

Universität Bern
Institut für Soziologie
WS 2001/2002 bis WS 2002/2003

Angeregt und betreut von
Prof. Dr. Andreas Diekmann

Ein Computer-Turnier zum VOD

– Kurzfassung zum Ablauf und zu ersten Ergebnissen –

Manuela Vieth

Universität Leipzig
Institut für Soziologie

Stand: 26.03.2003

(see last page for an English summary)

Anmerkung:

Diese Ergebnisse wurden auf der Frühjahrstagung 2003 der DGS-Sektion "Modellbildung und Simulation" in Essen 27.-28. März 2003 (Vortrag: 18:30-19:00 Uhr, Siegerehrung im Anschluss) vorgestellt. Den Veranstaltern Prof. Dr. Wolfgang Sodeur (Universität Essen) und Prof. Dr. Hans Joachim Hummell (Universität Duisburg) danke ich an dieser Stelle vielmals für die Gelegenheit.

Ferner danke ich den Teilnehmern für jede dieser interessanten Strategie-Vorschläge (Liste siehe weiter unten).

Mein besonderer Dank geht an:

Andreas Diekmann hat mich mit der Idee begeistert, ein Computer-Turnier zum VOD durchzuführen. Er unterstützt meine Arbeit in allen aufgetretenen Schwierigkeiten.

Marco Vieth lehrt mich meine ersten Programmier-Schritte in JavaScript und Perl. Er hat mich mit Linux konfrontiert und mich in die Grundlagen der Arbeit unter Linux und Unix eingeführt. Weiterhin hat er den gesamten Rahmen für die Simulation programmiert und mehrere Perl-Skripte geschrieben, damit ich die großen Mengen an Daten analysieren kann.

Ben Jann hat mir sehr hilfreiche Hinweise aus statistischer Sicht gegeben, die so manche Schwierigkeiten lösen.

Stefan Wehrli hat die technische Seite für die Computer Simulationen an der Universität Bern eingerichtet.

Diese Kurzfassung soll einen relativ allgemeinverständlichen Einblick in den Simulationsablauf geben und die ersten Ergebnisse zusammenfassend darstellen.

REGELN ZUM ABLAUF DER SIMULATION

1. Grundlage ist das VOD mit den **Auszahlungen** $U = 10$ und $K = 5$ (pro Periode).

		Anzahl anderer Spieler, die kooperieren				
		0	1	2	...	$N - 1$
ein Spieler i	C	5	5	5	...	5
	D	0	10	10	...	10

2. Es wird jeweils "**unendlich viele**" **Perioden** gespielt
 (d. h. das Ende war den Teilnehmern unbekannt)
3. und zwar mit **unterschiedlichen Kombinationen** von Strategien
4. und mit **unterschiedlich vielen** anderen Strategien,
 nämlich in den Gruppengrößen $N = 2, 3, 5, 10, 20$.
5. Schließlich wird zusätzlich eine **Messreihe** durchgeführt, indem dieses Turnier mehrmals
 mit unterschiedlicher Anzahl Perioden pro Kombination (nämlich $p = 100, 101, \dots, 2000$)
 und mit unterschiedlichen Zufallswerten wiederholt.
6. Bei Gruppengröße $N = 2$ spielen alle Strategien erwartungsgemäß jeweils
 mit jeder der anderen Strategien und mit sich selbst.
(erwartungsgemäß alle 351 möglichen Kombinationen)

Nun sind mit allen Gruppengrößen jedoch über 3 Billionen
 unterschiedliche Kombinationen möglich. Daher werden bei Gruppengrößen $N > 2$
 jeweils N Strategien zufällig aus dem Pool aller 26 eingesandten Strategien gezogen.
 Und zwar so oft, dass alle Strategien **erwartungsgemäß gleich oft gespielt** haben.

7. **Sieger** ist die Strategie mit der **höchsten End-Auszahlung**.

Für jede Strategie wird diese wie folgt berechnet:

$$P_{i,e} = \sum_{t=1}^{w_{i,t}^t} \frac{\sum_{N=1}^{w_{i,t}^N} \frac{\sum_{c=1}^{w_{i,N,t}^c} \sum_{p=1}^{w_{i,c,N,t}^p} P_{i,p,c,N,t}}{w_{i,c,N,t}^s}}{w_{i,t}^N}$$

Pro Gruppengröße werden zunächst die Perioden-Auszahlungen summiert und durch die Anzahl der Spiele geteilt, in denen die Strategie mitgespielt hat (Anzahl Perioden ist ja pro Turnier konstant).

Dann werden diese durchschnittlichen Gruppengrößen-Auszahlungen erneut summiert und durch die Anzahl der Gruppengrößen (hier N = 5) geteilt (allen Gruppengrößen wird somit gleiches Gewicht beigemessen).

Schließlich werden diese durchschnittlichen Turnier-Auszahlungen summiert und durch die Anzahl gespielter Turniere in der Messreihe geteilt (t = 1901).

EINGEREICHTE STRATEGIEN

Die Strategie "Immer C" (C: Kooperation) wurde vorweg ausgeschlossen (auf Anfrage mitgeteilt). Vorgeschlagen werden konnten – und dies auch miteinander kombiniert:

- **Unbedingte** Strategien, die nach einem vorgegebenen festen Muster ablaufen.
- Weiterhin **bedingte** Strategien, die die eigene Handlung von der anderer Strategien in vorangegangenen Perioden abhängig machen
 So etwa einige invertierte "Tit for Tat"-Varianten (C wenn zuvor alle anderen D haben).
- Gedacht werden konnte auch an Strategien in Abhängigkeit von der **Gruppengröße N**.
- Und schließlich konnten Strategien mit bestimmten **Zufallsmechanismen** (Entscheidungs-Wahrscheinlichkeiten) eingereicht werden. Diese Wahrscheinlichkeit ist häufig abhängig von der Gruppengröße N oder der Anzahl der Kooperations-Entscheidungen C anderer Strategien in vorangegangenen Perioden.

Insgesamt konnten im Rahmen des VOD Computer-Turniers 29 Einsendungen verzeichnet werden. Davon trafen 10 Vorschläge nach dem ersten Einsendeschluss (31.12.2001) ein. Nur 4 dieser 10 Einsendungen wurden im Rahmen der offiziellen Verlängerung (bis 28.02.2002) registriert. Die anderen 6 liegen noch vor der Aussendung des erneuten Strategie-Aufrufs. Zwei Personen, die zunächst ihr Interesse bekundeten, haben schliesslich keine bzw. keine zulässige Strategie eingereicht (Ausschluss von "Immer C" auf Anfrage mitgeteilt). Eine Teilnahme im Team war erlaubt, sofern nur eine einzige Strategie vorgeschlagen wurde. Zwei Einsender haben diese Möglichkeit genutzt (jeweils 2-Personen-Team). Insgesamt sind somit 31 Personen mit einem Strategievorschlag am VOD Turnier beteiligt. Dank der regen Unterstützung kann das Turnier mit 26 unterschiedlichen Strategien durchgeführt werden (davon 7 nach dem ersten Einsendeschluss, davon 3 Wiederholungs-Vorschläge).

Die folgende Liste gibt eine Übersicht über die Teilnehmer des VOD Computer-Turniers und ihre eingereichten Strategie-Vorschläge. Vermerkt ist zusätzlich eine Kurzbeschreibung (für nähere Informationen: http://www.soziologie.ch/users/mdvieth/projects/vod/vod_strat.html).

1. "Gewissensbisse" von **P. Ackermann**:
zunehmende D-Wahrscheinlichkeit als Antwort auf D anderer
2. "All D" von **J. Arpagaus**:
festes Muster (DDD...)
3. "GOLD: Group Accumulation Leads to Defection" von **S. Auer** (= 13, 22)
abnehmende C-Wahrscheinlichkeit mit wachsender Gruppengröße
4. "Taking Turns" von **R. Bekkers**: (= 21)
Kooperation als Antwort auf D anderer (jede Periode, Beginn mit C)
5. "Gentle Temporiser" von **R. Berger**:
Kooperation als Antwort auf D anderer (alle 3 Perioden, letzten 3 Perioden, Beginn mit D)
6. "Lazy but Fair" von **F. Braun**:
festes Muster (C in jeder N-ten Periode)
7. "Lazy Hero" von **M. Braun**:
abnehmende C-Wahrscheinlichkeit als Antwort auf C anderer
8. "Rely on Group Pressure" von **N. Braun**: (Netzwerkperspektive)
abnehmende C-Wahrscheinlichkeit mit wachsender Gruppengröße
9. "Finally Heroe" von **J. Brüderl**:
C-Wahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Gruppengröße als Antwort auf D anderer
10. "Reciprocating Volunteer" von **V. Buskens**:
zunehmende C-Wahrscheinlichkeit als Antwort auf C anderer (Reziprozität)
11. "Minka" von **J. Deuschle**:
Festes Muster (DCDDD...)

12. "Superrational Strategy" von **A. Diekmann**:
abnehmende C-Wahrscheinlichkeit mit wachsender Gruppengröße (auch abhängig von U, K)
13. "Hope" von **H. Esser**: (= 3, 22)
abnehmende C-Wahrscheinlichkeit mit wachsender Gruppengröße
14. "Cooperate Unexploitably" von **M. Franosch**:
C-Wahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von C anderer
15. "Sponger" von **T. Gautschi**:
abnehmende C-Wahrscheinlichkeit mit wachsender Gruppengröße je nach Anzahl D anderer
16. "Rarified Cooperation" von **E. Gehmacher**:
U-förmige zufällige C-Wahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Gruppengröße
17. "2gather" von **C. Hausen & K. Pffor**:
für N = 2 Vermeidung gleichen Entscheidungsmusters (DCDC), sonst immer D
18. "Kopposite" von **C. Kopp**: (mit Abdiskontierung)
zunehmende C-Wahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Anzahl D anderer
19. "Mercy Coop" von **P. Kriwy**:
feste C-Wahrscheinlichkeit ($p = 0.1$)
20. "Eve" von **E. & N. Lepperhoff**:
Kooperation als Antwort auf D anderer (letzten vier Perioden, Beginn mit D)
21. "Casual Hero" von **U. Liebe**: (= 4)
Kooperation als Antwort auf D anderer (letzte Periode, Beginn mit C)
22. "More Actors, Less Cooperation" von **P. Preisendörfer**: (= 3, 13)
abnehmende C-Wahrscheinlichkeit mit wachsender Gruppengröße
23. "Sizewatcher" von **B. Prosch**:
abnehmende C-Wahrscheinlichkeit mit wachsender Gruppengröße als Antwort auf D anderer
24. "Tit for Tat Invers" von **C. Schatz**:
Kooperation als Antwort auf D anderer (letzte Periode, Beginn mit D)
25. "Rent-Sharing Cooperation" von **K.-U. Schnap**:
Kooperation in Abhängigkeit von Periode, Gruppengröße und D anderer
26. "Just Distribution" von **H. Scholtz**:
zunehmende C-Wahrscheinlichkeit bis zu jeder N-ten Periode als Antwort auf D anderer
27. "Candle++" von **T. Varga**:
Maximierung des erwarteten Nutzens der reinen Strategien "Immer C" und "Immer D"
28. "Toggle" von **M. Vieth**:
festes Muster (CDCDCD...)
29. "Pawlow" von **T. Voss**:
Kooperation als Antwort auf D anderer (letzte Periode, Beginn mit D, für $N > 2$)

ERSTE ERGEBNISSE UND ERLÄUTERUNGEN

In der Messreihe mit 100-2000 Perioden pro Kombination haben die 26 eingereichten Strategien nun in zufälligen Kombinationen miteinander gespielt. Die Auszahlung, die sie erzielt haben, ist pro Strategie summiert und normiert. Daraufhin hat jede Strategie einen Rangplatz erhalten. Welche Strategie ist nun der Sieger?

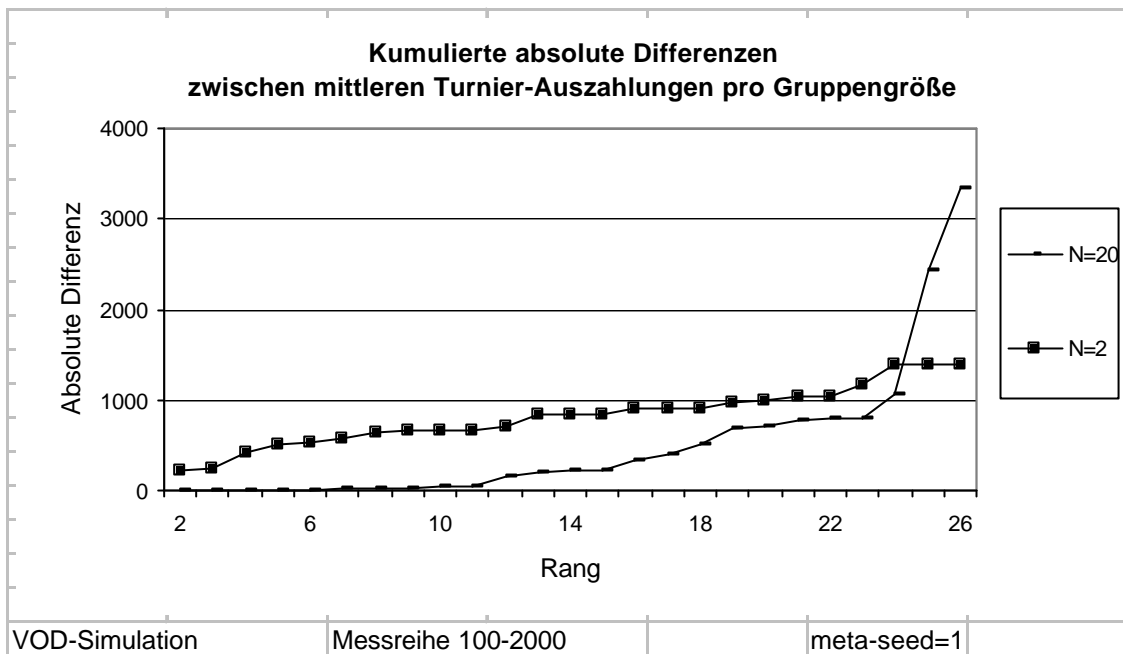
str	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
5	670	459	345	189	128	51	33	16	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	537	431	331	227	161	99	56	31	17	9	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	284	365	321	325	251	153	107	53	32	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	183	253	266	293	282	210	171	101	85	31	17	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	163	196	283	277	287	247	169	135	76	44	11	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	12	68	107	178	226	309	321	277	208	114	50	28	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	26	56	109	181	233	268	300	257	221	139	70	32	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	21	44	102	141	179	294	299	275	232	153	104	39	12	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	4	27	33	77	118	176	245	319	319	248	195	99	27	9	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	4	12	48	74	189	293	447	414	291	78	36	11	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	1	2	1	7	19	24	78	135	190	311	379	436	175	75	44	17	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	3	2	5	22	46	107	201	343	480	460	138	67	18	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	1	3	10	26	70	172	450	394	320	230	144	75	6	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	1	1	6	15	50	129	393	409	375	278	157	86	1	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	1	1	5	20	76	228	317	328	356	338	227	4	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	14	34	188	249	366	369	402	263	11	0	1	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	18	62	139	230	270	333	409	399	35	2	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	23	59	107	164	298	417	750	73	3	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	9	24	90	1083	404	196	72	18	1	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	407	904	455	108	23	1	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	202	359	556	474	254	53	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	39	102	358	555	613	232	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	40	126	316	558	608	252	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19	134	385	1362	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1432	469
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	469	1432
VOD-Simulation	Rangplatz-Häufigkeit pro Strategie														Messreihe 100-2000										N = all meta-seed=1	

Diese Matrix zeigt, welchen Rangplatz eine Strategie in der Messreihe wie häufig erhalten hat. Zum Beispiel ist die Strategie 5 (die Gewohnheits-Strategie) in den 1901 Turnieren 670 Mal auf Platz 1 gewesen, 459 Mal auf Platz 2 usw. Damit ist die Strategie 5 auf dem ersten Platz. Die Strategie 5 kann sich nur alle 3 Perioden anders entscheiden und sich der einmal angenommenen Gewohnheit nur schwer entziehen. Außerdem fällt auf, dass die Strategien insgesamt in einer Art Normalverteilung um ihren mittleren Rang herum streuen (der grau unterlegte Bereich). Bestimmte Cluster von Strategien sind somit immer auf den vorderen Rangplätzen, andere im mittleren Bereich und zwei Strategien (18 und 28) teilen sich konkurrenzlos die letzten beiden Plätze.

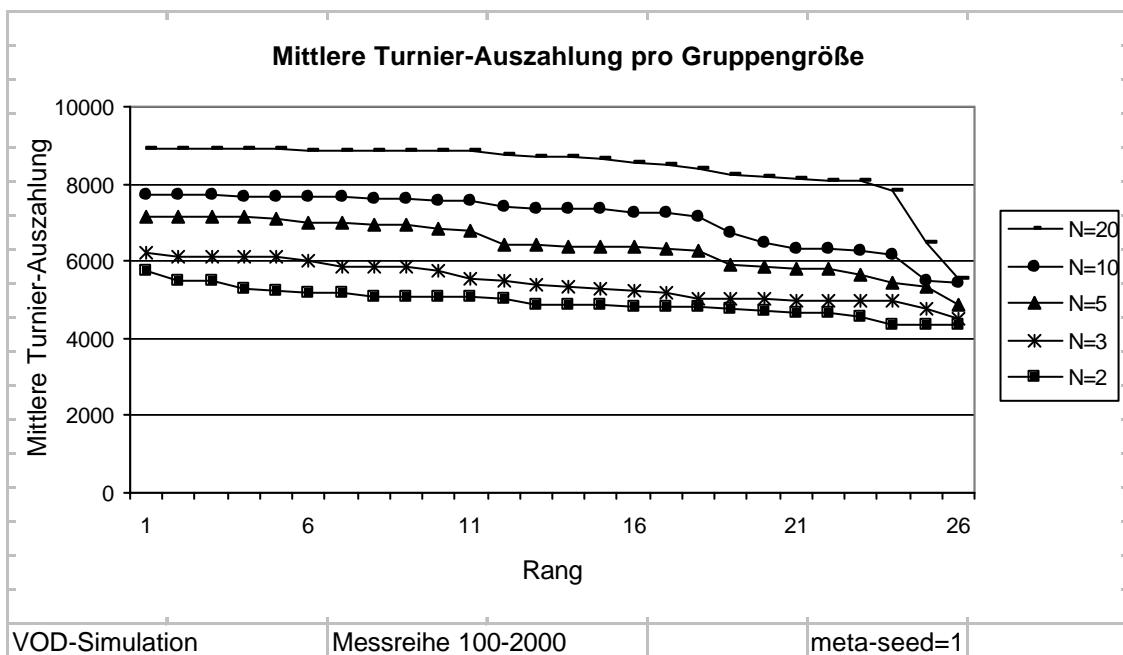
Rang	N = 2	N = 3	N = 5	N = 10	N = 20	N = all
1	5	5	2	2	15	5
2	27	20	17	15	2	17
3	17	11	15	11	17	20
4	20	17	11	27	20	2
5	7	2	20	17	27	11
6	23	15	14	14	5	14
7	9	19	5	20	11	23
8	14	23	23	8	14	9
9	26	9	9	5	8	15
10	2	14	8	23	23	8
11	11	27	19	9	9	19
12	19	8	16	26	7	27
13	12	16	13	6	26	26
14	16	13	25	19	13	13
15	6	1	6	13	6	7
16	13	18	26	7	1	16
17	8	26	1	16	19	6
18	29	25	7	1	16	1
19	18	21	27	12	25	25
20	1	24	24	25	12	12
21	28	29	29	24	29	29
22	25	6	21	29	21	24
23	10	12	12	21	24	21
24	24	7	10	10	10	10
25	15	10	18	28	28	18
26	21	28	28	18	18	28
VOD-Simulation	Rangplatz jeder Strategie pro Gruppengröße					N = all
Messreihe 100-2000						meta-seed=1

Die Strategie 5 ist insgesamt der Sieger. Allerdings befindet sie sich nur in kleinen Gruppen auf dem ersten Platz. In größeren sackt sie bis auf Platz 9 ab (bei N = 10). Auffällig ist etwa die Strategie 17. In der Gruppengröße N = 2 verfolgt sie eine Regel der alternierenden bedingten Kooperation. In allen anderen Gruppengrößen defektiert sie immer. In kleinen Gruppen (N = 2 und N = 3) rangiert relativ nah bei der Siegerstrategie. In größeren Gruppen hat sie sogar immer einen besseren Rangplatz belegt. Insgesamt erreicht sie allerdings nur den 2. Platz.

Nun, woran liegt das? Rangplätze berücksichtigen keine Auszahlungsdifferenzen, sondern nur ein Mehr und ein Weniger – wie groß oder gering der Unterschied auch sein mag.

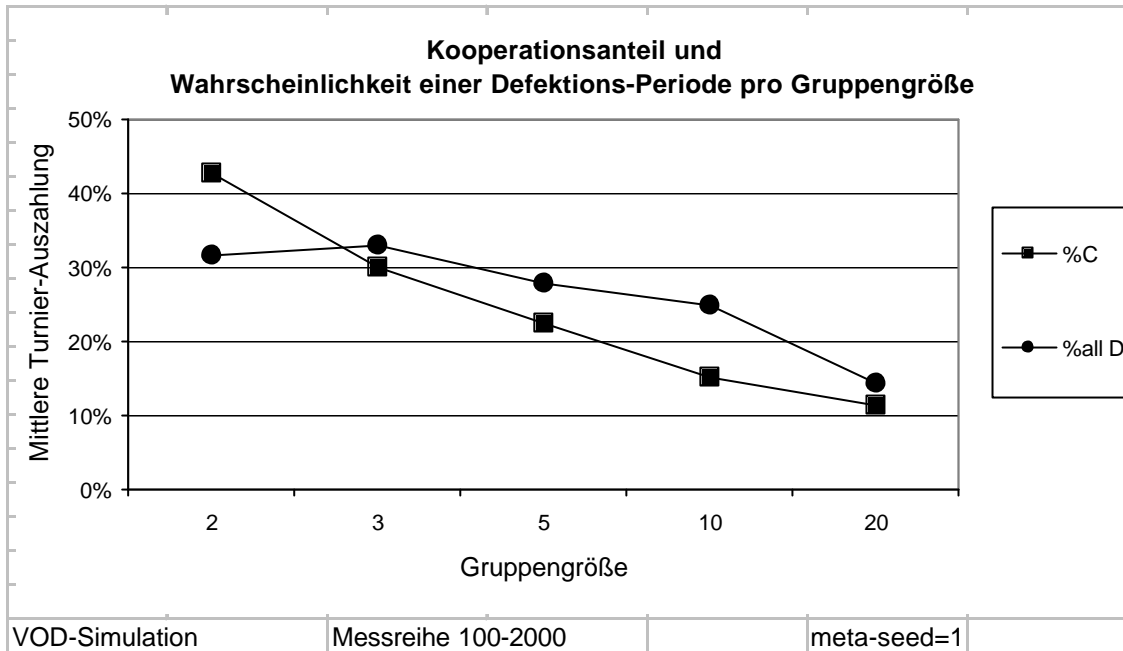


Für alle Rangplätze kann daher die Differenz eines jeden Ranges zum ersten Platz betrachtet werden. Anders ausgedrückt sind dies die kumulierten Differenzen zwischen den Auszahlungen von einem Rangplatz zum nächst tieferen. Die Unterschiede zwischen den Rangplätzen sind in Gruppengröße $N = 2$ deutlich höher als in Gruppengröße $N = 20$. Dort unterscheiden sich die Auszahlungen der ersten 11 Ränge nur minimal. Hervorzuheben ist dies auch im Hinblick auf die absolute Auszahlung in den 5 verschiedenen Gruppengrößen.

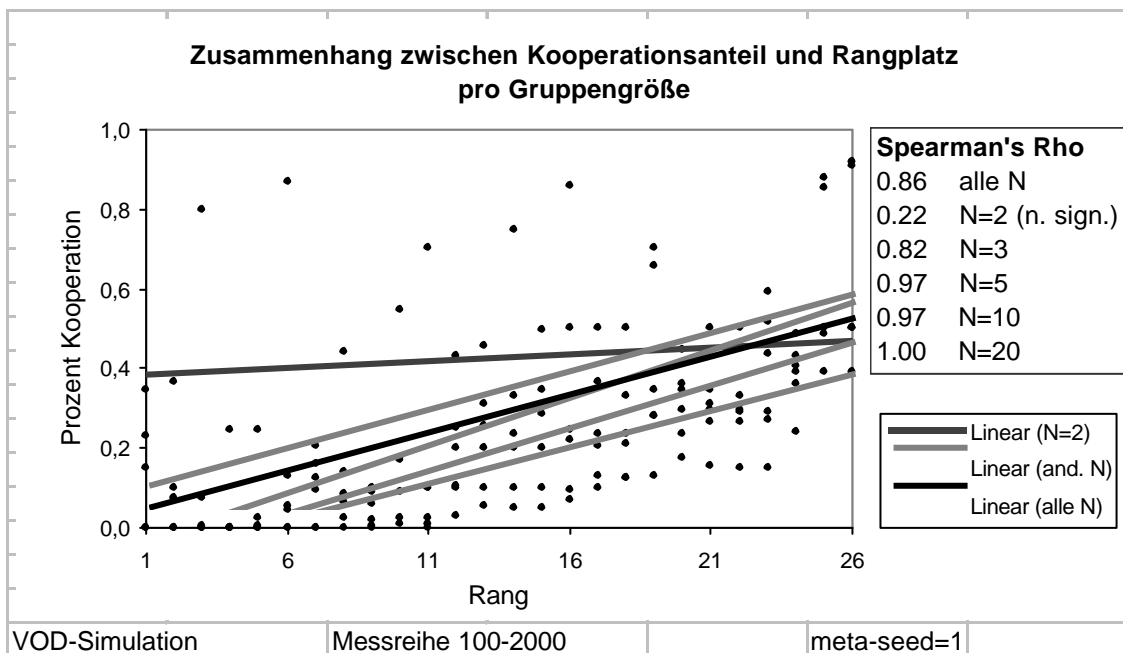


Hier ist die absolute mittlere Turnierauszahlung pro Gruppengröße dargestellt. Die Linie ganz unten ist für die Gruppengröße $N = 2$, darüber für $N = 3$ usw. bis ganz oben für $N = 20$. Mit zunehmender Gruppengröße ist das Auszahlungsniveau also für alle Rangplätze höher (monoton steigend in N).

Eigentlich sollte das Gegenteil anzunehmen sein, weil die Strategien mit zunehmender Gruppengröße defektiver werden.

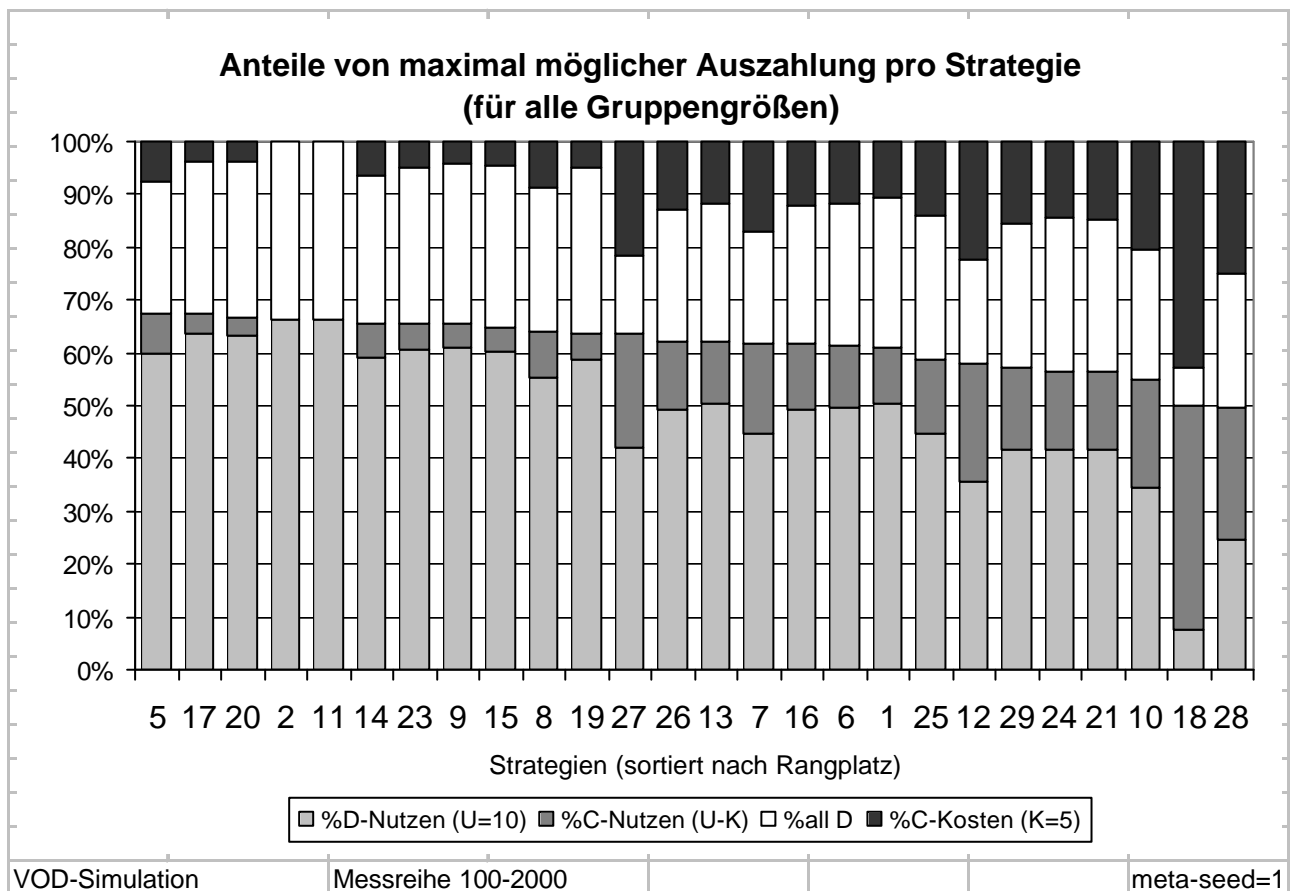


Der durchschnittliche Kooperationsanteil aller Strategien sinkt mit zunehmender Gruppengröße tatsächlich (%C). Allerdings verringert sich gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit, dass alle Strategien in einer Periode defektieren (%all D). Dies liegt daran, dass es immer noch Strategien gibt, die kooperieren (selbst in N=20 ist %C > 10 %). In großen Gruppen verschafft dies einem größeren Anteil an Defektoren jeweils 10 Punkte. Das Auszahlungsniveau erhöht sich dann insgesamt.



Zum Kooperationsanteil ist mittels Regressionsanalyse außerdem festzustellen, dass dieser von den ersten bis zu den letzten Rängen um etwa 2 % pro Rangplatz ansteigt. Dies zeigt die schwarze Linie für alle Gruppengrößen N mit einem recht hohen Rangkorrelationskoeffizienten von 0.86 (Spearman's Rho). Das bedeutet, je mehr eine Strategie kooperiert, desto niedriger ist ihr Rang. Dies gilt für alle Gruppengrößen (graue Linien, $N=20$ sogar vollständiger Zusammenhang) bis auf die Gruppengröße $N = 2$ (obere Linie, Zusammenhang nicht signifikant). Da in Gruppengröße $N = 2$ die Auszahlungsdifferenzen jedoch größer sind, wird der Sieger dort bestimmt.

Wie viel haben die Strategien jedoch von dem erreicht, was möglich gewesen wäre?



Das Maximum wäre, in jeder Periode 10 Punkte zu erhalten (100 %). Über alle Gruppengrößen haben alle Strategien mindestens 50 % davon erzielt. Bis auf die Strategie 18 macht der Defektions-Nutzen den Hauptteil der erreichten Auszahlung aus (hellgrauer Bereich). Und, auch hier ist zu sehen, dass die Kooperations-Auszahlung (dunkelgrau) auf den vorderen Rängen einen deutlich geringeren Teil ausmacht als auf den hinteren Plätzen. Die weißen Flächen sind die Anteile, in denen eine Strategie nichts erhalten hat, weil alle defektiert haben. Die dunklen Bereiche (ganz oben) sind die C-Kosten.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERSTEN ERGEBNISSE

Sieger ist die Strategie 5 (Gewohnheitsstrategie), eingereicht von Roger Berger. Allerdings ist sie nicht in allen Gruppengrößen die siegreiche Strategie, sondern nur in den kleinen. Nun sind in kleinen Gruppen die Auszahlungsdifferenzen zwischen den Rangplätzen jedoch größer. Damit wird der Sieger hauptsächlich in den kleinen Gruppengrößen bestimmt.

Weiterhin steigt das Auszahlungsniveau mit wachsender Gruppengröße. Dies liegt daran, dass sich der Kooperationsanteil mit zunehmender Gruppengröße verringert. Die Wahrscheinlichkeit einer Defektions-Periode sinkt jedoch ebenfalls.

Alle Strategien haben mindestens 50 % der maximal möglichen Auszahlung in der gespielten Anzahl Perioden erreicht. Bis auf die Strategie 18 macht der Defektions-Nutzen den Hauptteil der erreichten Auszahlung aus.

Herauszufinden war auch, dass die Strategien insgesamt relativ robust gegen Schwankungen sind. Dies zeigt die Clusterung der Rangplatz-Häufigkeit der Strategie.

SUMMARY OF THE FIRST RESULTS

The winner is the strategy 5, suggested by Roger Berger ("Gentle Temporiser", a strategy which decisions are guided by habit). However, it is only in small group sizes the winning strategy. But the winner is determined mainly by his performance in small group sizes, because the payoff differences between the ranks are much larger in small group sizes than in bigger ones.

Furthermore, the overall payoff level raises with increasing group size due to a reduction in the proportion of cooperation. The probability of defective periods (i. e. periods without any cooperative choice) also decreases.

Each strategy has reached at least 50 percent of its maximum possible payoff, given the number of played each strategy has played. The greatest amount of utility results from defection, except for strategy 18.

A further finding is that the strategies' ranking is relatively robust. This was also shown by the frequencies of strategies' rank that are highly clustered.