Hartmut Kliemt/Bernd Schauenberg

Zu M. Taylors Analysen des Gefangenendilemmas*

Abstract: The theory of games, though at first greeted with great expectations by some social scientists, soon became a source of frustrated hopes to many of them. Too much of the theory seemed to be devoted to "zero-sum" and "one-shot" games. But most social contexts are not zero-sum and involve repeated interaction too. There was a certain lack of such game theoretic models which could be successfully adapted to social phenomena as were apt to appear in reality. Recently the theory of games seems to be on its way to closing this gap within a special branch devoted to "repeated games" or "supergames". Very promising is the approach of Michael Taylor which is surveyed and discussed in the subsequent paper. This approach has two main merits: First it can be understood with a modest mathematical background, secondly it can be adapted easily to a more precise reconstruction of classical topics in political theory. Though one might not agree with some of Taylor's conclusions it seems to be worthwhile to get acquainted at least with the basics of his analysis and to take it as a first step to opening avenues for future social research.

I. Einleitung

Einer lange Zeit weitverbreiteten Praxis entsprach es, nicht-organisierte Interessen auch als nicht-existent anzusehen. Nach und nach wurde sich jedoch eine breitere und nicht nur wissenschaftliche Öffentlichkeit der Tatsache bewußt, daß Interessen selbst dann, wenn sie von sehr vielen Menschen geteilt werden, einfach deshalb unberücksichtigt und unbefriedigt bleiben können, weil den Interessenten die Fähigkeit zur freiwilligen Kooperation abgeht. In der Folge davon urteilte man mit immer größerer Skepsis über die Frage, ob am eigenen Interesse orientierte Individuen in der Lage sind, durch freiwillige Zusammenarbeit mögliche Kooperationsvorteile zu sichern. Je mehr man sich mit dieser Frage beschäftigte, desto mehr schienen die rationale private Interessenverfolgung und die rationale kollektive Interessenwahrung in Konflikt zu geraten. Damit war eines der zentralen Probleme jeder theoretischen Diskussion der menschlichen Sozialorganisation, nämlich das Verhältnis von individueller und kollektiver (oder gesellschaftlicher oder organisatorischer) Rationalität angesprochen. Wesentliche Aspek-

* Besprechungsaufsatz und Kommentar zu Taylor, M., Anarchy and Cooperation, London u.a. 1976. Die Autoren danken allen Teilnehmern an dem Seminar über "Neuere Theorien der Kooperation", das im Sommersemester 1980 an der Universität Frankfurt/M. durchgeführt wurde, vor allem W. Becker, A. Kulenkampff, H. Laux und D. Ordelheide.

te dieser Fragestellung wurden und werden in zunehmendem Umfang nicht nur in diversen staatstheoretischen Untersuchungen behandelt, sondern auch in scheinbar so disparaten Diskussionen wie der um den Umweltschutz, um die Privatisierung öffentlicher Ausgaben, um Unternehmensverfassungen oder gar um die Kleidung von Berufssportlern (Schelling 1978, 211 ff.).

Angesichts dieser Diskussion um den Konflikt zwischen kollektiven und privaten Interessen muß unter Bedingungen individuell rationaler Interessenverfolgung die Hoffnung auf Ergebnisse, die auch kollektiv rational sind, häufig als müßig erscheinen. Deshalb ist es bemerkenswert, wenn ein Autor die These vertritt, daß auch bei einer ausschließlich privaten Interessenverfolgung freiwillige Kooperation möglich sei (bzw. sein könne). M. Taylor hat in "Anarchy and Cooperation" versucht, diese vor allem unter spieltheoretischen Vorzeichen kühne These mit spieltheoretischen Mitteln zu verteidigen. Damit greift er die Gegenthese von den Schwierigkeiten der freiwilligen Kooperation gerade in deren überzeugendster theoretischer Formulierung an - und das auch noch mit dem "gegnerischen" Instrumentarium.

Grundlage der Argumentation von M. Taylor ist ein bestimmtes - in jüngster Zeit oft untersuchtes - spieltheoretisches Modell, das sog. Gefangenendilemma. Es erlaubt die idealtypische Diskussion einer weiten Klasse von Problemen der menschlichen Sozialorganisation, die <u>dann</u> auftreten können, wenn Menschen unter persönlichen Kosten allgemein nützliche Regeln befolgen sollen. Dabei sind die Regeln in dem Sinne nützlich, daß durch ihre allgemeine Befolgung <u>jeder</u> Beteiligte besser gestellt wird, als er es im Falle der allgemeinen Nicht-Befolgung wäre. Deshalb ist jedes Individuum persönlich sowohl an der privaten Kostenvermeidung als auch an der allgemeinen Befolgung von Regeln interessiert. Aus diesem doppelten Interesse ergibt sich der für das Gefangenendilemma typische Konflikt zwischen verschiedenen Zielsetzungen und Personen. Da eine zu große Vertrautheit mit einer Situation oft den Blick auf die situationstypischen Grundmerkmale verstellt, befassen wir uns zunächst einmal mit Ausnahmesituationen.

II. Das Grundmodell

a. Eine Geschichte

Dem Spieltheoretiker A. W. Tucker wird die folgende, allerdings in verschiedenen Varianten verbreitete Geschichte zugeschrieben. Zwei Verdächtige sitzen im Gefängnis eines amerikanischen Bundesstaates, in dessen Rechtssystem die Institution des straffreien Kronzeugen verankert ist. Der Staatsanwalt ist auf der Basis der ihm verfügbaren Informationen in der Lage, die beiden Verdächtigen des illegalen Waffenbesitzes auch ohne deren Geständnis zu überführen. Dafür würde jeder der Verdächtigen mit einem Jahr Gefängnis bestraft. Beide wollen dies gern vermeiden. Der Staatsanwalt, der sie eines schweren Verbrechens überführen möchte, dem hierzu jedoch die Beweise fehlen, weiß dies und bietet jedem von ihnen deshalb an, Kronzeuge zu werden - d.h. zu gestehen, während der andere nicht gesteht. <u>Sofern</u> der jeweils andere nicht geständig sein sollte, ginge der Geständige straffrei aus und der Nicht-Geständige erhielte eine Haftstrafe von zehn Jahren. Sollten sie jedoch beide gestehen, so würde ihnen nur der Strafmilderungsgrund des Geständnisses zugute gehalten. Keiner gelangte dann in die privilegierte Position des Kronzeugen, weshalb beide mit einer Haftstrafe von neun Jahren bestraft würden.

Die Gefangenen, nennen wir sie A und B, sind sich der geschilderten Situation bewußt, wenn sie einzeln zum Staatsanwalt gebracht werden, um ihre Aussage zu machen. Beide stehen vor der Frage, zu gestehen oder nicht zu gestehen. Dabei muß jeder die beiden Fälle unterscheiden, daß der jeweils andere nicht gesteht (hier "C", von cooperates - mit dem anderen Gefangenen und nicht mit dem Staatsanwalt) bzw. gesteht (hier "D", von defects).

A wird etwa sein Entscheidungsproblem (die Wahl zwischen C und D) unter der Bedingung, daß B nicht gesteht, mit dem eigenen Geständnis (also mit D) lösen. Er erhält dann die Straffreiheit des Kronzeugen, während er bei der Wahl von C zu einem Jahr Gefängnis verurteilt würde. Unter der Bedingung, daß B gesteht, wird A ebenfalls gestehen. Er erhält dann neun Jahre Gefängnis anstatt der zehn Jahre, die er absitzen müßte, wenn er zulassen würde, daß B Kronzeuge wird. Dies ist ein erstes wichtiges Charakteristikum des Gefangenendilemmas. Wenn A nun daran interessiert ist, das selbst zu erleidende Strafübel möglichst gering zu halten, dann wird er ganz unabhängig davon, was B tut, und ganz unabhängig davon, welche Handlung er von B erwartet, auf jeden Fall gestehen. Gestehen ist, wie man in der Entscheidungstheorie sagt, eine dominierende Handlungsalternative, d.h., sie ist der Handlungsalternative Nicht-Gestehen unter allen möglichen Umständen überlegen. Es gilt i.d.R. als plausibel, daß man dominierende Handlungsalternativen dann, wenn es sie gibt, auch wählt.

Für B können nun aber die gleichen Überlegungen angestellt werden. Auch für ihn ist die Handlungsalternative "Gestehen" eine dominierende Handlungsalternative, gegen deren Wahl kaum Einwände erhebbar scheinen. A und B werden also bei individuell rationaler Entscheidung beide gestehen und jeweils neun Jahre in staatlicher Pension verbringen, obgleich sie beide nur ein Jahr ins Gefängnis gehen müßten, wenn jeder sich zum anderen "kooperativ" verhalten, also nicht gestehen würde.

Die Situation ist deshalb so mißlich, weil einerseits jeder Beteiligte genau das tut, was in jedem der für ihn relevanten Fälle das für ihn Beste ist, andererseits gerade dadurch ein Ergebnis entsteht, zu dem es ein für jeden der Beteiligten besseres Ergebnis gibt. Die "unsichtbare Hand" des individuellen Eigeninteresses führt hier nach dem Prinzip, eine unter allen Bedingungen überlegene Handlungsalternative zu wählen (d.h. nach dem Dominanzprinzip) zu einer Lösung, bei der sich jeder Beteiligte, ohne dem anderen zu schaden, verbessern könnte, durch die also das (schwache) Paretoprinzip verletzt wird. Das Dilemmatische an dieser Situation besteht vor allem darin, daß die Beteiligten zu dem gegenüber beiderseitigem Defektieren

(D,D) für jeden besseren Ergebnis (C,C) nur dann gelangen können, wenn sie gegen das prima facie so plausible Dominanzprinzip verstoßen.

In einer Matrixdarstellung ergibt sich folgendes Bild:

		B	
		C	D
A	C	-1,-1	-10,0
	D	0,-10	-9,-9

Dabei geben die Absolutwerte der jeweils ersten Ziffer in den Zellen an, welche "Einzahlungen" A in Jahren gerechnet in diesem Spiel erhalten kann, während die Absolutwerte der zweiten Zahlen die gleiche Angabe für B bilden. Es wird angenommen, daß der "Wert", den A und B den Ergebnissen beimessen, durch den negativen Betrag der Gefängnisjahre erfaßt wird. "C" bzw. "D" geben die "Spielzüge" der beiden Spieler wieder, also das Nicht-Gestehen oder das Gestehen.

Man kann nun einfach zeigen, daß für das Entstehen eines Gefangenendilemmas nicht die speziellen Zahlen in der obigen Matrix notwendig sind. Dazu schreiben wir die Matrix in folgender Weise um:

		B	
		C	D
A	C	x,x	z,y
	D	y,z	w,w

Notwendig und hinreichend für das Entstehen eines Gefangenendilemmas sind in einer derartigen symmetrischen Situation, die gleiche Werte für jeden Beteiligten aufweist, die Bedingungen

(1) $y > x$ und $w > z$

(2) $x > w$.

Fehlt die Symmetrie, so lassen sich für jeden Spieler getrennt analoge Bedingungen formulieren. (1) sorgt dafür, daß C von D dominiert wird und (2) dafür, daß das Paretoprinzip verletzt wird. (1) und (2) können auch unter Anwendung der üblichen Transitivitätsannahmen zu $y > x > w > z$ zusammengefaßt werden.

b. Zur Relevanz des Grundmodells

Die alleinige Abhängigkeit des Gefangenendilemmas von der Ordnung der Ergebnisbewertungen ist mit ausschlaggebend dafür, daß dieses Dilemma nicht nur für rationale amerikanische Kriminelle Bedeutung hat, sondern charakteristisch ist für eine

Vielzahl sozialer Interaktionssituationen. Es tritt typischerweise - wenn auch nicht notwendig - immer dann auf, wenn sich zwei oder mehr Leute unter persönlichen Kosten mit einem Gut oder einer Leistung versorgen wollen, die für jeden von Nutzen ist, von deren Genuß jedoch keiner den anderen ausschließen kann, weil der Ausschluß entweder unmöglich oder zu teuer ist; wenn also die Sicherung eines möglichen, aber nicht zwingenden Kooperationsgewinns von einem (wie auch immer) abgestimmten Verhalten der Beteiligten abhängt.

In der heutigen Welt bieten insbesondere Fragen des Umweltschutzes hinreichendes Anschauungsmaterial für Gefangenendilemma-Situationen. Daran etwa, daß die Luft nicht verpestet oder das Meer nicht überfischt wird, hat nahezu jeder ein Interesse, doch der Beitrag, den ein einzelner zur Erhaltung derartiger Güter leisten kann, ist so gering, daß er vernachlässigt werden darf, während die Bereitstellung der Güter selbst möglicherweise recht gravierende Opfer verlangt.

Das Gefangenendilemma ist in solchen Situationen besonders schwer zu überwinden, weil eine Vielzahl von Beteiligten vorhanden ist. Dies verdeutlicht etwa folgende Überlegung: Verhalten sich fast alle umweltgerecht, dann ist eine einzelne (vorzugsweise geheime) Verletzung der entsprechenden "Verhaltensnormen" unschädlich; verhält sich fast keiner umweltgerecht, dann wäre es ein überflüssiges Opfer, sich nicht ebenfalls umweltschädlich zu verhalten; für alle Zwischenformen des Kooperationsgrades, wie etwa jeweils einer Hälfte umweltfreundlichen und umweltschädlichen Verhaltens, ergibt sich aufgrund der Vielzahl der Beteiligten die Vernachlässigbarkeit des Einzelverhaltens. Individuellem Verhalten sind relevante Zustandsveränderungen auf der Ebene kollektiver Ergebnisse unter der Bedingung der großen Zahl gerade <u>nicht</u> - zumindest nicht vollständig - zurechenbar. Weil das individuelle Rationalverhalten stets nur die von ihm <u>verursachten persönlichen</u> Kosten berücksichtigt, führt dies nach dem Dominanzprinzip alle Beteiligten zu einem Zustand, zu dem es einen für jeden besseren, doch nur durch Verletzung des Dominanzprinzips erreichbaren Zustand gibt, der dem Paretoprinzip genügt.

Andererseits kann man sich leicht verdeutlichen, daß die Wiederholung einer Interaktion vom Typ des Gefangenendilemmaspieles zu Abhängigkeiten führen kann, die kooperatives Verhalten der Beteiligten begünstigen. Wenn zwei Ruderer - etwa feindliche Brüder - in einem Boot sitzen und sich jeder der beiden am liebsten ohne eigenes Zutun vom jeweils anderen zum gemeinsamen Ziel bringen lassen würde, so kann man dies als eine Aneinanderreihung von Gefangenendilemmasituationen rekonstruieren. Bei jedem Schlag besteht für jeden der Ruderer die Versuchung, unter Vermeidung eigener Anstrengung den anderen arbeiten zu lassen und insofern auszunutzen. Keiner der beiden läßt sich gern ausnutzen und deshalb zieht es jeder vor, überhaupt nichts zu tun als alleine zu rudern. Doch dann kommen beide nicht von der Stelle und jeder würde es begrüßen, wenn beide ruderten <u>und</u> sich dem Ziel näherten. Die Aussicht, daß der jeweils andere auf eigene Untätigkeit bei <u>nachfolgenden</u> Ruderschlägen ebenfalls mit Untätigkeit reagieren kann, hält beide davon ab, das Rudern einzustellen und das Gefangenendilemma verschwindet insoweit durch Wiederholung (vgl. Mackie 1980, 88 f.).

Aus den beiden voranstehenden Überlegungen wird deutlich, daß der im Gefangenendilemma zum Ausdruck kommende Konflikt zwischen individueller Rationalität (Dominanzprinzip) und kollektiver Rationalität (Paretoprinzip) nicht ohne weiteres behauptet werden kann. Es gibt konfliktverschärfende Einflüsse wie vor allem den großer Beteiligtenzahlen und konfliktmildernde wie den wiederholter Interaktion. Zumindest in zwei Richtungen muß deshalb die Modellanalyse von Gefangenendilemmasituationen gegenüber dem Grundmodell erweitert werden. Beide Erweiterungen wurden von M. Taylor im Anschluß an andere Untersuchungen vorgenommen, in ihren Auswirkungen analysiert und schließlich über die üblichen alltagstheoretischen Überlegungen hinaus einer Anwendung auf die klassischen Staats- und Gesellschaftslehren von T. Hobbes und D. Hume zugeführt. Betrachten wir diese Themen der Reihe nach.

III. Das 2-Personen-Superspiel

Das einfache Gefangenendilemma(-spiel) sei im folgenden Normalspiel genannt. Die hier zunächst ins Auge gefaßte Verallgemeinerung besteht darin, daß das Normalspiel mehrfach hintereinander gespielt wird. Zur Beschreibung der Folge von Spielen führen wir einen (diskreten) Zeitindex $t=0,1,2...$ ein. Für alle weiteren Überlegungen gilt $t \to \infty$. $t=0$ bezeichnet den Beginn des Beobachtungszeitraumes. In der ersten Periode wird das erste Normalspiel gespielt. Am Ende der ersten Periode, in $t=1$, erhalten alle Spieler ihre Einzahlungen aus dem ersten Spiel, usw. Ein Spiel, das aus einer Sequenz von Normalspielen je Periode t besteht, heißt Superspiel. Zunächst müssen die Strategien und die Ergebnisse eines solchen Spiels charakterisiert werden.

Strategien in einem Superspiel kann man sich als ein vollständiges Programm vorstellen, in dem zu Beginn (d.h. vor dem ersten Normalspiel) festgelegt wird, was die Spieler bei allen denkmöglichen Spielverläufen je nach den von ihnen und ihren Mitspielern gewählten Handlungen tun werden. Eine erste Superspielstrategie kann für einen Spieler darin bestehen, unabhängig von den Handlungen des anderen Spielers stets C in jedem Normalspiel zu spielen. Wir bezeichnen diese Strategie mit C^∞. Eine zweite mit D^∞ bezeichnete Superspielstrategie kann darin bestehen, in jedem Normalspiel D zu spielen. C^∞ und D^∞ sind von den Handlungen des Gegenspielers vollkommen unabhängig. Sie werden deshalb als unbedingte Strategien bezeichnet.

Eine dritte Superspielstrategie, die erste bedingte Strategie, kann wie folgt präzisiert werden: Der Spieler fängt mit C an und spielt C solange, bis der andere zum ersten Mal D spielt. Ist das einmal der Fall, dann spielt er k-mal D und anschliessend, unabhängig von den Zügen des anderen, wieder C. k sei dabei positiv und ganzzahlig. Unser Spieler bleibt dann bei C, es sei denn, der andere spielt wieder einmal D. Dann spielt unser Spieler wieder D. Dabei erhöht er die Anzahl der D-Züge von k auf k+1 usw. Diese Strategie soll mit A_k bezeichnet werden. A_∞ entspricht dann einer Strategie, in der unser Spieler das erstmalige D-Spielen des anderen mit D beantwortet und dabei ad infinitum verbleibt.

Die Strategie A_k ist sehr anschaulich interpretierbar. Das k-malige D-Spielen des einen Spielers kann als "erzieherische Maßnahme" gegenüber seinem Mitspieler verstanden werden. Sie soll als Reaktion auf das D-Spielen des anderen, diesen über eine Art Bestrafung zu kooperativem Verhalten, also zur Wahl von C-Zügen, anhalten. Das Steigern der Bestrafungsintensität von k auf k+1 usw. soll dieser Intention Nachdruck verleihen.

Bei einer <u>vierten</u> Superspielstrategie B beginnt unser Spieler mit C und spielt dann in jedem weiteren Normalspiel genau so, wie der andere im vorherigen Normalspiel. Die <u>fünfte</u> Superspielstrategie B' ähnelt der vierten. Nur beginnt der Spieler hier mit D. Dann spielt er wieder stets so, wie der andere im vorherigen Spiel.

Ganz sicher kann man sich über die fünf von M. Taylor eingeführten Strategien hinaus noch weitere vorstellen. Aussagen, die bezüglich eines solchermaßen begrenzten Strategieraumes abgeleitet werden können, müssen vorsichtig beurteilt werden. So erlauben sie z.B. allenfalls die Bestimmung von <u>notwendigen</u> Eigenschaften der fünf betrachteten Strategien als möglicher "Lösungen". In einem erweiterten Strategieraum kann es möglich sein, daß Ergebnisse abgeleitet werden, die die Ergebnisse auf der Basis des begrenzten Strategieraumes relativieren. Andererseits kann eine Analyse auf der Basis der fünf eingeführten Strategien mindestens zwei wesentliche Punkte für sich reklamieren. Erstens erlaubt sie es, den Unterschied von bedingten und unbedingten Strategien zu prüfen. Zweitens führt sie aufgrund ihrer Begrenztheit zu definitiven Resultaten. Für andere denkbare Strategien darf zwar mit einiger Berechtigung bezweifelt werden, daß man deren Konsequenzen auch explizit ermitteln kann. Die auf grundsätzlich fünf Strategien begrenzte Analyse liefert jedoch durchaus Anhaltspunkte über die in komplexeren Fällen zu erwartenden Verhältnisse. In der Folge gehen wir daher mit M. Taylor von der Annahme aus, daß es nur die oben eingeführten fünf Strategien gibt.

Strategien sind nichts anderes als vollständige Handlungsprogramme, die zu Beginn des Superspiels, also in t=0, alle Züge des einen Spielers bei gewissen Zügen des anderen Spielers festlegen. Wenn die Züge beider Spieler durch solche Strategien beschrieben werden können, dann sind alle möglichen Spielverläufe beschreibbar. Wenn das der Fall ist, dann sind alle Ergebnisse beider Spieler, die Einzahlungen bei bestimmten Kombinationen von Zügen, ermittelbar.

Die Bewertung der Einzahlungen kann allerdings nicht unabhängig von der Zeitpräferenz der Spieler erfolgen. Damit ist folgender Zusammenhang angesprochen: Die Einzahlungen aus einem Superspiel fallen zu den Zeitpunkten t=1,2,3,... an. x_1 bezeichnet z.B. eine Einzahlung an einen Spieler in Höhe von x zum Zeitpunkt t=1. Faßt man mögliche pathologische Fälle nicht ins Auge, so kann man annehmen, daß die Individuen bezogen auf t=O frühere Einzahlungen bei gleichem Betrag späteren Einzahlungen vorziehen. "Warten" muß für diese Individuen durch steigende Beträge kompensiert werden. Im Rahmen dieser allgemeinen Logik intertemporaler Bewertungen steht dahinter eine Überlegung, die sich an folgendem geläufigen Beispiel verdeutlichen läßt. Ein Kapital von x_o, das wir im Zeitpunkt 0 besitzen, würde sich auf einem Bankkonto zu einem Zinssatz q_i verzinsen und damit auf $x_1=x_o+x_oq_i=x_o(1+q_i)$ anwachsen,

woraus sich sofort $x_o= (\frac{1}{1+q_i})x_1$ ergibt. Wenn also jemand im Zeitpunkt t=1 x_1 besitzen will und sein Geld zu q_i anlegen kann, so braucht er dazu in t=O nur x_o, der Restbetrag $x_o \cdot q_i$ ergibt sich aus der Verzinsung. Umgekehrt ist dann ein künftiges Kapital von x_1 im Zeitpunkt t=O nur $x_o=x_1(\frac{1}{1+q_i})$ wert. Dies läßt sich durch wiederholte Anwendung auf jede Anzahl von Perioden und auch anstelle von Geldbeträgen auf subjektive Nutzenwerte ausdehnen. Ohne sich auf eine bestimmte Periode oder den geldlichen Charakter festzulegen, kann man deshalb auch allgemein von "Einzahlungen" sprechen.

Ökonomen fangen diesen Zusammenhang durch das sog. "Abzinsen" mit einem Zinssatz q_i ($0 < q_i$) für das Individuum i ein. Zum Zeitpunkt t=O hat eine Einzahlung x_1 einen sog. Barwert von $x_1/(1+q_i)$, x_2 einen Barwert von $x_2/(1+q_i)^2$ usw. Setzt man nun

(3) $a_i := \frac{1}{(1+q_i)}$

so erhält man für jedes i das, was M. Taylor einen <u>Diskontparameter</u> nennt, den Barwert einer Einzahlung x_t zum Zeitpunkt t=O mit $x_t \cdot a_i^t$ und den einer Folge von Einzahlungen mit $\sum_t x_t \cdot a_i^t$, als Summe der Barwerte aller künftigen Einzahlungen.

Mit der Bezeichnung q_i wird ausgedrückt, daß die Zinssätze etwa im Gegensatz zu den "symmetrischen" Einzahlungen für die einzelnen Individuen durchaus unterschiedlich sein können. Diese modellmäßig unterschiedliche Behandlung der für die Spiel- und Strategiebewertung ausschlaggebenden Faktoren läßt sich insofern rechtfertigen, als die Einzahlungen, obschon sie subjektive Wertschätzungen repräsentieren, als stärker vom Spiel bestimmt gelten dürfen als die Zinssätze q_i, die mehr von individuellen Faktoren außerhalb des Spieles beeinflußt werden - etwa vom Alter der Spieler.

Nicht nur im engeren Sinne wirtschaftliche, sondern Zielsetzungen ganz beliebiger Art wünschen die Menschen regelmäßig möglichst früh zu erreichen. Sie bewerten das (zeitlich) Naheliegende grundsätzlich höher als das Fernliegende. Für alle jene Ziele, die eine geeignete näherungsweise Messung von Ziel-

erreichungsgraden erlauben, läßt sich diese natürliche Präferenz für das Naheliegende durch eine "Abzinsung" der den Zielerreichungsgrad zu späteren Zeitpunkten messenden "Einzahlungen" wiedergeben. Positive q_i kann man allgemein als Ausdruck der Unsicherheit des Individuums i, das nicht weiß, wieviele Spielrunden es noch leben wird, werten.
Jetzt können in einem nächsten Schritt die Ergebnisse des Superspiels berechnet werden. Als ein Ergebnis des 2-Personen-Superspiels werden diejenigen Barwerte von Einzahlungsfolgen eines Spielers bezeichnet, die sich dann ergeben, wenn er eine der fünf Superspielstrategien und der andere Spieler ebenfalls eine wählt. Bei zwei Spielern und fünf Strategien je Spieler sind fünfundzwanzig Ergebnisse möglich. Um die Vorgehensweise zu verdeutlichen, reicht es aus, an einem einfachen Beispiel aufzuzeigen, wie ein solches Ergebnis ermittelt werden kann.

Nehmen wir an, beide Spieler wählen C^{∞}. Bei jedem Normalspiel ergibt sich dann x_t als Einzahlung für jeden Spieler i (i=1,2). Setzen wir nun, da fortwährend das gleiche Normalspiel gespielt werden soll,

$$(4)\quad x := x_1 = x_2 = x_3 = \ldots = x_t = \ldots,$$

dann ist der Barwert aller diskontierten Einzahlungen wegen der Eigenschaften geometrischer Reihen für jeden Spieler

$$(5)\quad x(a_i + a_i^2 + a_i^3 + \ldots) = \frac{x\, a_i}{1-a_i} = x \frac{\frac{1}{1+q_i}}{1-\frac{1}{1+q_i}} = \frac{x}{q_i}$$

Folglich ist das Ergebnis der betrachteten Strategiekombination (C^{∞}, C^{∞}) dann $\left(\frac{xa_1}{1-a_1}, \frac{xa_2}{1-a_2}\right)$. Analog können die anderen Ergebnisse (zu einer Übersicht vgl. Taylor 1976, 35) berechnet werden, wobei allerdings nicht immer die einfache Formel für den Barwert einer unendlichen Einzahlungsfolge ausgenutzt werden kann.

Die so ermittelten, den 25 Strategiekombinationen zugeordneten Ergebnisse können einer näheren Analyse unterzogen werden. Von Interesse ist dabei vor allem die Frage, ob die beiden Spieler je für sich dann, wenn man hypothetisch davon ausgeht, daß ein bestimmtes Ergebnis gegeben sei, ein Interesse daran haben, ihre Strategie zu wechseln, weil eine andere Strategie nach Maßgabe ihrer Präferenzen und ihres Diskontparameters zu einem besseren Ergebnis führt. Das ist nichts anderes als die Frage nach den Gleichgewichtseigenschaften eines Ergebnisses bzw. einer Strategiekombination. Die in der obigen Frage ausgedrückte Gleichgewichtskonzeption, die sog. NASH-Gleichgewichtskonzeption*, läßt sich wie folgt präzisieren: Eine Strategiekombination (oder ihr Ergebnis) ist genau dann ein Gleichgewicht, wenn jeder Spieler i unter der Voraussetzung, daß jeder andere Spieler j ($j \neq i$) seine Strategie nicht verändert, durch die Wahl einer anderen Strategie sein Ergebnis nicht verbessern kann. Man spricht hier von einem Gleichgewicht, weil niemand in einer solchen Situation einen Anreiz hat, seine Strategie einseitig zu ändern, wenn alle anderen bei der ihren bleiben. Insofern liegt eine gewisse Stabilität vor.

Ein mehrseitiger Strategiewechsel könnte allerdings durchaus zu einer anderen, für jeden besseren Lösung führen. In dem Modell von M. Taylor ist überdies kein "erfahrungsbedingter" Wechsel der Strategie während einer Sequenz von Normalspielen vorgesehen. Dies liegt an den Spezifika einer spieltheoretischen Analyse, die auf vollständigen Programmen aufbaut und deshalb für jede Eventualität, für jede Erfahrung, die während des Spielens gemacht werden könnte, von Beginn an eine Antwort vorsieht.

Trotzdem ist es von großem Interesse, sich in der Superspielanalyse auf Strategien zu stützen und nach Gleichgewichten unter den Strategiekombinationen zu fahnden. Denn das Verhalten rationaler Spielpartner wird vermutlich im Zeitablauf gegen ein Verhaltensprogramm "konvergieren", das (irgend-) einer Gleichgewichtsstrategie entspricht. In jedem Falle kann man davon ausgehen, daß rationale Individuen nicht dauerhaft bei einem Verhalten verharren würden, welches nicht einer Gleichgewichtsstrategie entspricht. Auch unter nicht stets individuell rational handelnden Spielpartnern ergeben sich unter Vernachlässigung von einigen "Anfangsrunden" (also nach Wahl eines "neuen" t=0) vermutlich Hinweise auf stabile Verhaltensprogramme durch Gleichgewichtsstrategien. Es dürften diese oder ähnliche Überlegungen sein, die M. Taylor zu einer ausgiebigen Untersuchung der Gleichgewichtseigenschaften von Strategiekombinationen geführt haben. Ein einfaches Beispiel reicht aus, um seine Vorgehensweise zu veranschaulichen.

Will man etwa prüfen, ob die Strategiekombination (C^∞, C^∞), die zu dem Ergebnis $\left(\frac{xa_1}{1-a_1}, \frac{xa_2}{1-a_2}\right)$ führt, ein Gleichgewicht ist, so muß zunächst untersucht werden, ob z.B. der Spieler 1 dann, wenn er eine andere Strategie wählt, - also eine aus $\{D^\infty, A_k, B', B\}$-, ein besseres Ergebnis erzielt. Diese Prüfung kann zu drei denkbaren Befunden führen:

(a) Die in der Ausgangssituation verfolgte Strategie ist auf jeden Fall (d.h. für alle zugelassenen Werte der Einzahlungen und des Diskontparameters) besser als alle anderen möglichen Strategien.

(b) Sie ist auf jeden Fall schlechter als mindestens eine andere Strategie.

---

* Zu dieser Konzeption und zu anderen möglichen Gleichgewichtskonzeptionen vgl. etwa Dasgupta/Heal 1979, S. 11-17, insbes. S. 13.

(c) Sie ist für bestimmte Fälle besser, für andere Fälle schlechter als mindestens eine andere Strategie.

Im vorliegenden Fall kann einfach gezeigt werden, daß (b) zutrifft. Dazu muß man nur bedenken, daß es für den Spieler 1 dann, wenn er davon ausgehen kann (und das kann er hier qua Voraussetzung), daß der Spieler 2 stets C in allen Normalspielen wählt, von Vorteil ist, wenn er mindestens einmal y ($y>x$, nach Voraussetzung) wählt, Daraus folgt, daß die Strategiekombination (C^∞, C^∞) kein Gleichgewicht ist.

Führt man eine solche Analyse für alle 25 möglichen Strategiekombinationen durch, so ergeben sich folgende, z.T. sehr interessante Resultate:

(i) 15 Strategiekombinationen können nie ein Gleichgewicht sein.

(ii) Die unbedingte kooperative Strategie C^∞ ist nie an einem möglichen Gleichgewicht im 2-Personen-Superspiel beteiligt.

(iii) Die einzige Strategiekombination, die stets ein Gleichgewicht bildet, ist (D^∞, D^∞).

(iv) In Abhängigkeit von den Werten der Einzahlungen und der Diskontparameter <u>können</u> außer (D^∞, D^∞) neun weitere Strategiekombinationen ein Gleichgewicht sein. Die insgesamt zehn möglichen Gleichgewichte lassen sich in drei Gruppen einteilen.

(iv a) Die Strategiekombinationen (A_k, A_k), (A_k, B), (B, A_k) und (B, B) können Gleichgewichte sein. Sie führen dann für beide Spieler zu permanenten Einzahlungen in Höhe von x je Periode. Wir bezeichnen diese Gruppe von Gleichgewichten als <u>kooperative</u> Gleichgewichte.

(iv b) Die Strategiekombinationen (B, B') und (B', B) können Gleichgewichte sein. Sie führen dann für beide Spieler zu dauerhaft wechselnden Einzahlungen in Höhe von y und z je Periode. Wir bezeichnen sie als <u>Pendelgleichgewichte</u>.

(iv c) Die Strategiekombinationen (B', B'), (B', D^∞), (D^∞, B') können Gleichgewichte sein. Sie führen dann zu dauerhaften Einzahlungen in Höhe von w je Periode für beide Spieler. Wir bezeichnen sie zusammen mit dem Gleichgewicht (D^∞, D^∞) als <u>nicht-kooperative</u> Gleichgewichte.

Wesentlich ist für eine Diskussion dieser Resultate vor allem die Analyse der Möglichkeit kooperativer Gleichgewichte. Erinnern wir uns: Im 2-Personen-Normalspiel ist (unter normalen Voraussetzungen) eine freiwillige Kooperation beider Spieler ausgeschlossen. Schon jetzt wissen wir, daß dies im 2-Personen-Superspiel nicht mehr gilt. Beim Übergang von 2-Personen-Normalspiel zum 2-Personen-Superspiel verschwindet der für das Interesse am Gefangenendilemma und für jede Theorie menschlicher Kooperation so bedeutende Konflikt zwischen individueller und kollektiver Rationalität unter gewissen angebbaren Bedingungen.

Zunächst einmal kann festgestellt werden, daß kooperative Gleichgewichte, wenn überhaupt, nur mit den bedingten Strategien A_k und B erreicht werden können. Kooperation ist also nur dann möglich, wenn beide Spieler ihrem Mitspieler in einer gewissen Weise drohen. Ihre Drohung besteht genau darin, daß sie selbst nicht mehr dauerhaft C spielen, wenn der andere auch nur einmal D spielt. Diese gegenseitige Drohung bewirkt zusammen mit der "Mechanik" des Superspiels, daß beide Spieler den möglichen Kooperationsgewinn wie ein privates Gut zu behandeln haben: Nicht-kooperatives Verhalten macht für beide die eigene Position schlechter.

Neben kooperativen Gleichgewichten gibt es jedoch noch zwei andere Typen von Gleichgewichten: solche nicht-kooperativer Art und Pendelgleichgewichte. Kooperative Gleichgewichte ergeben sich also nicht zwingend. Ob sie möglich sind und ob sie dann, wenn sie möglich sind, auch von den Spielern den anderen Gleichgewichten vorgezogen werden, hängt einerseits von den Einzahlungen x, y, z und w, andererseits von den individuellen Diskontparametern a_i ab. M. Taylors Analyse der nicht ganz trivialen Zusammenhänge zwischen den möglichen Gleichgewichten kann wie folgt zusammengefaßt werden: Wenn die kooperativen Gleichgewichte möglich sind, dann sind sie auf jeden Fall in dem Sinne besser als die nicht-kooperativen Gleichgewichte, daß sie von allen Spielern vorgezogen werden. Komplizierter ist das Verhältnis zu den Pendelgleichgewichten. Kritisch für die Möglichkeit und für die Überlegenheit von kooperativen gegenüber den Pendelgleichgewichten ist die nachfolgende Bedingung:

$$(6)\quad a_i \geqq \frac{y-x}{y-w} \quad , \text{ für } i=1,2.$$

Tendenziell ist diese Bedingung dann erfüllt, wenn die Diskontparameter a_i groß (bzw. die Zinssätze q_i klein) sind und/oder wenn der Wert der Einzahlung x näher bei y als bei w liegt, wobei nach Voraussetzung $y>x>w$ gilt. Anschaulicher wird die Bedingung (6), wenn man sie zu

$$(7)\quad \frac{xa_i}{(1-a_i)} \geqq ya_i + \frac{w\,a_i^2}{(1-a_i)} \quad , \text{ für } i=1,2$$

umformt. In (7) wird deutlich, daß die kooperativen Gleichgewichte dann gefährdet sind, wenn für mindestens einen Spieler der Anreiz des individuellen Defektierens im ersten Spiel so groß wird, daß er den Barwert der permanent positiven Differenz zwischen x und w in allen nachfolgenden Spielen überkompensiert.

Für Superspiele, deren Normalspiele zeitlich sehr dicht aufeinanderfolgen, mögen eine direkte "Abzinsung" und die entsprechende Interpretation von (6) bzw. (7) weniger Sinn ergeben. Hier kann man jedoch häufig die Werte $(1-a_i)$ in zwangloser Weise als subjektive (stationäre) Wahrscheinlichkeiten dafür interpretieren, daß die Interaktion nach einer bestimmten Interaktionsrunde endet, während a_i die Wahrscheinlichkeit für den Fortgang der Interaktion angibt. Der Ausdruck a_i^t zeigt dann an, wie hoch i's subjektive Erwartung ist, nach der t-ten Runde noch am Spiel teilzunehmen. Für $a_i<1$ endet die Interaktion zwar mit "Wahrscheinlichkeit 1" nach endlich vielen Runden, doch ist das genaue Ende unbekannt und es gibt nur einen "Erwartungswert" $\sum_t x_t a_i^t$ der Einzahlungen, an dem sich i in seinen Entscheidungen orientieren kann. Es bereitet keine Schwierigkeiten, (6) bzw. (7) und andere Ausdrücke unter der "Wahrscheinlichkeitsinterpretation" zu lesen. Auf diese Interpretation werden wir im folgenden jedoch nicht mehr gesondert eingehen.

IV. Verallgemeinerung auf N Personen

a. Das N-Personen-Gefangenendilemma

Im letzten Abschnitt haben wir gesehen, daß der Übergang vom 2-Personen-Normalspiel zum 2-Personen-Superspiel die Einführung einiger neuer Begriffe notwendig machte. In diesem Abschnitt haben wir zwei Probleme dieser Art: Wir müssen mit M. Taylor zunächst den Begriff eines N-Personen-Gefangenendilemmas präzisieren und anschließend den eines N-Personen-Superspieles entwickeln. Es ist allerdings nicht offensichtlich, wie die betreffenden Verallgemeinerungen der Problemlage zu fassen sind. Die folgenden Anforderungen an eine Verallgemeinerung des Grundmodells auf N Personen dürften jedoch klar sein:

(A) Alle Beteiligten bevorzugen die eigene Nicht-Kooperation gegenüber der eigenen Kooperation bei jeder Anzahl anderer Individuen, die zur Kooperation bereit sind.
(B) Die ausnahmslose Kooperation aller sollte von jedem einzelnen der ausnahmslosen Nicht-Kooperation aller vorgezogen werden.
(C) Für den Fall N=2 muß sich das "normale" 2-Personen-Gefangenendilemma ergeben.

Für den Fall N=2 und die Spieler 1 und 2 sieht man, daß die Bedingung (C) genau dann erfüllt ist, wenn die Bedingungen (A) und (B) erfüllt sind. Kooperiert z.B. der Spieler 2 nicht, so kann niemand außer Spieler 1 kooperieren, und aus der Sicht von Spieler 1 ist es wegen (A) besser, ebenfalls nicht zu kooperieren. Kooperiert andererseits Spieler 2, so ist es wiederum gemäß (A) für Spieler 1 besser, nicht zu kooperieren. Gleiches gilt jeweils für den anderen Spieler. Schließlich gilt nach Bedingung (B), daß beiderseitige Kooperation der allgemeinen Nicht-Kooperation vorgezogen wird.

Mit den oben eingeführten Notationen und mit der strengen Präferenzrelation P_i (i=1,2) gilt also:

(i) $(D, D)\ P_1\ (C, D)$ und $(D, D)\ P_2\ (D, C)$

(ii) $(D, C)\ P_1\ (C, C)$ und $(C, D)\ P_2\ (C, C)$

(iii) $(C, C)\ P_i\ (D, D)$.

Fordert man nun noch zusätzlich, was hier unproblematisch erscheint, die Transitivität von P_i (i=1,2), so ergibt sich genau die Präferenzstruktur des 2-Personen-Gefangenendilemmas, nämlich:

(iv) $$\begin{array}{l}(D, C)\ P_1\ (C, C)\ P_1\ (D, D)\ P_1\ (C, D)\\(C, D)\ P_2\ (C, C)\ P_2\ (D, D)\ P_2\ (D, C)\end{array}$$

oder nach Einsetzen der Einzahlungen

(v) $y\ P_i\ x\ P_i\ w\ P_i\ z.$

Es kann deshalb vermutet werden, daß die in den Bedingungen (A)-(C) ausgedrückte Verallgemeinerung, die sich im wesentlichen auf Bedingung (A) stützt, sinnvoll ist.

Für N>2 tritt als zusätzliches Moment die Frage auf, welchen Wert die Individuen den unterschiedlichen Anzahlen von außer ihnen Kooperierenden zuordnen. In der Regel wird man davon ausgehen können, daß es ihnen lieber ist, wenn mehr kooperieren als wenn weniger kooperieren. Ist dies durchgängig der Fall, dann ergibt sich ein Gegenstück zu der linearen, transitiven Präferenzordnung über den Einzahlungen im 2-Personen-Gefangenendilemma. Man kann jedoch im Rahmen des theoretischen Ansatzes von M. Taylor mit einer weit schwächeren Anforderung auskommen.

Grundlage der Abschwächung ist eine einfache "Symmetriebedingung". Trotz (oder gerade wegen) ihrer Einfachheit ist diese allerdings recht einschneidend. Sie besagt: Alle Individuen haben die gleichen Bewertungsfunktionen, wenn sie gleiche Situationen bewerten, wobei Situationen allein durch die Anzahl der jeweils kooperativ oder unkooperativ Handelnden beschrieben werden. Alle Bedingungen zusammen erlauben es, von einer komplizierten Vielfalt individueller Bewertungsfunktionen zur Betrachtung einfacher, für alle beteiligten Individuen identischer Funktionen überzugehen, die nur noch die Anzahl der kooperativ handelnden Individuen als Argument aufweisen. Dieses vereinfachende Vorgehen läßt sich insofern rechtfertigen, als es gerade darum geht, den Einfluß der Zahl der Beteiligten auf den Anteil der Kooperierenden oder auch auf den "Grad" der Kooperation zu studieren.

Die für alle Spieler identischen Wertfunktionen lassen sich nun wie folgt einführen: Wenn h ($0 \leq h \leq N-1$) andere Individuen sich kooperativ verhalten, dann bringt dies für den einzelnen ein Ergebnis von f(h), sofern er sich ebenfalls kooperativ verhält und ein Ergebnis von g(h), falls er sich unkooperativ verhält.

Für M. Taylor und damit auch für das folgende sind drei Anforderungen an den Verlauf dieser Funktionen zentral:

(a) $g(h) > f(h)$ für alle h und $0 \leq h \leq N-1$

(b) $f(N-1) > g(0)$

(c) $g(h) > g(0)$ für alle $h>0$.

In diesen Anforderungen lassen sich leicht die zu Beginn diskutierten Bedingungen (A)-(C) zur Verallgemeinerung des 2-Personen-Gefangenendilemmas für den N-Personen-Fall erkennen. Die früher zentrale Bedingung (A) tritt nun in Gestalt der Forderung (a) auf. Die Bedingung (b) besagt, wie oben (B), daß die allgemeine Kooperation der allgemeinen Nicht-Kooperation vorgezogen wird. Setzt man N:=2, so erhält man das 2-Personen-Gefangenendilemma $g(1)>f(1)>g(o)>f(o)$. In (c) schließlich kommt eine relativ schwache zusätzliche Ordnungsanforderung zum Ausdruck. Sie ist allerdings einschneidender als etwa M. Taylor (1976, 44) zu meinen scheint, denn die Fälle, in denen Wertänderungen erst durch das Überschreiten von "Schwellen" eintreten, verletzen u.U. (c). Wenn etwa von 100 Individuen 51 erforderlich sind, um ein bestimmtes Ereignis herbeizuführen - etwa die Annahme eines Antrages nach der qualifizierten Mehrheitsregel oder bei der Bereitstellung von Fixkosten für ein öffentliches Gut - dann kann es recht gut sein, daß für alle $h<50$ die Bewertung $g(h)=g(O)$ gilt. Das Ereignis, um das es geht, muß also in einer bestimmten Weise "stetig" akkumulierbar sein. Diese zusätzliche Ordnungsbedingung verdient eine gewisse Aufmerksamkeit. Sie ist allerdings für das Entstehen des Gefangenendilemmas weder notwendig noch hinreichend. Die notwendigen und hinreichenden Bedingungen hierfür sind im N-Personen-Fall mit (a) und (b) gegeben. Denn gleichgültig, welche Werte h annimmt, was die anderen also tun, stets gilt $f(h)<g(h)$ und überdies $f(N-1)>g(O)$. Somit gelangt jedermann durch individuelles Rationalverhalten in eine Situation, zu der eine <u>für jeden</u> bessere Situation existiert. Wiederum können sich die Menschen nicht an die unsichtbare Hand ihres Eigeninteresses nehmen und in eine Situation führen lassen, die zumindest pareto-optimal ist. Dominanz- und Pareto-Prinzip stehen auch hier im Widerspruch. Und gerade dies macht ja, wie schon gezeigt, das "Dilemmatische" am Gefangenendilemma aus.

b. Das N-Personen-Superspiel: Die Iteration des N-Personen-Normalspiels

Nun muß noch der letzte Schritt der Verallgemeinerung getan werden, der von dem N-Personen-Normalspiel zum N-Personen-Superspiel. Dieser Schritt erfolgt teilweise analog zu dem der Verallgemeinerung des 2-Personen-Normalspiels zum 2-Personen Superspiel. Bereits bei der Definition der <u>Strategien</u> werden Ähnlichkeiten, aber auch einige Besonderheiten deutlich.

Die unbedingten Strategien C^{∞} und D^{∞} müssen nicht umformuliert werden. Analog zur dritten Strategie des 2-Personen-Superspiels A_k heißt die dritte Strategie des N-Personen-Superspiels $A_{k,n}$: In der ersten Runde und danach wird C gespielt, wenn mindestens n <u>andere</u> Spieler in der vorhergehenden Runde C gespielt haben.* Ist das nicht der Fall, dann wird

* Es ist für das folgende wichtig, daß <u>außer</u> einem $A_{k,n}$ spielenden Individuum i noch n <u>andere</u>, also insgesamt n+1 kooperativ verfahrende Individuen vorhanden sein müssen, damit die Kooperationsbedingung erfüllt ist.

k Runden D und danach auf jeden Fall C gespielt. Nach einem weiteren Unterschreiten des Schwellenwertes n wird (k+1)-mal D gespielt und danach C usw. $A_{\infty,n}$ interpretiert sich entsprechend.

Bei der vierten Superspielstrategie B_n wird zunächst C gespielt und beibehalten, solange die Schwelle von n anderen Kooperierenden nicht unterschritten wurde. Ist das nicht der Fall, erfolgt im nächsten Spiel ein D-Zug. Wird die Schwelle n wieder überschritten, so erfolgt im nächsten Spiel ein C-Zug usw. B_n' ist die zu B_n analoge Strategie mit dem alleinigen Unterschied, daß im ersten Zug D gespielt wird.

Die Ergebnisse werden wieder als Barwerte der Einzahlungsfolgen bei bestimmten Strategiekombinationen mit Hilfe der Diskontparameter a_i berechnet. Wenn z.B. der Spieler i davon ausgeht, daß sich alle anderen stets kooperativ verhalten, dann ist der Barwert seiner Einzahlungen

$$(8) \quad \sum_{t=1}^{\infty} a_i^t \, f(N-1) = \frac{f(N-1)a_i}{(1-a_i)} = f(N-1)/q_i$$

Auch die Gleichgewichtsanalyse kann analog zum 2-Personen-Superspiel erfolgen. Zum Zwecke der Vereinfachung bleiben wir bei der Strategiekombination $(C_1^\infty, C_2^\infty, \ldots, C_N^\infty)$, also der Situation, wo alle Spieler i die Strategie C^∞ spielen. Für Spieler i ist nun der Barwert der Einzahlungen bei eigenem unkooperativen Verhalten $g(N-1)/q_i$. Wegen der Bedingung (a) gilt $g(N-1)/q_i > f(N-1)/q_i$. Der Spieler i wählt also D^∞, wenn er weiß, daß alle anderen C^∞ spielen. Die Strategiekombination $(C_1^\infty, C_2^\infty, \ldots, C_N^\infty)$ kann also kein Gleichgewicht sein. Im N-Personen-Superspiel ist sie es schon dann nicht, wenn ein einzelner Spieler zu einer anderen Strategie wechseln wird. Man muß also nicht, was in diesem besonderen Fall auch möglich wäre, zeigen, daß alle Spieler zu einer anderen Strategie wechseln werden.

M. Taylors Analyse erfolgt wiederum unter der einschränkenden Annahme, daß nur fünf Strategien zu berücksichtigen sind. Darüber hinaus sind wegen der enormen formalen Komplexität des N-Personen-Superspiels noch einige Einschränkungen notwendig. Die erste ist die, daß nicht alle aus den fünf Grundstrategien zu bildenden Strategiekombinationen betrachtet werden. Es werden zunächst nur Kombinationen aus den Klassen $X_n := \{A_{k,n}, B_n, C^\infty, D^\infty\}$ und $Y_n := \{B_n', B_n, D^\infty\}$ untersucht. In beiden Fällen wird darüber hinaus zunächst unterstellt, daß alle Individuen ausnahmslos vom gleichen Schwellenwert n ausgehen, wobei es wegen der Eigenschaften der Funktionen f, g nicht darauf ankommt, wer ein bestimmtes Verhalten zeigt, sondern nur darauf, wieviele andere dies tun. Trotz dieser Einschränkungen kommt den von M. Taylor gewonnenen Resultaten, wie sich zeigen wird, beträchtliches Interesse zu - doch zunächst zu den Resultaten selbst.

Fall 1: Wir beginnen mit der Strategieklasse X_n, d.h. jeder Spieler hat eine Strategie aus der Menge $\{A_{k,n}, B, C^\infty, D^\infty\}$.

Fall 1a: Wenn nur die Strategien C^∞ und D^∞ auftreten, dann wissen wir schon, daß $(C_1^\infty, C_2^\infty, \ldots, C_N^\infty)$ kein Gleichgewicht sein kann. Es ist sogar so, daß kein Spieler C^∞ spielen wird. Da kein anderer Spieler eine bedingte Strategie spielt, müssen etwaige an das eigene Verhalten anknüpfende Folgereaktionen nicht in Rechnung gestellt werden. Andererseits aber ist $(D_1^\infty, D_2^\infty, \ldots, D_N^\infty)$ dann offensichtlich ein Gleichgewicht. Jeder Spieler erhält g(O) in jedem Normalspiel, wodurch sich als Barwert aller Einzahlungen $g(O)/q_i$ ergibt. Dies ist nach Bedingung (b) weniger als das, was sich für alle Spieler bei allgemeiner Kooperation ergeben würde. Damit haben wir die für ein Gefangenendilemma typische Situation, daß individuelles Rationalverhalten alle in eine Lage bringt, in der sich jeder einzelne besser stellen könnte. M. Taylors Analyse macht deutlich: Ohne bedingte Strategien lassen sich kooperative Gleichgewichte auf keinen Fall realisieren. Bei ausnahmslos unbedingter Kooperationsbereitschaft ist die Sicherung möglicher Kooperationsvorteile nicht erreichbar.

Fall 1b: Wir nehmen nun an, daß neben C^∞ und D^∞ mindestens einmal auch eine der bedingten Strategien $A_{k,n}$ und B_n auftritt. In diesem Fall ist das Verhältnis von n, der von den kooperationsbereiten Spielern geforderten Mindestgrenze an Gleichgesinnten, und m, der Anzahl der (bedingt oder unbedingt) kooperationswilligen Spieler, von Interesse. Drei Unterfälle sind zu unterscheiden, nämlich $m-1>n$, $m-1<n$ und $m-1=n$. Unterfall $m-1>n$: Aus der Sicht eines kooperationswilligen Spielers gibt $m-1$ die Anzahl der Spieler an, die außer ihm (bedingt oder unbedingt) kooperationsbereit sind. Ist diese Zahl, wie hier angenommen, größer als die von ihm und den anderen geforderte einheitliche Schwelle n, so wird er bedenken, daß der von ihm gewünschte Kooperationseffekt auch ohne ihn gesichert ist. Bei einem Wechsel zu D^∞ erreicht er zumindest in einigen Spielen $g(m-1)$, ansonsten $f(m-1)$. Da nach Bedingung (a) $g(m-1)-f(m-1)>0$, steigen für diese Spiele seine Einzahlungen um genau diese Differenz. Der individuelle Wechsel zu D-Zügen lohnt sich daher für einen Kooperationswilligen dann, wenn es mehr Kooperationswillige gibt als nötig. Der Unterfall ist kein Gleichgewicht.

Exkurs: Für $m-1>n$ wirkt sich ein isolierter Strategiewechsel zum unkooperativen Verhalten zwar grundsätzlich auf die Einzahlungen aller anderen aus. Er beeinflußt jedoch nicht deren Verhalten. Denn der einheitliche Schwellenparameter n der bedingten Strategien wird nicht unterschritten. Es besteht also insofern kein Anlaß für die anderen, ihr Verhalten zu ändern: Die unbedingten Strategien weisen überhaupt keine Vorbedingung für eine Verhaltensänderung auf und die Bedingung der bedingten Strategien bleibt erfüllt. Der einzelne Wechsler zu D^∞ hat deshalb in jedem Falle einen Vorteil von seinem Wechsel. Stellt allerdings jeder Kooperierende zugleich diese Überlegungen an, so ist das allgemein unkooperative Ergebnis $(D_1^\infty, D_2^\infty, \ldots, D_N^\infty)$ die Folge.

Dies besagt, daß sich alle gegenüber dem allgemein kooperativen Ergebnis schlechter stellen; es beinhaltet jedoch nicht notwendig eine Verschlechterung gegenüber der "vorherigen" teilkooperativen Situation. Man betrachte zur Erläuterung etwa die folgenden Einzahlungsfunktionen für N=4 und alle Beteiligten:

$$f(h) := \begin{cases} 1, & \text{für } h=0,\ h=1,\ h=2 \\ 3, & \text{für } h=3 \end{cases}$$

$g(h) := h+2$, für $h \in \{0,1,2,3\}$.

Zu prüfen ist, ob die definierenden Bedingungen für das 4-Personen-Gefangenendilemma erfüllt sind:

(a) $g(0)= 0+2>f(0)= 1$
$g(1)= 1+2>f(1)= 1$
$g(2)= 2+2>f(2)= 1$
$g(3)= 3+2>f(3)= 3$

(b) $f(4-1)= 3 >g(0)= 2$

(c) $g(3)>g(2)>g(1)>g(0)$

Die Anforderungen sind also erfüllt.

Man sieht sofort, daß eine Kooperation unter der Bedingung, daß mindestens ein anderer kooperiert ($n=1$), bei einer Kooperationszahl von $m=3$ nicht gleichgewichtig sein kann; denn jeder kann einseitig Vorteile daraus ziehen, daß zwei andere ohnehin kooperieren. Überlegt sich dies jeder einzelne, so wird letztlich jeder D^∞ spielen und $g(o)=2$ erhalten. Dies bedeutet gegenüber der Teilkooperation von drei Individuen für jeden der beteiligten Kooperierenden einen Vorteil, für den dort unbedingt D^∞ Spielenden einen Nachteil. Die Kooperierenden und bedingt Kooperierenden haben $f(2)=1$ und $g(0)=2$ zu vergleichen. Der eine bei D^∞ bleibende Spieler $g(3)=5$ und $g(0)=2$. Die Kooperierenden in der Teilkooperation verbessern sich also ausnahmslos durch Übergang auf D^∞. Andererseits könnte natürlich jeder bei allgemeiner Kooperation $f(3)=3$ - also mehr als $g(0)=2$ - erhalten.

In gewisser Weise ist in der geschilderten Situation sogar ein besonders scharfes Gefangenendilemma entstanden. (In dynamischer Betrachtung wird ein sukzessiver Zusammenschluß zur Gesamtkooperation erschwert.) Daß jedoch ein derartiger Schwellenparameter $n=1$ zusammen mit den dargelegten Einzahlungsfunktionen auftritt, die einseitig - über $f(0)=f(1)=f(2)=1$ und $f(3)=3$ - die Kooperation aller und damit einen Schwellenwert von $n=3=N-1$ auszeichnen, erscheint als nicht sehr wahrscheinlich. Man sollte das angegebene Beispiel deshalb auch als einen Hinweis auf die Vielzahl zugelassener Fallkonstellationen verstehen. Die Annahmen, unter denen sich die Einsicht ergibt, daß für $m-1>n$ niemals ein Gleichgewicht in der Strategievektormenge über X_n vorliegen kann, sind deshalb ebenfalls nicht übermäßig restriktiv.

Unterfall $m-1<n$: Auch in diesem Fall gibt es kein Gleichgewicht. Im ersten Spiel handeln m Spieler kooperativ. Danach wechseln alle Spieler mit B_n und $A_{\infty,n}$ zu D in allen nachfolgenden Zügen. Die Spieler mit C^∞ bleiben bei C-Zügen, die mit $A_{k,n}$ spielen noch C-Züge nach ihren k-Serien, im Zeitablauf wegen des steigenden k aber immer seltener. Die auslösenden Bedingungen für eine Verhaltensänderung bei den bedingt kooperativ Handelnden können niemals erfüllt werden. Das Verhalten jedes einzelnen ist insofern folgenlos. Ohne solche "indirekten" Folgen erweist es sich jedoch als vorteilhaft für jeden der Beteiligten, D^∞ zu spielen. Solange also $m-1<n$ ist, können bedingt oder unbedingt kooperative Strategien niemals gleichgewichtig sein. Kein Strategievektor, der sie enthält, kann ein Gleichgewicht bilden.

Unterfall m-1=n: Hier sind Kooperierende gerade in ausreichender Zahl vorhanden, um die Kooperationsbedingung für jeden bedingt Kooperierenden zu erfüllen. Der Barwert der Einzahlungen aller (bedingt und unbedingt) Kooperierenden ergibt sich als $f(m-1)/q_i$. Wechselt auch nur einer der kooperativ verfahrenden Spieler zu D^∞, so ist damit eine Wirkung auf bedingt kooperativ verfahrende Spieler verbunden, die nicht nur deren Einzahlungen, sondern deren Verhalten beeinflußt; denn dann ist die Kooperationsbedingung nicht mehr erfüllt. Dadurch entstehen indirekte Folgen seines Handelns, die von dem jeweils entscheidenden Individuum berücksichtigt werden müssen. Es muß dem eigenen Verhalten kausal die Veränderungen im Verhalten der anderen zurechnen. Der potentielle Abweicher hat deshalb nicht mehr nur f(m-1) und g(m-1) zu vergleichen, was immer zugunsten von g(m-1) ausfallen würde. Er muß vielmehr die veränderten Kooperationszahlen in allen Folgespielen bedenken und die Differenz zwischen den sich dann ergebenden veränderten Einzahlungen zu den Einzahlungen bei eigener Kooperation bestimmen, diskontieren und schließlich aufsummieren. Bei diesem Vergleich spielt der individuelle Diskontparameter a_i wieder eine wesentliche Rolle. Aber es ist ein kooperatives Gleichgewicht möglich, wenn für alle kooperierenden Spieler eine (der des 2-Personen-Superspiels nicht unähnliche) Bedingung gilt (zu dieser Bedingung vgl. Taylor 1976, 48 f.). Existiert ein solches Gleichgewicht, dann wird es auch von allen Spielern dem nicht-kooperativen Gleichgewicht vorgezogen. Wesentlich für dieses Gleichgewicht ist neben der Bedingung m-1=n, daß es bedingt kooperative Spieler gibt, deren Kooperationsbereitschaft von der Kooperation aller anderen Kooperierenden abhängt. Kooperation ist dann zwar prekär, aber immerhin möglich. Als bemerkenswert erscheint überdies, daß Kooperation auch dann möglich ist, wenn es einige Spieler mit D^∞ oder C^∞ gibt.

Fall 2: Alle Spieler wählen aus der Strategiemenge $Y_n=\{B_n, B'_n, D^\infty\}$. Mit m_B wird die Anzahl der Spieler bezeichnet, die B_n spielen. Aus Vereinfachungsgründen wird angenommen, daß kein Spieler D^∞ aufweist, daß aber jeder dazu wechseln kann. Damit ist $N-m_B$ die Anzahl der Spieler mit B'_n.

Analog zu den ersten beiden Unterfällen zu Fall 1 kann man zeigen, daß bei $m_B>n$ und bei $m_B<n$ keine kooperativen Gleichgewichte existieren. Von besonderem Interesse ist der Unterfall $m_B=n$. Hier spielen alle Spieler mit B_n in der ersten Runde C, in der zweiten Runde aber D, da aus der Sicht eines einzelnen dieser Spieler nur n-1 andere kooperieren. Die Spieler mit B'_n spielen D in der ersten, aber C in der zweiten Runde, da es eine genügende Zahl von Kooperationswilligen gibt. Der weitere Spielverlauf ist offen. Er hängt von dem Verhältnis zwischen n und der Anzahl der Spieler mit B'_n (also $N-m_B$) ab. Bei zwei sehr speziellen Konstellationen ($N-m_B=n$ bei geraden N bzw. $N-m_B=n+1$ bei ungeraden N) und bestimmten Bedingungen bezüglich der Einzahlungen und der Diskontparameter sind kooperative Gleichgewichte möglich. Die beiden Gruppen von Individuen wechseln sich dann in der Kooperation ab. Es liegt ein verallgemeinertes "Pendelgleichgewicht" vor.

Abschließend scheint noch eine Bemerkung zu möglichen Verallgemeinerungen über diese Modellanalyse hinaus angebracht. Mit den bislang verfolgten Methoden ließe sich ebenfalls, wenn auch weit umständlicher, analysieren, welche Gleichgewichtsbedingungen im Falle individuell unterschiedlicher Kooperationsparameter n_j oder zusätzlicher Strategien erfüllt sein können. Die Frage nach dem Bestehen von Gleichgewichten ist durch diese Überlegungen jedoch nicht leicht zu beantworten.

Dies macht eine einfache Überlegung bereits deutlich. Faßt man nämlich die Individuen zu Äquivalenzklassen $[j]$ mit gleich hohem Kooperationsparameter zusammen, so ist klar, daß unter den Äquivalenzklassen eine Halbordnung "R" induziert werden kann durch: $[j]\ R\ [i] \Leftrightarrow n_j \geq n_i$. Alle Individuen gehören dann genau einer solchen Klasse an, in der alle den gleichen Parameter aufweisen. Betrachtet man nun die Individuen aus der obersten Klasse der Halbordnung, diejenigen also, die die höchsten Kooperationserfordernisse haben, so kann sich ihre Kooperation nur unter den voranstehenden Bedingungen für einheitliches n als rational erweisen. Es ist also erforderlich, daß für den Parameterwert n zu der maximalen Äquivalenzklasse $[j]$ gilt $n_j=n=m-1$. Für Individuen mit geringeren Kooperationsanforderungen n_i ist dann die Kooperationsbedingung in jedem Falle erfüllt. Für die Angehörigen der niederrangigen Äquivalenzklassen ist die Kooperationsbedingung sogar übererfüllt, weshalb sie insofern der Versuchung unterliegen, einseitig zum unkooperativen Verhalten zu wechseln. Sie müssen sich jedoch ebenso wie die Angehörigen der obersten Anforderungsklasse Verhaltensänderungen anderer aufgrund eigenen Abweichens von der bedingten Kooperation zurechnen. Allerdings müssen alle hinsichtlich der Folgenbewertung kompliziertere Überlegungen anstellen. Der Zusammenbruch der Kooperation könnte etwa auf einer Zwischenstufe haltmachen und nicht in eine reine Lösung $(D_1^\infty, D_2^\infty, \ldots, D_N^\infty)$ führen. Das wäre in die rationale Folgenkalkulation einzubeziehen.

Nach dem soeben Festgestellten kann man vermuten, daß das Vorhandensein unterschiedlicher Kooperationsparameter in den bedingten Strategien gleichgewichtige Kooperationslösungen insgesamt wahrscheinlicher macht. Es gibt gleichsam mehr Chancen, das richtige m mit $m-1=n$ für eine der Äquivalenzklassen zu treffen.

V. Kommentare

a. Allgemeine Einschätzung

M. Taylors Resultate über Art und Existenz von kooperativen Gleichgewichten in Superspielen, vor allem in N-Personen-Superspielen, müssen beim gegenwärtigen Stand der Diskussion als bemerkenswert eingestuft werden. Vor allem seine These, daß auch unter individuell rational verfahrenden Individuen stabile Kooperation ohne eine externe Zwangsinstanz möglich sein kann, - eine These, die offensichtlich quer zu vielen kooperations-, organisations- und staatstheoretischen Lehrsätzen (oder gar Dogmen?) steht - muß als belegt gelten. Dies gilt nach unserer Auffassung auch und erst recht dann, wenn man sich dazu veranlaßt sieht, zu einigen (oder gar zu vielen) Einzelheiten seiner Untersuchung kritische Anmerkungen vorzutragen. Die so oft behauptete und auch oft belegte Differenz zwischen individueller und kollektiver Rationalität ist - zumindest ein wenig - kleiner geworden.

Was sind die für die weitere Diskussion wesentlichen Resultate? Eine Antwort auf diese Frage mag nicht unbeeinflußt von persönlichem Geschmack sein. Zwei Aspekte scheinen aber von übergeordneter Bedeutung zu sein. Einmal die Tatsache, daß sich die Konstruktion von Superspielen so weit entwickeln läßt, daß man überhaupt Gleichgewichtsprobleme aufgreifen und behandeln kann. Da anspruchsvolle Untersuchungen von N-Personen-Superspielen bislang noch kaum vorgelegt worden sind, ist dies bedeutsamer als man allein nach der Lektüre von M. Taylors Arbeit glaubt. Zum anderen die Tatsache, daß kooperative Gleichgewichte, wenn sie existieren, nur in Zusammenhang mit bedingten Superspielstrategien existieren. Vor allem die (sicherlich prekären) Gleichgewichte im N-Personen-Superspiel machen das deutlich. Dort hängen alle Gleichgewichte davon ab, daß es Spieler gibt, deren bedingte Kooperationsbereitschaft von der (meist bedingten) Kooperationsbereitschaft der anderen Kooperierenden abhängig ist. Hier ist fast ebenso wie im 2-Personen-Superspiel unbedingte Kooperationsbereitschaft eher hinderlich, wenn nicht gar schädlich. Die Rolle der bedingten Strategien in kooperativen Lösungen verweist auf eine (mutmaßlich über das von M. Taylor abgesteckte Problemfeld hinausgreifende) allgemeinere Idee zur Lösung von Kooperationsproblemen: Sie bewirken in Zusammenhang mit der Mechanik der Superspiele eine Reindividualisierung kollektiver Güter und verhindern so die klassichen Frei- bzw. Trittbrettfahrerphänomene. Ihre auffällige Verwandtschaft zur Idee und Struktur anreizkompatibler Allokationsmechanismen etwa im Sinne von Groves/Ledyard (1977) bedarf allerdings noch näherer Prüfung der genauen Verwandtschaftsverhältnisse.

b. Einzelaspekte der Modellstruktur

Wie nahezu alle Formen einer um Präzision bemühten sozialwissenschaftlichen Modellbildung ruht auch das Vorgehen von M. Taylor auf gewissen heroischen Vereinfachungen. Wieweit dadurch für konkrete praktische Fragestellungen der Wert der aus seinem Modell ableitbaren Folgerungen geschmälert wird, läßt sich pauschal nur schwer einschätzen. Es lohnt sich jedoch, zumindest andeutungsweise auf einige der damit verknüpften Probleme einzugehen.

M. Taylors Superspiele und ihre Lösungen hängen wesentlich von dem eingeführten Zeit- und Diskontierungskonzept ab. Auf den ersten Blick erscheint vor allem die unendlich häufige Wiederholung der Normalspiele als dubios. Dies muß aber nicht sein. Würde man nämlich ein iteriertes Gefangenendilemma bei bekanntem Endzeitpunkt endlich oft spielen, so würden alle Spieler Anlaß haben, in der letzten Runde zu defektieren, dann auch in der vorletzten Runde usw. Es gäbe wegen der "Ausrechenbarkeit" des Spieles keine kooperative Lösung. Das macht aus formaler Sicht den Übergang zu unendlicher Wiederholung notwendig. Man muß diese Annahme aber nicht so verstehen, daß alle Spieler im Hinblick auf eine unendliche Zeit zu kalkulieren haben. Eine weit schwächere Interpretation dieser Annahme reicht hin: Alle Spieler gehen zwar davon aus, daß sie nur an endlich vielen Spielen teilnehmen werden (oder daß sie sterblich sind). Sie wissen aber nicht, <u>wann</u> sie zum letzten Male spielen werden.

Dies führt dazu, daß jedenfalls für diejenigen Interaktionen, die voraussichtlich recht lange andauern oder eine hohe Bewertung gegenwärtiger gegenüber künftigen Einzahlungen beinhalten, die Bildung unendlicher Summen nicht sehr verzerrend wirkt. Denn in beiden Fällen werden der "richtigen" endlichen Summierung durch die Restsummierung nur noch gering (mit $a_i^t = (\frac{1}{1+q_i})^t$) gewichtete Werte hinzugefügt. Führt nämlich die subjektive Wahrscheinlichkeitsverteilung zu einem großen Erwartungswert E (t) für den unbekannten Interaktionsendpunkt, so wird a_i^E (t) wegen $0<a_i<1$ sehr klein sein und damit auch der voraussichtliche Fehler durch die unendliche Summierung. Ganz analog ergibt eine hohe Gegenwartspräferenz ein großes q_i und damit kleines $a_i = \frac{1}{1+q_i}$. Dann wird selbst für kleinere E(t) der Faktor $a_i^{E(t)}$ klein und der erwartete Restfehler kann wiederum für praktische Zwecke vernachlässigt werden. (Daß durch große q_i die kooperativen Lösungen unwahrscheinlicher werden, ist eine andere, nicht die Anwendbarkeit, sondern die Modellaussage betreffende Frage.)

Wenn also reale Interaktionspartner den Endzeitpunkt einer fortgesetzten Interaktion vom Typ des Gefangenendilemmas nicht kennen, kann man dies modellmäßig durch die Annahme eines unendlichen Zeithorizontes näherungsweise erfassen, sofern die Beteiligten eine lange Interaktionsdauer erwarten oder/und eine hohe Gegenwartspräferenz besitzen. M. Taylor selbst sagt zu diesen Punkten zwar kaum etwas, doch erscheint eine derartige Verteidigung seiner Annahme von der unendlichen Wiederholbarkeit als recht unproblematisch, wenn sie auch sicherlich Anwendungsbereich und Aussagekraft seiner Modelle etwas einschränkt.

Ein anderes, ebenfalls mit dem verwendeten Zeitkonzept verbundenes Problem erscheint als gravierender. Alle Spieler müssen im Superspiel alle Konsequenzen <u>zu Beginn</u> des Spieles ermitteln und bewerten. Neues Wissen, das erst in der Zukunft erworben werden kann, zu Beginn also noch nicht zur Verfügung steht oder wechselnde Präferenzen bzw. Diskontparameter werden nicht erfaßt. Zwar wird das Problem dadurch gemildert, daß die Diskontierung als solche künftigen Fehlern geringeres Gewicht verleiht. Doch das grundsätzlich auch aus der ökonomischen Theorie der Allokation bei Unsicherheit bekannte Problem begrenzt die Relevanz des Modells erheblich. Probleme der Dynamik werden bereits aus technischen Gründen nur zum Teil erfaßt, solche der Evolution eigentlich kaum.

Das von M. Taylor ebenfalls in Zusammenhang mit dem Zeitkonzept eingeführte Diskontierungskonzept mag im Hinblick auf Kooperationsfragen ungewohnt sein. Es erscheint aber nicht nur aus ökonomischer Sicht als unverzichtbar. Denn wir alle ziehen "den Spatz in der Hand der Taube auf dem Dach" vor. Akzeptiert man das Konzept, so muß man allerdings fragen, wie die Einzahlungen bzw. die Diskontparameter bestimmt werden können. Sind dies rein "subjektive" Größen oder kann man die dazu notwendigen Informationen aus Güter- bzw. Kapitalmärkten entnehmen? M. Taylor läßt die Frage nach dem ökonomischen Kontext seiner Spieler (zumindest im Hauptteil seiner Arbeit) in bemerkenswerter Weise unbeantwortet. Aus der Sicht eines Ökonomen gibt es, wie Arrow (1974) darlegt, Kooperationsprobleme in Zusammenhang mit Grenzen der Leistungsfähigkeit eines Marktmechanismus zur Koordination individueller wirtschaftlicher Aktivität, also in Zusammenhang mit Grenzen des Preissystems. Das macht dann u.a. die Diskussion der von M. Taylor behandelten Fragen auch für einen Ökonomen überaus notwendig. Aber gerade in dieser Situation können Preise und andere Marktinformationen nicht mehr ohne weiteres verwendet werden oder u.U. gar nicht existieren. Wenn aber die Einzahlungen im Superspiel nicht als marktpreislich bestimmt angesehen werden können, dann ist man u.U. auf Schätzungen subjektiver Nutzenfunktionen angewiesen. Zu diesem Problemkreis scheinen weitere Integrationsversuche mit anderen Theorietraditionen, die ähnliche Probleme behandeln, dringend notwendig. Ähnliches bietet sich für die oben angesprochene Wahrscheinlichkeitsinterpretation der a_i an.

Abschließend sei noch eine Bemerkung zu dem wichtigen Problem der Tendenz zu kleinen Gruppen erlaubt. M. Taylors Resultate zeigen deutlich eine Tendenz dazu, daß freiwillige Kooperation eher in kleinen Gruppen erwartet werden kann. Mit wachsendem N wird es in M. Taylors Grundmodell des N-Personen-Superspiels immer unwahrscheinlicher, daß die dort einheitliche Kooperationsbedingung "n" genau mit "m-1" zusammenfällt oder auch ein Pendelgleichgewicht entsteht. Dies ist eine modellmäßig präzisierte Rekonstruktion der schon recht alten Vermutung, daß große Gruppen hinsichtlich ihrer Kooperationsfähigkeit behindert sind. Diese Tendenz ist sicherlich in der Realität belegbar. Sie darf aber aus der Sicht von M. Taylors Modellbildung auch nicht überbewertet werden. Unsere Bemerkungen zu dem Problem unterschiedlicher individueller Kooparationsschwellen n_i zeigten schon, daß wir hier zumindest im Hinblick auf prinzipielle Beschränkungen nur über Vermutungen verfügen. Trotzdem darf nicht übersehen werden, daß M. Taylors diesbezügliche Annahmen teilweise problematisch werden. Wenn etwa aus irgendwelchen Gründen Schwellen erst bei großen Werten für h auftreten, dann ist dem in der Ökonomik teilweise verbreiteten Kleingruppenoptimismus eine Grenze gesetzt. Das hat für gewisse ganz grundlegende Kollektivgüter wie die nationale Verteidigung oder die Rechtsordnung als solche weitreichende Konsequenzen.

c. M. Taylor und die Staatstheorie

Zu den bislang diskutierten modellmäßigen Analysen treten in M. Taylors Abhandlung zwei bemerkenswerte Schlußkapitel über Fragen der Staatstheorie hinzu. Neben den klassischen philosophischen Staatslehren von Hobbes und Hume, als deren Grundlage M. Taylor mit Hilfe seiner Modelle verschiedene Versionen des Gefangenendilemmas identifiziert, finden dort auch anarchistische Ansätze Berücksichtigung. Dabei ist klar, daß M. Taylor der Möglichkeit staatsfreier Formen von Kooperation und Zusammenleben optimistischer entgegentritt als etwa Hobbes und Hume. Für seine diesbezüglichen Ausführungen sei der Leser des vorliegenden Artikels jedoch auf die Kapitel 6. und 7. von M. Taylors Buch verwiesen, denn diese dürften nunmehr ohne eine Lektüre des übrigen Textes zugänglich sein. Doch auch losgelöst von den Details der Taylorschen Argumentation mögen für die Beurteilung seiner staatstheoretischen Analysen die folgenden Bemerkungen nützlich sein.

Den normativen Teil der Staatstheorie kann man, um die Möglichkeit eines staatslosen Zustandes offenzuhalten, auch neutraler als Teilbereich einer "Ethik des Zusammenlebens großer Menschenzahlen" auffassen. Die spezifische Differenz zu anderen Fragen der Ethik besteht dann zunächst in der Bedingung einer großen Zahl von Beteiligten, die bei der Normformulierung zu berücksichtigen ist.

Daß Sozialnormen für Großgruppen in dieser Form von Normen für Kleingruppen unterschieden werden müssen, erscheint gerade vor dem Hintergrund der Taylorschen Modellanalysen als evident. Damit ist eine Unterscheidung getroffen, die parallel zu Humes Konzeption von den "natürlichen Tugenden" verläuft, die im Nahbereich wirksam werden, und den "künstlichen Tugenden", die auch im Fernbereich oder gegenüber Fernstehenden an den Tag gelegt werden. Beispiele für "natürliche Tugenden" sind "Dankbarkeit" und "Kindesliebe". Sie müssen nicht erst durch das Leben in einer belohnenden und bestrafenden Umwelt geschaffen werden. Anders verhält es sich mit einer artifiziellen Tugend wie der Einhaltung von Versprechen, die auf menschlich geschaffenen Institutionen ruht. Tugenden des letzteren Typs können nur als Produkte der Sozialumwelt verstanden werden. Daß eine stabile Sozialumwelt unter einer Vielzahl von Individuen sich auch ohne die Unterstützung einer staatlich und zwangsweise durchgesetzten Rechtsordnung entwickeln kann, erscheint jedoch selbst unter Einbeziehung der Taylorschen Modellanalysen von Möglichkeiten freiwilliger Kooperation als ziemlich unwahrscheinlich. Vermutlich würde in einem staatsfreien Zustand der Zeithorizont der Individuen zu kurz bzw. ihre Gegenwartspräferenz zu hoch sein, um die zwangsläufig auftretenden Interaktionssituationen vom Typ eines N-Personen-Gefangenendilemmas durch M. Taylors Modelle zu approximieren.

Eine Rechtsordnung mit zentraler Informationsverarbeitung und Normdurchsetzung kann hier Abhilfe schaffen. Durch die Zentralisierung wird die Rückwirkung des individuellen Handelns auf den Handelnden sogar unter Bedingungen der großen Zahl erreichbar. Auch das, was jemand gegenüber Fernstehenden tut, wird ihm i.d.R. zurechenbar. Diese Wirkung einer zentral organisierten Rechtsordnung führt dazu, daß jedermann die Folgen seines eigenen Verhaltens für andere auch in Form von Folgen für sich selbst berücksichtigen muß. Insofern wird die Rechtsordnung als solche und die von ihr ausgehende Individualisierung von Folgen zum primären Kollektivgut. Dabei berücksichtigt M. Taylor vermutlich nicht hinreichend in seinen Schlußkapiteln, daß dieses Kollektivgut auch insofern ein primäres Gut zu sein scheint, als es vermutlich nicht vollständig - bei einer sinnvollen Verwendung des Begriffes - durch "freiwillige Kooperation" geschaffen werden kann.

Doch in einem anderen Sinne kann die anarchistische Präferenz für einen Abbau des Staates keineswegs als widerlegt gelten. Ist nämlich der grundsätzliche rechtliche Rahmen durch den Staat einmal abgesichert, so bleibt immer noch die Frage, inwieweit und wie der Staat selbst tätig werden soll. Nicht überall dort, wo der Staat meint, die Bereitstellung von Kollektivgütern selbst in die Hand nehmen zu müssen, muß er es vermutlich tatsächlich. In bestimmten Bereichen könnte der Staat als Maßnahmestaat sich ganz zurückziehen, in anderen durch Umverteilung oder die Gestaltung von rechtlichen Rahmenbedingungen den Individuen nur die Mittel zur frei vereinbarten Bereitstellung von Kollektivgütern zur Verfügung stellen. Natürlich darf diese Interpretation - möglicherweise gegen M. Taylors eigene Intentionen - nicht überstrapaziert werden. Es kann und es wird in der Entwicklung der modernen Gesellschaft immer möglich sein, daß M. Taylors Kooperationsbedingungen bezüglich neuer sozialer Probleme nicht erfüllt sein werden. Für diese "neuen" Probleme wäre dann u.U. eine Erweiterung der staatlichen Zuständigkeit geboten. Die Analyse von Bedingungen der freiwilligen Kooperation kann grundsätzlich Konsequenzen in beide Richtungen - sowohl mehr als auch weniger Staatseingriffe - nach sich ziehen. Was im Einzelfall zu geschehen hat, hängt von den konkreten Umständen ab. Wer für "Privatisierung" mit dem Verweis auf mögliche freiwillige Kooperation streitet, verpflichtet sich auf ein Kriterium, daß bei Nichterfüllung auch für "Sozialisierung" in Anspruch genommen werden kann. M. Taylors Nachweisen, daß und unter welchen Bedingungen freiwillige Kooperation bzw. Reindividualisierung sozialer Konsequenzen möglich sein kann, kommt deshalb in beiden Richtungen große Bedeutung zu. Man kann nur hoffen, daß das von ihm entwickelte Paradigma weiter untersucht und unter Einbeziehung verwandter Ansätze ausgebaut werden wird. Dazu möchten wir abschließend noch einige wenige Hinweise geben, die wenigstens grob andeuten, in welche Richtungen sich die Idee, soziale Interaktionen durch Superspiel-Analysen modellmäßig zu erfassen, fortentwickeln läßt.

d. Über Taylor hinaus

Grundsätzlich bietet es sich an, in zweierlei Hinsicht über Taylor hinauszugehen. Zum einen kann man andere formale Ansätze ins Spiel bringen, zum anderen bietet es sich an, spezifische soziale Interaktionen und interaktionsleitende Institutionen im Lichte der Superspiel-Modelle zu studieren. Zu ersterem sei auf das ebenfalls Superspiel-Analysen gewidmete Werk von James W. Friedman (1977) verwiesen. Im zweiten, spieltheoretischen Teil dieses Buches finden sich "Hintergrundbeweise" zur Theorie der Superspiele, die der formal orientierte Leser bei M. Taylor missen mag. Formal weniger anspruchsvoll ist Andrew Schotters (1981) Werk zur spieltheoretischen Analyse von Institutionen. Es bildet einen hoffnungsvollen Ansatz zu einer Erweiterung von Superspiel-Analysen in dem zweiten vorerwähnten Sinn. Schotter erweitert David Lewis' (1975) Konventionsbegriff zu einem auch Gefangenendilemmasituationen abdeckenden Konzept einer sozialen Institution und führt im Anschluß daran eine "dynamische" (Strategieanpassungen im Spielverlauf berücksichtigende) Analyse der Institutionsentstehung durch. Weitere Hinweise sind Robert J. Aumanns (1981) Überblicksartikel über die Theorie der iterierten Spiele zu entnehmen. Es ist anzunehmen, daß es entlang der dort vorgezeichneten Pfade in den nächsten Jahren eine recht stürmische theoretische Entwicklung geben wird. M. Taylor gebührt das Verdienst, einen formal leicht zugänglichen ersten Einstieg in dieses vielversprechende Feld sozialwissenschaftlicher Forschung geschaffen zu haben.

Bibliographie

Arrow, K.J. (1974), The Limits of Organization, New York

Aumann, R.J. (1981), Survey of Repeated Games. In: Aumann, R.J. u.a. (Hrsg.), Essays in Game Theory and Mathematical Economics, Mannheim-Wien-Zürich, 11-42

Dasgupta, P.S. und Heal, G.M. (1979), Economic Theory and Exhaustible Resources, Digswell Place

Friedman, J.W. (1977), Oligopoly and the Theory of Games, Amsterdam

Groves, T. und Ledyard, J. (1977), Optimal Allocation of Public Goods: A Solution to the "Free Rider Problem". In: Econometrica 45, 783-809

Lewis, D. (1975), Konventionen, Berlin und New York

Mackie, J.L. (1980), Hume's Moral Theory, London-Boston-Henley

Schelling, T.C. (1978), Micromotives and Macrobehaviour, New York and London

Schotter, A. (1981), The Economic Theory of Social Institutions, Cambridge u.a.

Taylor, M. (1976), Anarchy and Cooperation, London u.a.