

# **PRISIM**

**Prisoners Dilemma Simulation Program**

**Version 1.1**

**Kurzanleitung und Information**

**Klaus Manhart  
Universität München**

## 0. Einführung

Das Programm führt die in Axelrod (1988) beschriebene Gefangenendilemma-Simulation mit einer Strategien-Teilmenge durch. Es wurde didaktisch aufbereitet und lässt sich für Demonstrationen und im Unterricht einsetzen.

Voraussetzungen für die Benutzung:

- Es reicht ein handelsüblicher PC, von Nutzen ist ein Turbo-Pascal Compiler, wenn man in das Programm eingreifen will.
- Kenntnis von Axelrod (1988) oder zumindest Zusammenfassung von Hofstadter (1983).

## 1. Programmoptionen

Das Programm bietet 4 Menüoptionen:

- (1) Alle gegen alle - Nur Endergebnisse
- (2) Alle gegen alle - Verhalten ausgewählter Strategien verfolgen
- (3) Verhalten einzelner Strategien verfolgen
- (4) Zufallsauswahl aus Strategien-Pool

Die Optionen haben dabei folgende Bedeutung:

1: Die Simulation "Alle Strategien gegen alle Strategien" wird vollständig durchgeführt und es werden nur die Endergebnisse ausgegeben. Jede Strategie spielt dabei 200 mal gegen sich selbst und alle anderen. Die Endergebnisse werden präsentiert als Rangfolge von Strategien, wobei der Rangfolge die erzielten Gesamtpunkte zugrunde liegen.

Neben den erzielten Gesamtpunkten wird noch die Punktezahl pro Begegnung ausgegeben.

Dieser Menüpunkt ist die Beobachtung des Strategieverhaltens nicht geeignet und damit didaktisch wenig interessant.

2: Die Simulation wird ebenfalls vollständig durchgeführt, es lässt sich aber das Verhalten bestimmter Strategien als "Trace" verfolgen. Wählt man z.B. unter anderem TIT FOR TAT gegen FELD, so wird die Simulation bis zum Aufruf dieser beiden Strategien ohne Anzeige der Einzelergebnisse durchgeführt. Werden die beiden Strategien vom Programm aufgerufen, so werden für diese beiden Strategien in jeder Runde die Ergebnisse angezeigt. Nach Abschluss der 200 Runden gehts wieder ohne Anzeige bis zum nächsten gewählten Strategienpaar bzw. bis zum Ende.

- 3: Es besteht analog wie in (2) die Möglichkeit, das Verhalten einzelner Strategien zu verfolgen, nur wird jetzt nicht die Simulation als Ganzes durchgeführt, sondern nur die ausgewählte Paarung. Diese Option eignet sich hervorragend zur Demonstration, wie sich einzelne Strategien zueinander verhalten.
- 4: Hier werden zufällig Strategienpaare aus dem Strategien-Pool gezogen. Die Anzahl der Ziehungen lässt sich festlegen. Dieser Menüpunkt könnte als Ausgangspunkt für eine ökologische Simulation dienen, die hier jedoch noch nicht realisiert ist.

## 2. Derzeit implementierte Strategien

Das Programm enthält derzeit die folgenden 14 Strategien als Teilmenge aus Axelrods erstem und zweitem Computerturnier sowie einige Strategien aus einer Wiederholung der Simulation von Donniger (vgl. Literatur).

- (1) Das Siegerprogramm TIT FOR TAT von A.Rapoport spielt in der 1.Runde K und dann immer das, was die anderen in der vorherigen Runde spielten;
- (2) CHAMPION belegte den zweiten Platz beim 2.Turnier. Es kooperiert in den ersten 10 Runden und spielt Tit for Tat in den nächsten 15 Runden. Nach 25 Runden kooperiert das Programm, außer alle folgenden Bedingungen sind erfüllt:
  - der andere Spieler defektiert im vorhergehenden Zug,
  - der andere kooperierte weniger als 60% bis zur jetzigen Runde
  - die Zufallszahl zwischen 0 und 1 ist größer als die Kooperationsrate des anderen bis zur letzten Runde.
- (3) EWIGE VERDAMMNIS (Friedman) ist eine vollständig unnachsichtige Regel, die ewige Vergeltung übt: sie kooperiert solange, bis der andere zum erstenmal abweicht und defektiert dann für immer. Diese Regel erreichte nur Platz 52.
- (4) SHUBIK beginnt kooperativ, defektiert, wenn der andere erstmals defektiert und erhöht mit jeder Defektion des anderen die Zahl der eigenen Defektionen um 1. SHUBIK wurde nur im 1. Turnier eingereicht und erreichte dort Rang 5.
- (5) JOSS ist eine hinterlistige Regel, die im Prinzip TIT FOR TAT spielt. Im Fall der Kooperation des Mitspielers defektiert JOSS allerdings mit einer Wahrscheinlichkeit von 10%. JOSS erreichte nur Rang 29.

- (6) RANDOM ist eine Zufallsregel, die sich für K oder D auf der Grundlage eines simulierten Münzwurfes entscheidet. RANDOM wurde im 2.Turnier vorletzter, im 1. letzter.
- (7) EATHERLEY achtet darauf, wie oft der andere im bisherigen Spielverlauf kooperiert hat. Nachdem der andere Spieler defektiert, defektiert es mit der Wahrscheinlichkeit des Verhältnisses zwischen der Defektionszahl des Mitspielers und der Rundenzahl. Die Regel erreichte Rang 14 im 2.Turnier.
- (8) TESTER ist für die Suche nach "Softies" eingerichtet, um diese gehörig auszunehmen, ist andererseits aber auch darauf vorbereitet, auszuweichen, wenn der Mitspieler sich nicht ausbeuten lässt. TESTER defektiert bereits beim 1.Zug, um die Reaktion der Mitspielers zu testen. Defektiert dieser in Runde 2, entschuldigt sich TESTER, indem es kooperiert und für den Rest des Spiels TIT FOR TAT spielt. Andernfalls kooperiert es beim 2. und 3. Zug, defektiert aber danach bei jedem 2. Zug. Die Strategie belegte Platz 46.
- (9) TIT FOR TWO TATS ist eine nachsichtige Variante von TIT FOR TAT und defektiert erst nach 2 Abweichungen des Partners. TIT FOR TWO TATS hätte Axelrods zweites Turnier gewonnen, wenn es eingereicht worden wäre.
- (10) FELD beginnt mit TIT FOR TAT und verringert die Kooperationswahrscheinlichkeit nach einer Kooperation des Mitspielers graduell von 100% in Runde 1 bis 50% in der letzten Runde. Nach einer Defektion des Mitspielers wird immer defektiert. FELD belegte den 11.Platz im 1.Turnier.
- (11) IMMER D defektiert unabhängig von der Wahl des Gegners in jeder Runde.
- (12) Analog spielt IMMER K in jeder Runde kooperativ.
- (13) TIT FOR TAT K (DIEKMANN) belegte in Donningers Simulation mit dem Axelrod-Design den 1.Platz. Es spielt TIT FOR TAT, jeden 10.Zug aber unabhängig vom Zug des Gegners 2 kooperative Züge;
- (14) FRANCE spielt unabhängig vom Gegner im 4. 7. 10. 13... Zug D, sonst K; es belegte Rang 16 bei Donninger.

### 3. Demonstrationsbeispiele

Führt man die Simulation durch, so wird TIT FOR TAT zwar nicht erster wie bei Axelrod - eine Folge des reduzierten Strategieumfelds - aber es gelten die gleichen Prinzipien, die Axelrod bei seiner Simulation entdeckte:

- Sei freundlich und defektiere nicht als erster

Die ersten acht Strategien sind alle nett, d.h. sie defektieren nie als erste, die

letzten sechs sind alle nicht nett. Es zahlt sich also auch hier aus, freundlich zu sein.

**- Lass dich nicht ausnutzen und erwidere sowohl Kooperation als Defektion**

Die ersten fünf Strategien reagieren sofort sowohl auf Kooperation als auch auf Defektion. Die schlechtesten netten Strategien, die auf den Gegner reagieren, sind TIT FOR TWO TAT und EWIGE VERDAMMNIS. TIT FOR TWO TAT lässt sich zu oft ausnutzen, da es erst nach zwei Defektionen reagiert. EWIGE VERDAMMNIS lässt sich zwar nicht ausnutzen, ist aber zu streng, da es bei einmaliger Defektion des Gegners völlig unversöhnlich nur mehr D bis zum Ende der Begegnung spielt. Etwas überraschend ist das gute Ergebnis von SHUBIK, das eine Strategie der zunehmenden Vergeltung verfolgt, also auch relativ streng reagiert.

**- Sei nicht zu raffiniert**

Die komplexeren Regeln wie EATHERLEY und CHAMPION schneiden nicht besser ab als die einfachen. Komplexe Strategien sind oft undurchschaubar und erwecken einen chaotischen, zufälligen Eindruck. Dies hat zur Folge, daß sich Kooperation nicht zu lohnen scheint und der "irritierte Spieler" folglich defektiert.

**- Sei nicht neidisch**

In einer Nicht-Nullsummenwelt muß man nicht besser sein, als der andere Spieler, um selbst gut abzuschneiden. Die besten Strategien sind nicht darauf aus, besser zu sein als andere. Es macht nichts, wenn jeder so gut ist wie ich oder besser, solange ich selbst gut abschneide. In einem iterierten Gefangenendilemma von langer Dauer ist der Erfolg des anderen praktisch eine Voraussetzung dafür, daß ich selbst gut abschneide.

Mit Menüpunkt 3 des Simulationsprogramms kann man das Verhalten einzelner Strategiepaare verfolgen. Eine der interessantesten Paarungen ist die von JOSS gegen TIT FOR TAT, die hier auszugsweise aufgelistet ist:

Runde	Strategie	Ergebnis	Punktesumme
1	TIT FOR TAT	K	3
	JOSS	K	3
2	TIT FOR TAT	K	6
	JOSS	K	6
3	TIT FOR TAT	K	9
	JOSS	K	9
4	TIT FOR TAT	K	12
	JOSS	K	12
5	TIT FOR TAT	K	15

	JOSS	K	15
6	TIT FOR TAT	K	18
	JOSS	K	18
...			
18	TIT FOR TAT	K	54
	JOSS	K	54
19	TIT FOR TAT	K	54
	JOSS	D	59
20	TIT FOR TAT	D	59
	JOSS	K	59
21	TIT FOR TAT	K	59
	JOSS	D	64
22	TIT FOR TAT	D	64
	JOSS	K	64
23	TIT FOR TAT	K	64
	JOSS	D	69
24	TIT FOR TAT	D	69
	JOSS	K	69
25	TIT FOR TAT	K	69
	JOSS	D	74
26	TIT FOR TAT	D	74
	JOSS	K	74
27	TIT FOR TAT	K	74
	JOSS	D	79
28	TIT FOR TAT	D	79
	JOSS	K	79
29	TIT FOR TAT	K	79
	JOSS	D	84
30	TIT FOR TAT	D	80
	JOSS	D	85
31	TIT FOR TAT	D	81
	JOSS	D	86
32	TIT FOR TAT	D	82
	JOSS	D	87
33	TIT FOR TAT	D	83
	JOSS	D	88
34	TIT FOR TAT	D	84
	JOSS	D	89
35	TIT FOR TAT	D	85
	JOSS	D	90
...			
199	TIT FOR TAT	D	249
	JOSS	D	254
200	TIT FOR TAT	D	250
	JOSS	D	255

**JOSS ist eine hinterlistige Regel, die es darauf anlegt, mit einer gelegentlichen Defektion ungestraft davon zu kommen. Wie TIT FOR TAT defektiert es, wenn der andere defektiert, kooperiert aber nach einem kooperativen Zug des Mitspielers nicht immer, sondern nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 90%. Beide beginnen also normalerweise in den ersten Runden kooperativ und sammeln fleissig drei Punkte je Runde ein.**

In Runde 19 beginnt das Desaster. Der Zufallsmechanismus von JOSS schlägt zu und es spielt ein hinterlistiges D. Darauf reagiert TIT FOR TAT in der nächsten Runde 20 mit einem D, JOSS antwortet auf TIT FOR TAT's K in Runde 19 mit einem K. In Runde 21 muß JOSS auf die D-Wahl von TIT FOR TAT seinerseits mit einem D reagieren, woraufhin TIT FOR TAT in Runde 22 wiederum reagieren muß ... Praktisch verursachte also die einmalige Defektion von JOSS in Runde 19 ein Echo, das zwischen JOSS und TIT FOR TAT hin und her wandert. Dies geht so bis zu Runde 29.

In der 30.Runde kommt es durch den Zufallsmechanismus abermals zu einer außerplanmäßigen Defektion von JOSS. Damit landen beide Strategien in permanenter Defektion, die nur mehr einen Punkt pro Runde bringt und aus der sie bis zum Schluß nicht mehr entkommen. Man beachte, daß JOSS zwar mit 255 gegen 250 Punkten ein wenig besser abschneidet als TIT FOR TAT, beide aber durch die frühen D-D-Wahlen ein schlechtes Ergebnis erzielen (Zum Vergleich: bei beidseitiger Kooperation 600 Punkte). Da der Endgewinner derjenige mit der maximalen Punktzahl ist, nutzen einzelne Gewinne mit wenig Punkten nicht viel. Es kommt darauf an, insgesamt die Punktzahl zu maximieren und den anderen möglichst zur Kooperation zu bewegen ohne sich ausnutzen zu lassen!

Wäre es möglich, JOSS nach dem D-D-Desaster wieder zur Kooperation zu bringen, so würde der JOSS-Mitspieler - und auch JOSS selbst - wesentlich besser abschneiden. Eine solche Strategie ist TIT FOR TAT K (DIEKMANN), die in Axelrods Simulation nicht dabei war, dieses aber voraussichtlich gewonnen hätte (wird bei Donninger und bei uns erster). Diese Strategie bietet jeden 10. und 11. Zug ein K an, unabhängig von der Entscheidung des Gegners. Mit diesem Mechanismus landen die beiden nicht mehr in der endgültigen Defektion, sondern TIT FOR TAT K zieht quasi beide Spieler am Schopf wieder aus dem D-D-Sumpf. Die unerwartete Rettung schlägt für beide mit ca. 300 Punkten mehr zu Buche - Kooperation zahlt sich eben aus.

#### **4. Literatur**

- (1) Axelrod, Robert: Die Evolution der Kooperation. München, Oldenbourg Verlag, 1988**
- (2) Donniger, Christian: Is it always efficient to be nice? A computer simulation of Axelrod's computer tournament, in: Diekmann, A./Mitter, P.: Paradoxical effects of social behavior. Essays in Honor of Anatol Rapoport. Heidelberg-Wien, Physica, 1986, S.123-134**
- (3) Eggebrecht, W./Manhart, K.: Fatale Logik, in: c't 6/91, S.144-156**
- (4) Hofstadter, Douglas R.: Kann sich in einer Welt voller Egoisten kooperatives Verhalten entwickeln? in: Spektrum der Wissenschaft, 8, 1983, S. 8-14**
- (5) Schüßler, Rudolf: Kooperation unter Egoisten. München, Oldenbourg Verlag, 1990**