

# Evolutionary Dilemmas in a Social Network

Autoren: Leslie Luthi, Enea Pestelacci, Marco Tomassini

Referent: Felix Hanel

Datum: 25.6.2012

# Inhaltsübersicht

- 1 soziale Entscheidungsprobleme
  - 1.1 Prisoner's Dilemma (PD) (Gefangenen Dilemma)
  - 1.2 Hawk-Dove (HD) (Falke-Taube Dilemma)
- 2 soziale Netzwerke und ihre Parameter
- 3 Simulation & Analyse (Parameter / Stabilität)
- 4 Zusammenfassung und Ausblick

# 1 Soziale Entscheidungsprobleme

- Wie verhält sich ein Individuum in seiner Welt? (Komplexität!)  
→ Reduktion der Welt zu einem Netzwerk
- Minimierungsproblem (Bsp. möglichst wenig Zeit verbrauchen)
- Keine Interaktion mit anderen
- 2 Entscheidungsmöglichkeiten  
kooperieren (C – cooperate)  
verweigern (D – defect)

- 4 Resultate:  
Versuchung (T – temptation)  
Belohnung (R – reward)  
Bestrafung (P – punishment)  
Trottel (S – sucker's payoff)

|   | C     | D     |
|---|-------|-------|
| C | (R,R) | (S,T) |
| D | (T,S) | (P,P) |

# 1.1 Gefangenen Dilemma

$T > R > P > S$

|   | C     | D     |          | C            | D            |
|---|-------|-------|----------|--------------|--------------|
| C | (R,R) | (S,T) | <b>C</b> | <b>(2,2)</b> | <b>(4,1)</b> |
| D | (T,S) | (P,P) | <b>D</b> | <b>(1,4)</b> | <b>(3,3)</b> |

C => 2 oder 4      D => 1 oder 3

Durchschnitt bei C = 3 und bei D = 2

=> Die „verweigern“ Strategie dominiert

## 1.2 Falke-Taube Dilemma

$$T > R > S > P$$

|   | C     | D     |          | C     | D     |
|---|-------|-------|----------|-------|-------|
| C | (R,R) | (S,T) | <b>C</b> | (2,2) | (3,1) |
| D | (T,S) | (P,P) | <b>D</b> | (1,3) | (4,4) |

C-Strategie entspricht der Taube    D-Strategie entspricht dem Falken

C => 2 oder 3    D => 1 oder 4 => Durchschnitt ist jeweils bei 2,5

**Welche Strategie wird verfolgt?**

## 2 soziale Netzwerke und ihre Parameter (1)

- 2 Spieler-Typen: konstante (hard-wired) und variable Spieler
- Wie groß ist der Anteil der variablen Spieler in einem System?
- Vorteil von gemischten Systemen:
  - Annahme möglich: Jeder Spieler kann mit jedem interagieren
  - => theoretische Annäherung mit Funktionen möglich (Zukunftsvorhersagen!)
  - Jedoch *noch* sehr uninteressant, da die Realität sehr viel komplexer ist.
- Nutzung des sozialen Netzwerkes „genetic programming coauthorship network“ (GPCN), d.h. Intelligente Spieler, Gruppenbildung möglich, Parameter einstellbar
  - => hoher Nutzen und Informationsgehalt der Ergebnisse

# 2 soziale Netzwerke und ihre Parameter (2)

## Populations Struktur

Anzahl der Spieler  $N \in \mathbb{N}$ ;  $i \in N$ ; Population  $P$ ; Graph  $G(V, E)$ ; Knoten  $v_i \in V$  Gesamtknotenmenge ( $|V| = N$ ); Kante von  $i$  zu  $j$   $e_{ij} \in E$  Kantenmenge; Grad des Knotens  $k_i = |\{e_{ij} | i \neq j, j \in P\}|$ ; Grad eines Netzwerkes  $\bar{k} = \frac{\sum k_i}{N}$

## strategische Erneuerungsregeln

$\Pi_x$  gesammelten Punkte von Spieler  $x$

$$\text{Strategieübernahme-fkt: } \phi(\Pi_j - \Pi_i) = \begin{cases} \frac{\Pi_j - \Pi_i}{k_j \Pi_{M1} - k_i \Pi_{m1}} & \text{wenn } \Pi_j - \Pi_i > 0 \\ 0 & \text{sonst} \end{cases},$$

mit  $\Pi_{M1}(\Pi_{m1})$  größte (kleinste) möglich erreichbare Punktzahl bei Grad 1

## Payoff/Punkte Berechnung

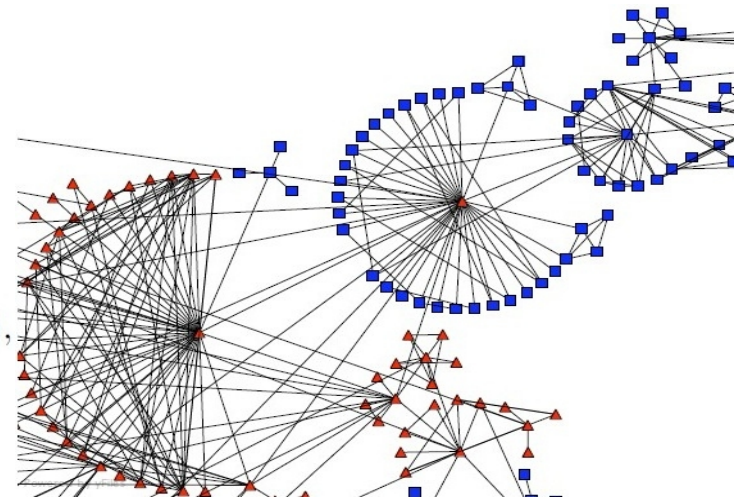
summierte Auszahlung (accumulated payoff)  $|\{e_{ij} | i, j \in P, i \neq j\}|$

durchschnittliche Auszahlung (average payoff)  $\frac{|\{e_{ij} | i, j \in P, i \neq j\}|}{|E|}$

## dynamische Population

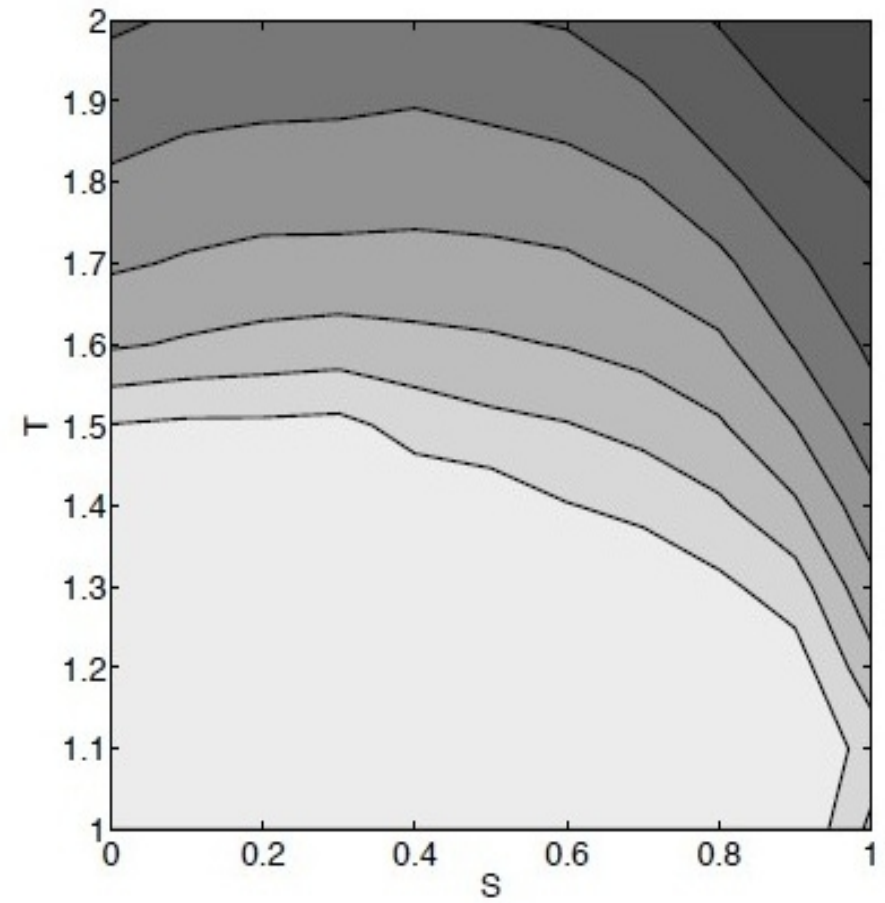
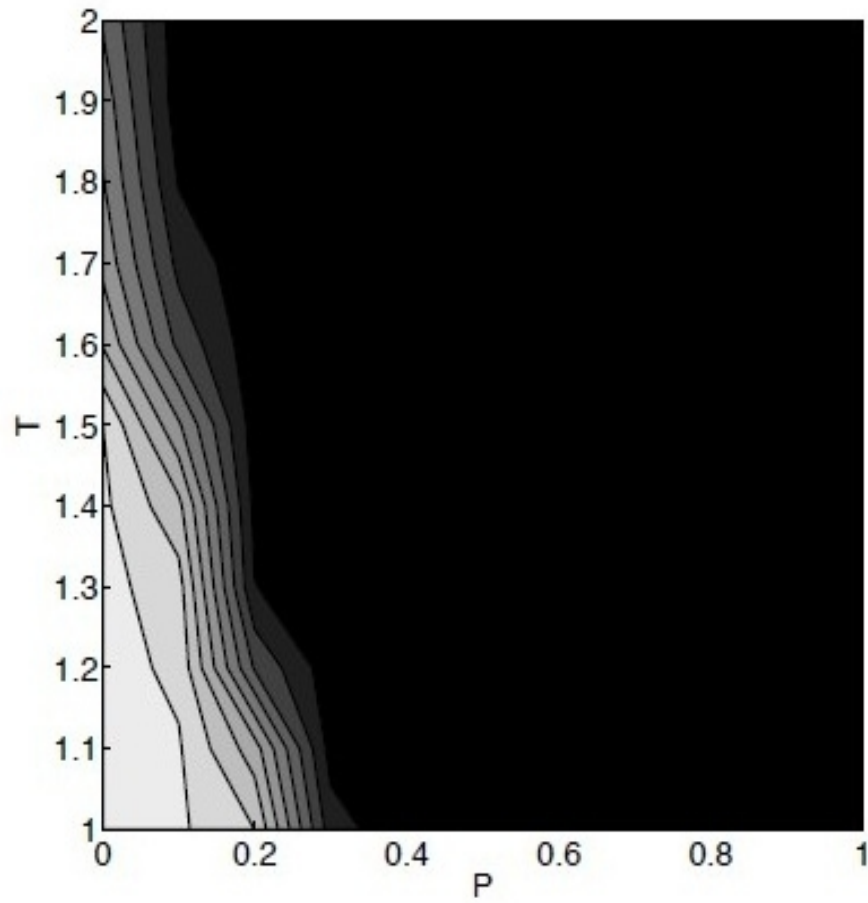
$\text{Konfiguration}_{\text{Strategien}}(\text{Zeitpunkt}) \equiv C(t) = (s_1(t), s_2(t), \dots, s_N(t))$ ,

mit  $s_i \in (C, D)$  zur Zeit  $t$



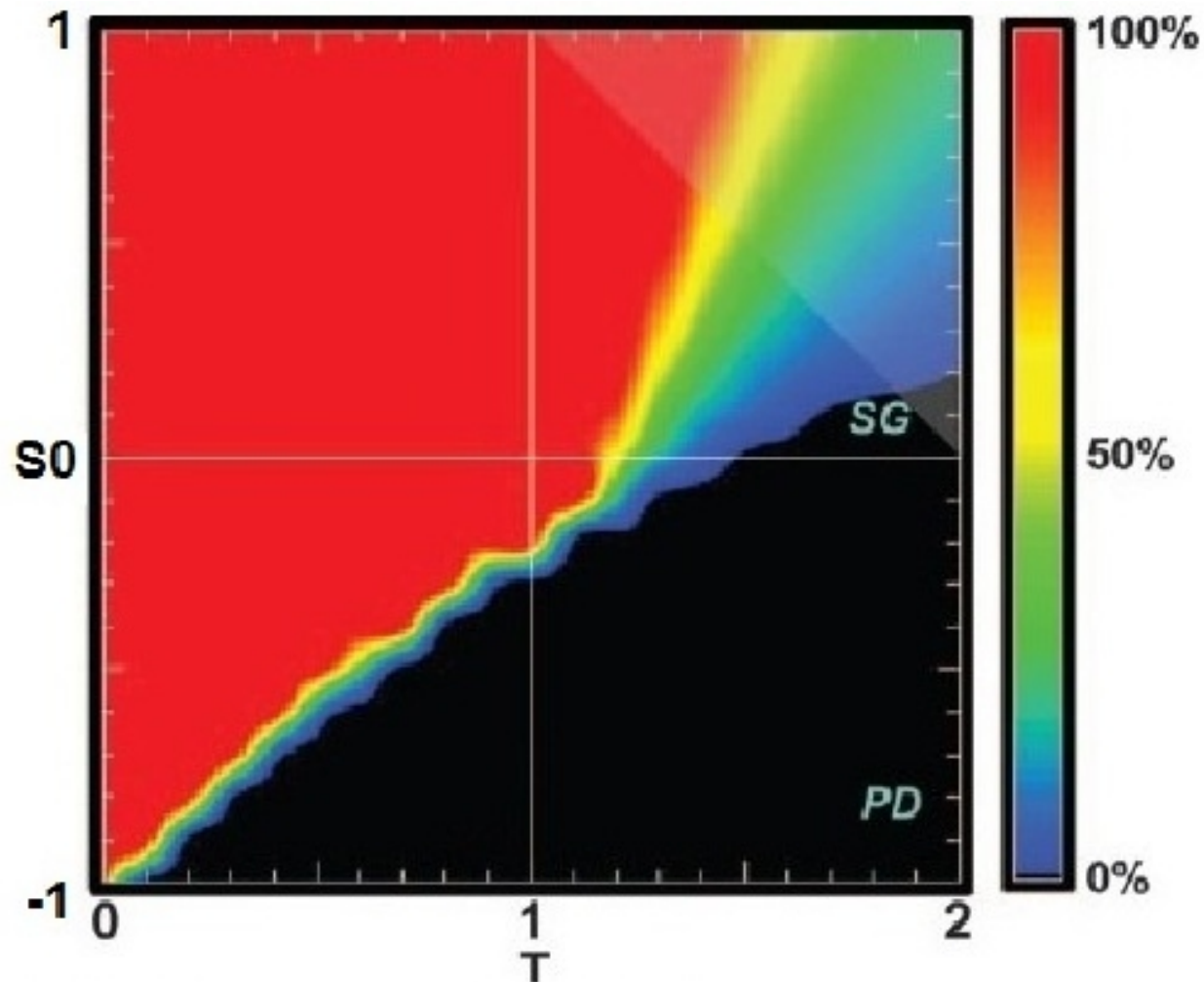
### 3 Simulation & Analyse (Parameter 1)

Simulation erfolgt mit fixen Parametern  $R = 1$ ,  $S = 0$  und der NB:  $2R > T + S$



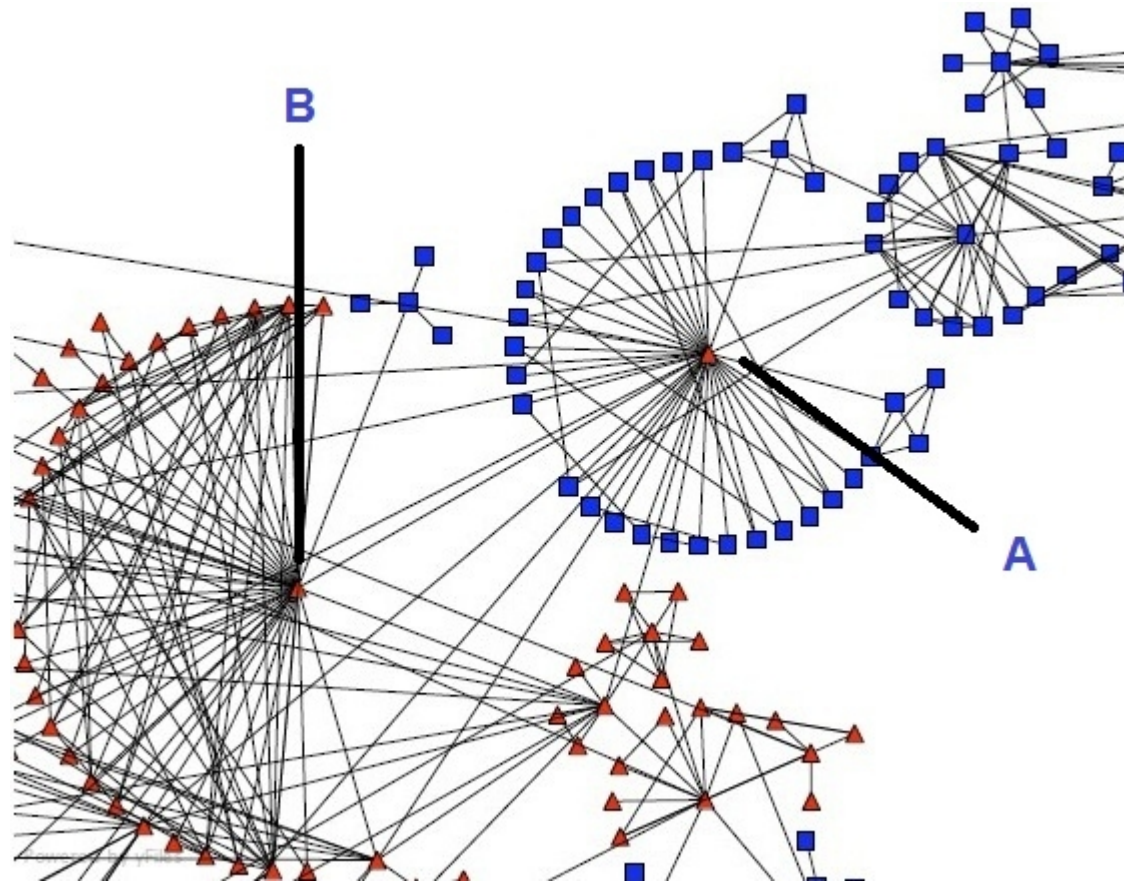


### 3 Simulation & Analyse (Parameter 2)



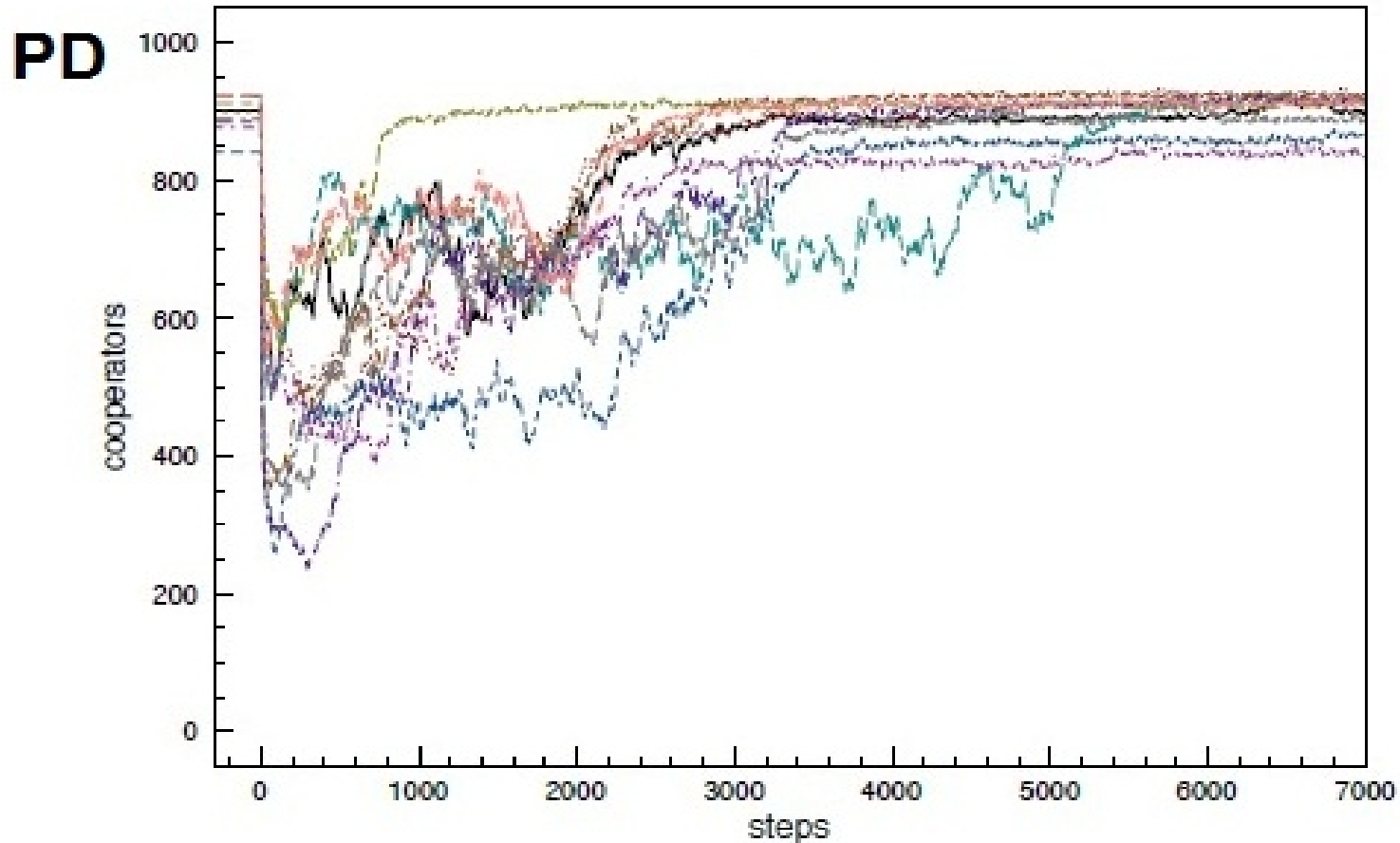
Quelle: Santos, F.C., Pacheco, J.M., Lenaerts, T.: Evolutionary dynamics of social dilemmas emergence heterogeneous populations. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 103, 3491

### 3 Simulation & Analyse (Stabilität 1)



- A oszilliert wegen Nachbarschaft zu B zwischen den Strategien C & D
- C dominiert => Knoten mit höchsten Graden sind C dominiert  
D dominiert => Knoten mit höchsten Graden sind nicht C oder D dominiert

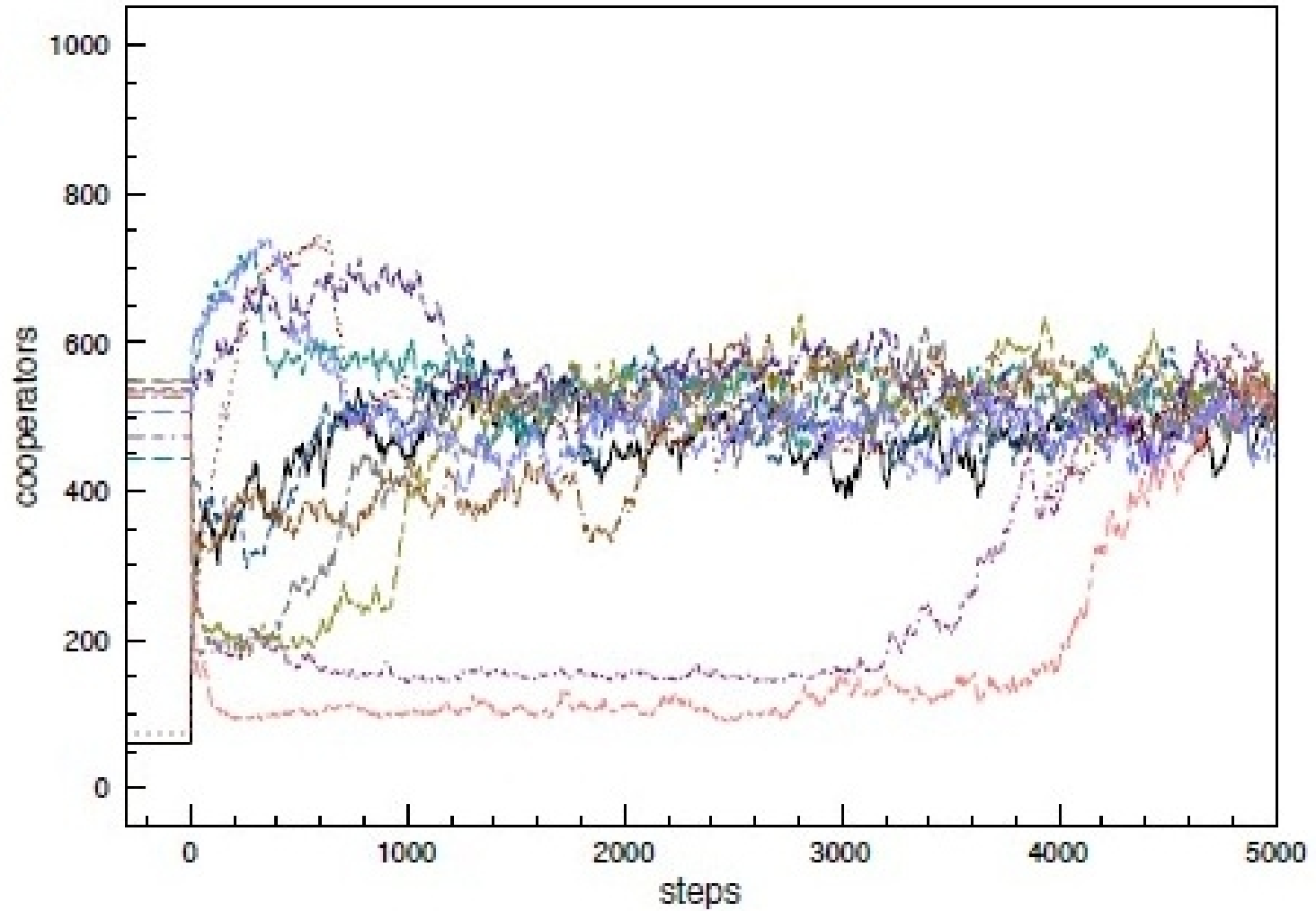
### 3 Simulation & Analyse (Stabilität 2a)



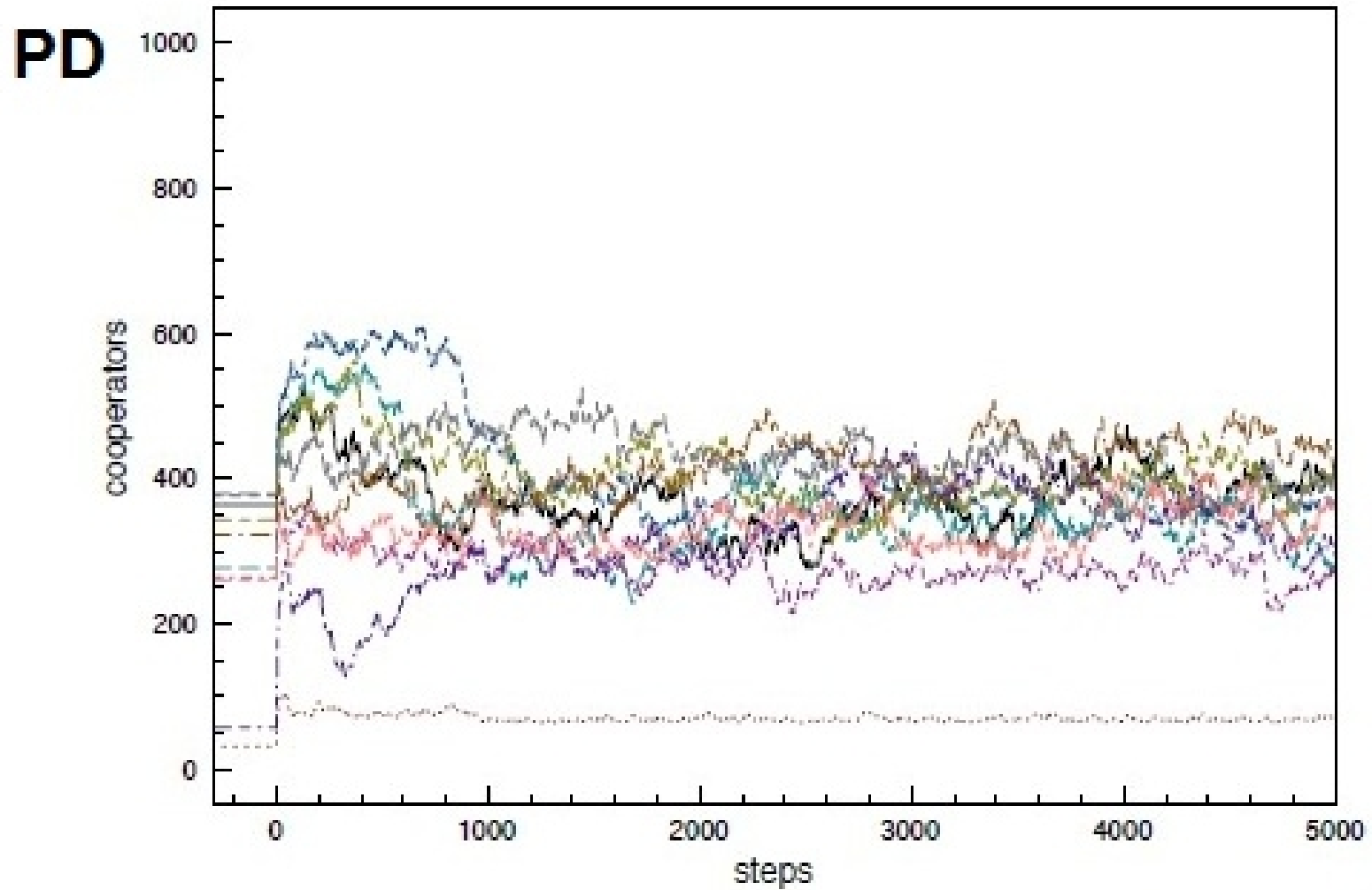
Störung = Einem zentralen Spieler - Angehöriger der Dominanzstrategie (DS) - und allen direkten Nachbarn, die Angehörige der DS sind, wird die gegenteilige Strategie aufgezwungen. Also die Spielerstrategien werden geflippt.

### 3 Simulation & Analyse (Stabilität 2b)

**PD**

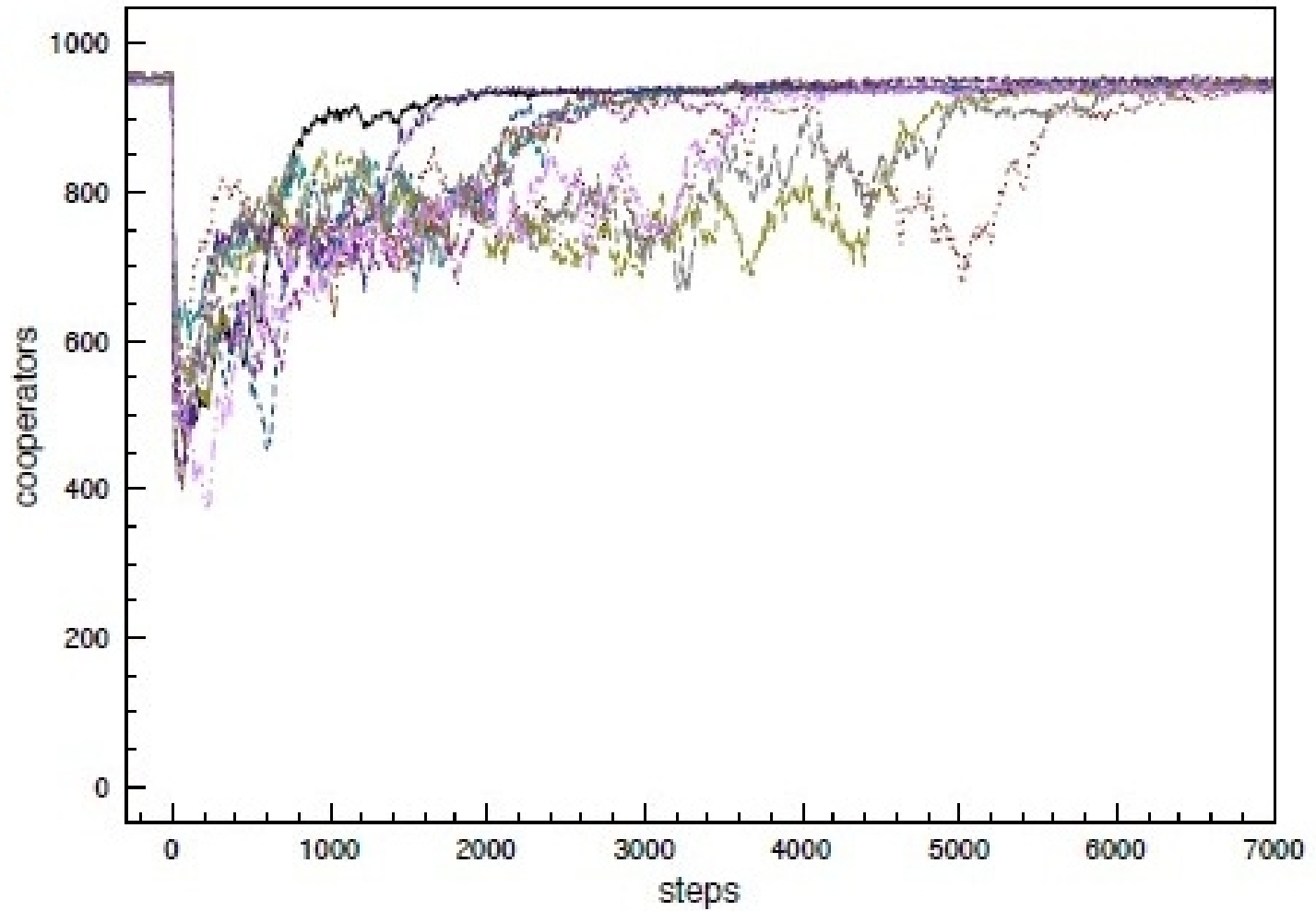


### 3 Simulation & Analyse (Stabilität 2c)

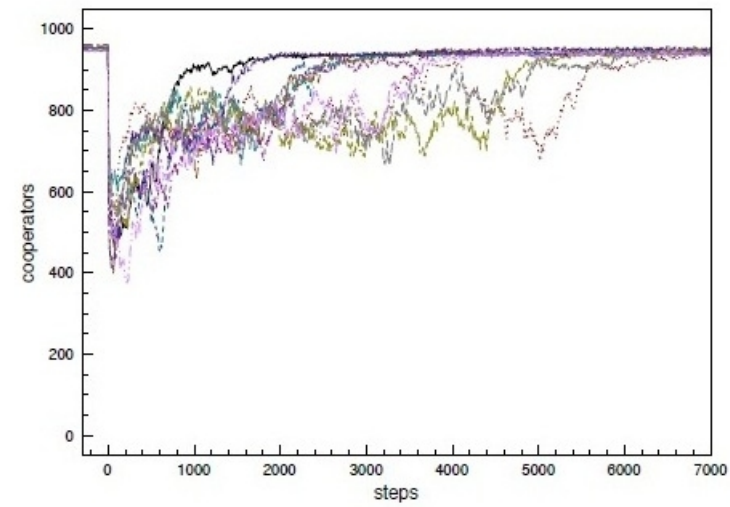
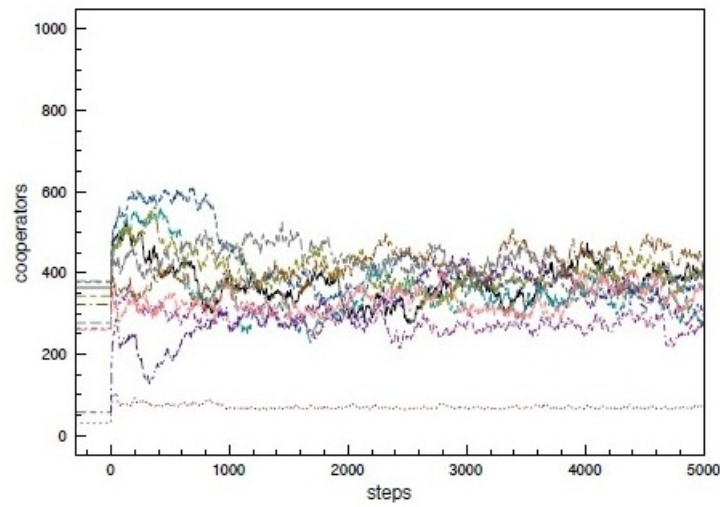
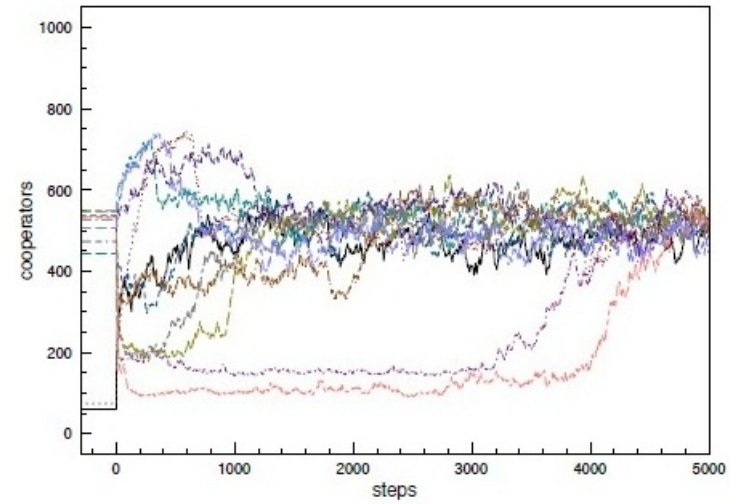
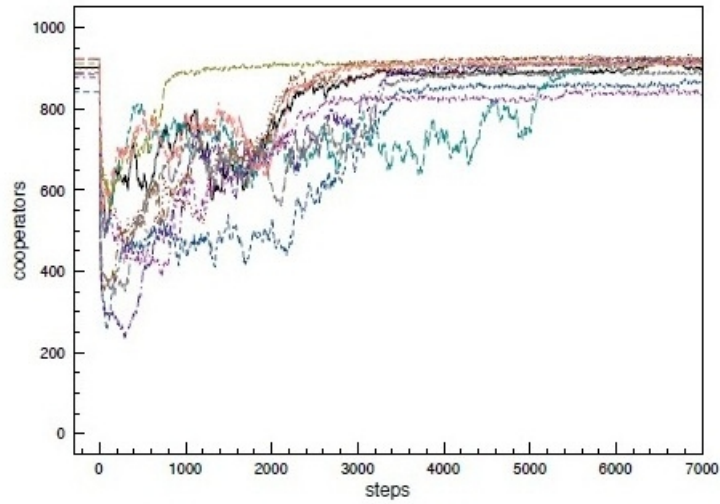


### 3 Simulation & Analyse (Stabilität 2d)

**HD**



# 3 Simulation & Analyse (Stabilität 3)



## 4 Zusammenfassung und Ausblick

- Einfache soziale Dilemmas wurden anhand von sozialen Netzwerken analysiert
- Die Netzwerkkomplexität ist mit der Wirklichkeit gut vergleichbar.  
Möglichkeiten:
  - Gruppenbildung / Vernetzung
  - intelligentes Verhalten
  - variable Netzwerksysteme)
- Ermittelte Endzustände sind robust gegenüber evtl. Störungen!
- Da es an einer Übersetzung der Realität mit ihren etlichen Faktoren in einen Agent mangelt, gestaltet sich eine Übertragung der sozialen Komponenten der Simulationen auf die Wirklichkeit als schwierig.
- „primitives“ soziales menschliches Verhalten ist nachbaubar!



# 4 Zusammenfassung und Ausblick

Motivation für die Zukunft:

- Mögliche Übertragung der Erkenntnisse und Möglichkeiten auf andere Netzwerktypen
- Gestaltung komplexerer Agents zur Modellierung realer Netzwerke

=> Vorhersage von Auswirkungen eines Phänomens in realen Sozialen Netzwerken

Mögliche Anwendungsgebiete & Interessenten:

- Politik (Wahlkampf, Personen-/Parteiimage)
- Wirtschaft (arbeiten in sozialen Netzwerken)
- Wissenschaft (Analysen von speziellen Ereignissen)

# Literaturverzeichnis

Alle Abbildungen wurden in Anlehnung an die Arbeit von

Luthi, L., Pestelacci, E., Tomassini, M., 2007,

Evolutionary Dilemmas in a Social Network,

<http://arxiv.org/abs/0706.0100v1>, 26.09.2012

verfasst, mit Ausnahme der Abbildung aus Folie 9:

Santos, F.C., Pacheco, J.M., Lenearts, T., 2006,

Evolutionary dynamics of social dilemmas in structured heterogeneous populations,

in: Proc. Natl. Acad. Sci. USA, Jg. 103 (9), S. 3490-3494

Gibt es noch offene Fragen?

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**