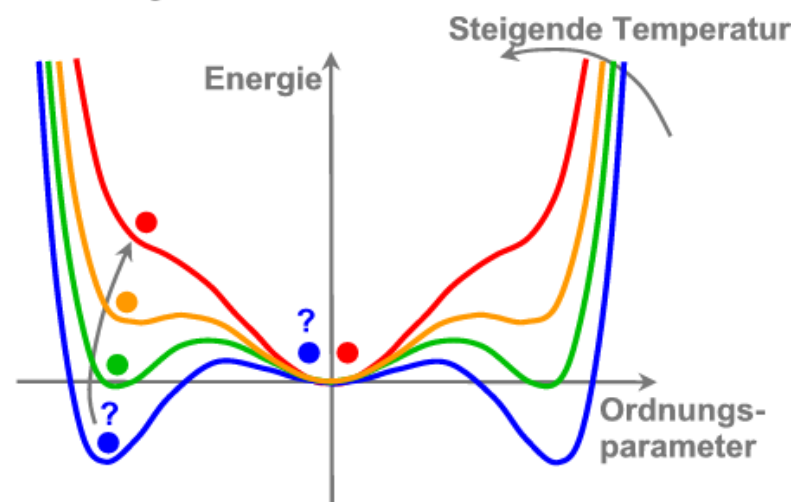
- Ordnungsparameter
- Phänomenolog. Sicht
- Charakteristisches Verhalten an kritischen Punkten



2.Ordnung



1.Ordnung



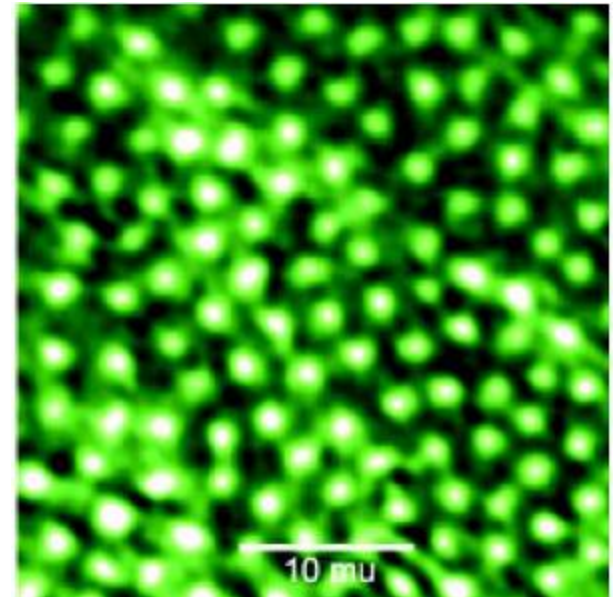
E. Stangl nach [Aidam 1999]

R. Aidam, Dissertation (Universität Karlsruhe 1999)

<http://bibliothek.fzk.de/zb/berichte/FZKA6226.pdf>

# Supraleitung

- Elektrischer Widerstand = 0
- Verdrängung von Magnetfeldern
- Musterbildung: Flussschläuche

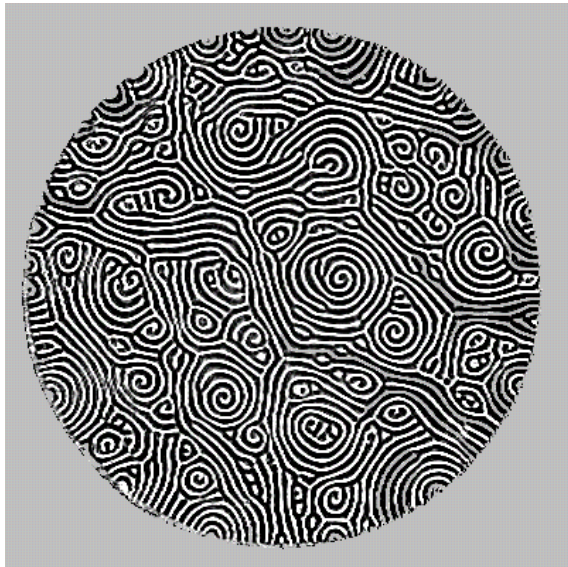


[[nobelprize.org](http://nobelprize.org) 2003] "Advanced information on the Nobel Prize in Physics, 7 October 2003"

<http://nobelprize.org/physics/laureates/2003/phyadv03.pdf>

# Ordnungsphänomene

- "Zellen" energetisch günstiger
- Labiles Gleichgewicht: Zerfall bevorzugt
- Kritische Fluktuationen am Phasenübergang

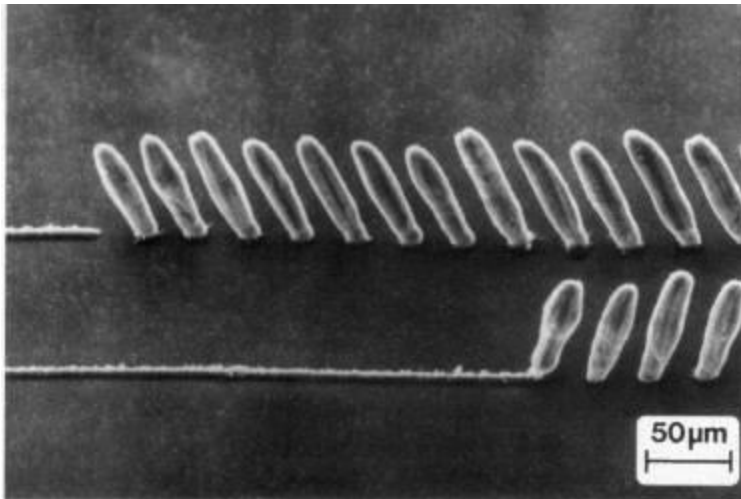


[Jäger 1996] Diplomarbeit von  
Carsten Jäger, RWZH  
Aachen, 1996  
Animationen und Bilder  
auf der Übersichtsseite:  
[http://www.physiology.rwth-  
aachen.de/user/jaeger/dip-  
lom/index\\_e.html](http://www.physiology.rwth-aachen.de/user/jaeger/diplom/index_e.html)

[Morris 1993] S.W. Morris, E. Bodenschatz,  
D.S. Cannell, G. Ahlers  
Phys. Rev. Lett. 71, 2026 (1993)  
Bilder: [http://www.physics.utoronto.ca/nonlin-  
ear/gallery.html#rbc\\_gallery](http://www.physics.utoronto.ca/nonlinear/gallery.html#rbc_gallery)

# Instabilitäten

- Wellenmuster durch hydrodynamische Instabilitäten
- Periodische Strukturen durch Rückkopplung



[Kargl 1993] P.B. Kargl, R. Kullmer, D. Bäuerle, Appl. Phys. A 57, 577 (1993)  
Dieses Paper wird u.a. auch in diesem Buch von D. Bäuerle zusammengefasst:  
[http://www.amazon.de/exec/obidos/ASIN/3540668918/qid=1114963518/sr=8-1/ref=sr\\_8\\_xs\\_ap\\_i1\\_xgl/028-2009311-2109302](http://www.amazon.de/exec/obidos/ASIN/3540668918/qid=1114963518/sr=8-1/ref=sr_8_xs_ap_i1_xgl/028-2009311-2109302)



[UCAR 2005] "Communications website"  
Vol.39 #3 (2004)  
<http://www.ucar.edu/communications/staffnotes/0403/index.html>  
(Bilder von Ben Foster: am Ende der Seite)

# Diffusion

## ○ Turing: Morphogenese von Embryonen

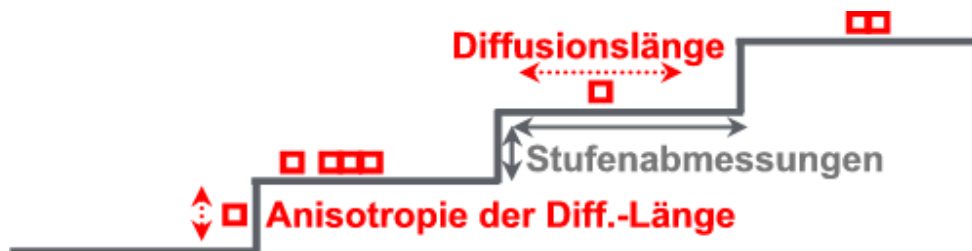
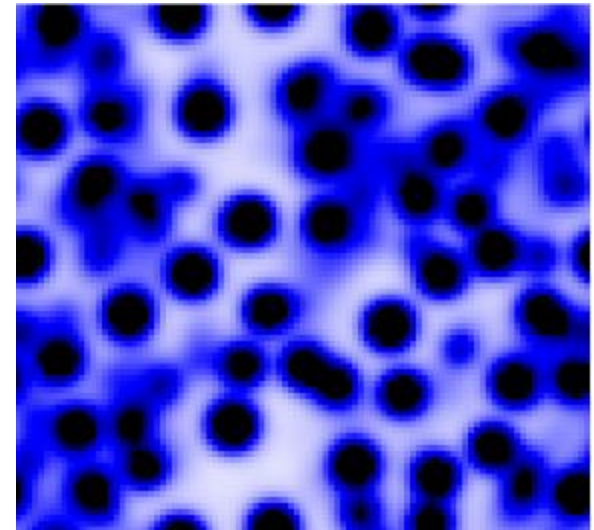
$$\frac{\partial A}{\partial t} = \frac{k_1 A^2}{H} - k_2 A + k_1 k_3 + D_A \frac{\partial^2}{\partial x^2} A$$

$$\frac{\partial H}{\partial t} = k_4 A^2 - k_5 H + k_6 + D_H \frac{\partial^2}{\partial x^2} H$$

$$k_1 \approx k_2 \approx k_5 \quad k_6 \approx k_1 k_3 \quad D_A < D_H \quad k_6 \ll k_1$$

## ○ Diffusion an Stufen

## ○ Vorteilhaftes Gene

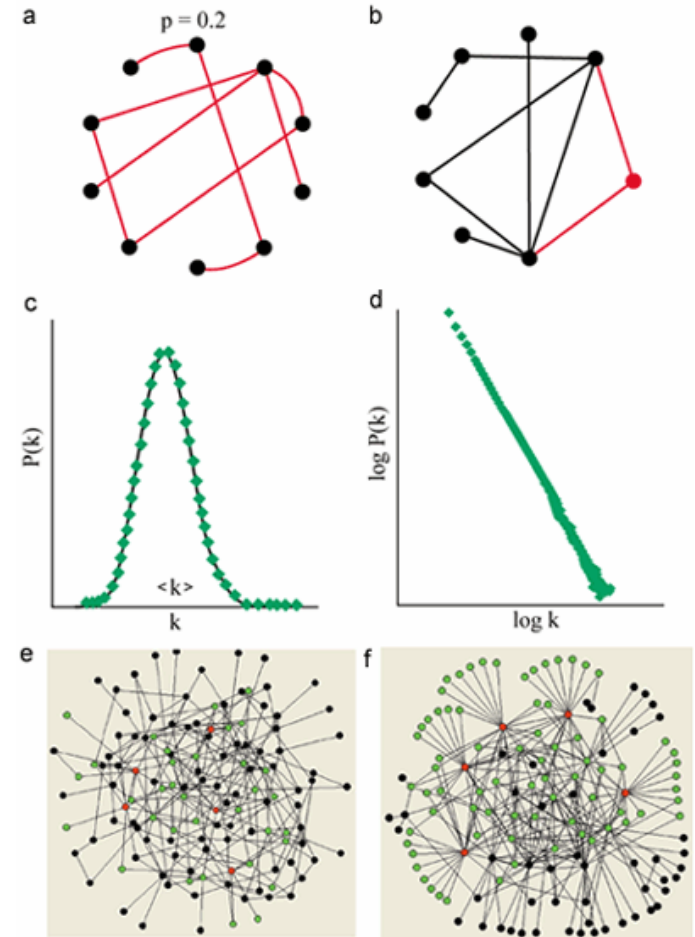


[Schmickl 2005] Website des Instituts für Zoologie, Universität Graz  
Karl Crailsheim, Thomas Schmickl,  
[http://zool33.uni-graz.at/schmickl/Self-organization/Pattern\\_formation/Reaction-diffusion/reaction-diffusion.html](http://zool33.uni-graz.at/schmickl/Self-organization/Pattern_formation/Reaction-diffusion/reaction-diffusion.html)

[E.Stangl]

# Skalenfreie Netzwerke

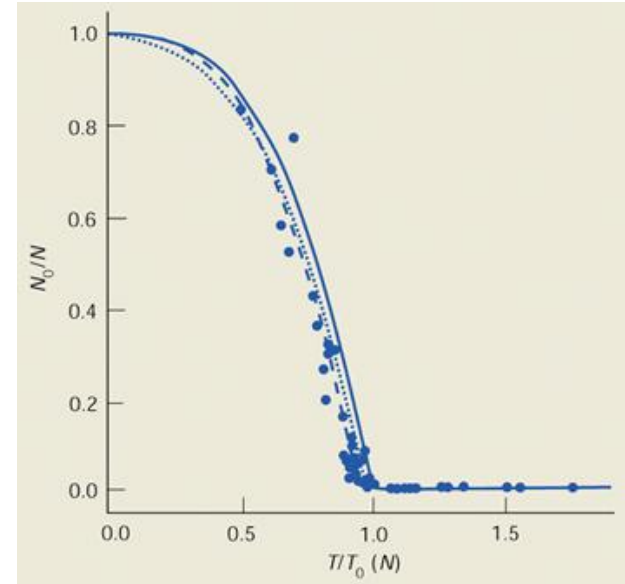
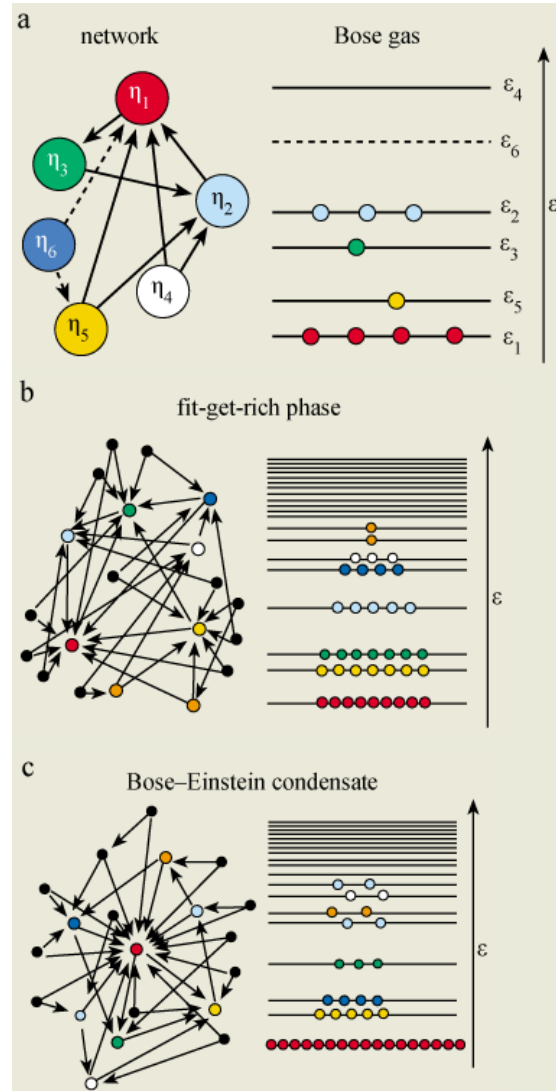
- Clusterbildung
- Connectors / Hubs
- Wachstum
- Internet als Beispiel
- Resistent und angreifbar
- Einfache Regeln für Komplexes?



[Barabasi 2001] "The Physics of the web"  
A.-L. Barabási  
<http://physicsweb.org/articles/world/14/7/09>

# The winner takes it all

- Bose-Einstein-Kondensation als Isomorphie
- Monopolbildung



[nobleprize.org 2001]

<http://nobelprize.org/physics/laureates/2001/public.html>

Bild von: M. Mathews (Gruppe von Eric Cornell)

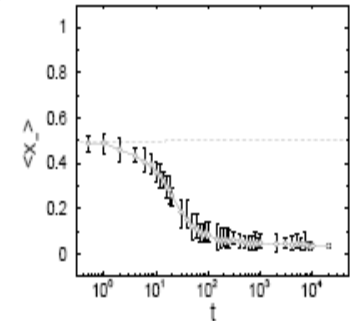
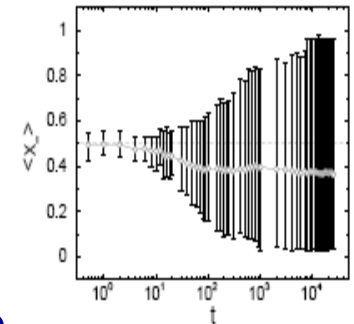
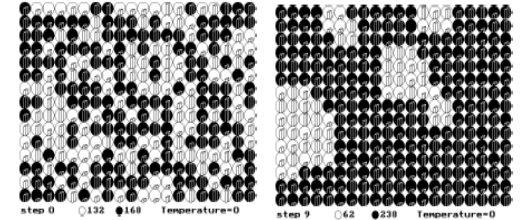
[Barabasi 2001] "The Physics of the web"  
A.-L. Barabási  
<http://physicsweb.org/articles/world/14/7/09>

# Anfälligkeit durch Abhängigkeit

- Anfälligkeit durch Abhängigkeit
  - Skalenfreie Netzwerke stabil bei zufälligen Angriffen
  - Aber: Empfindliche „Hubs“
- Ziel: Tatsächliche Verringerung der Abhängigkeit (?)
  - De-Zentralismus
  - „Simplify“
- Power of Context
  - Einfache Beschreibung von Komplexem
- Stickiness von Ideen
  - Diffusion von Ideen in der Gesellschaft
  - "Klebenbleiben" vergleichbar mit Wachstum von Strukturen aus der Gasphase (Stickiness coefficient)

# Zusammenschau: "Soziophysik" (!)

- Interaktion nächster Nachbarn (Magnetismus)
  - Zwei Zustände (Spins), Zelluläre Automaten
  - "Social Impact", Übergangswahrscheinlichkeit, soz. Temperatur
  - Problem: unendlich schnell
- → Zeitliche Verzögerung durch Diffusion
  - Zeitverzögerte Meinungsanpassung
  - Chaotisches Verhalten bei sehr ähnlicher D-Konstante UND großen Populationen
- Nutzen für den Einzelnen und die Gesamtheit
  - Individuelle Nutzensfunktion
  - Maximierung vgl.-bar Keimbildung im Phasenübergang erster Ordnung.



[Schweitzer 2003]

<http://www.dpg-physik.de/static/fachlich/aksoe/Download/sozio.pdf>