In der Falle des Gefangenendilemmas? – Die Theorie der Globalen Öffentlichen Güter als Erklärungsrahmen für Probleme der internationalen Umwelt- und Entwicklungspolitik

Private Bereitstellung öffentlicher Güter

Hauptseminar zur Umwelt- und Entwicklungsökonomik
im WS 2004/05
am Lehrstuhl für Finanzwissenschaft
Prof. Dr. Hans-Georg Petersen

eingereicht von
Lars Gebauer
Bindefeldstr. 16
14776 Göttin
Matr.-Nr. XXXXX

Potsdam, den 15.11.2004

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

1. Einleitung

Interagieren mehrere Parteien miteinander, so kann man aus wirtschaftswissen - schaftlicher Sicht von einem Spiel reden.
Bei genauerer Betrachtung begegnen uns solche Spiele tagtäglich im realen Leben.
Zum Beispiel beim Autofahren ist man nicht der einzige Nutzer der Straße, sondern muss sich mit den Entscheidungen der anderen Verkehrsteilnehmer arrangieren. So ist denn auch ein wesentliches Merkmal solcher Spiele die Interdependenz der beteiligten Parteien. Die Entscheidungen der beteiligten Parteien, der so genannten Spieler, sind dabei miteinander verknüpft. Es kann kein Spieler autonom den Ausgang der Spielsituation bestimmen, er ist ebenso von den Entscheidungen der anderen Spieler abhängig[1].
Eine theoretische Basis zur Betrachtung solcher Austauschbeziehungen bietet die Spieltheorie. Das Paradebeispiel zur Erklärung spieltheoretischer Grundlagen ist das Gefangenendilemma. So ist denn auch ein grundlegendes Anwendungsbeispiel des Gefangenendilemmas in der ökonomischen Theorie, die Bereitstellung öffentlicher Güter[2].
Mit dieser Arbeit soll somit die Spieltheorie, im Hinblick auf die Bereitstellung globaler öffentlicher Güter, verbunden mit der Problematik des Gefangenendilemmas umrissen werden, sowie Lösungsansätze mit Hilfe der Spieltheorie gezeigt werden. Dabei werden nur die Grundlagen der einzelnen Bereiche dargestellt.

2. Öffentliche Güter/Globale öffentliche Güter

Die erstmalige Unterscheidung zwischen öffentlichen und privaten Gütern wurde von Adam Smith im 18. Jahrhundert getroffen als er das Vorhandensein bestimmter Produkte bemerkte, „die obwohl sie im höchsten Grade vorteilhaft für eine große Gesellschaft sein können, dennoch solcher Art sind, dass die Erlöse

---

[1] Vgl. Jost, P. (Hrsg.): Die Spieltheorie in der Betriebswirtschaftslehre, Stuttgart 2003
[2] vgl. ebd. S.8

niemals die Ausgaben eines Einzelnen oder einer kleinen Gruppe decken könnten, und deswegen kann nicht erwartet werden, dass sie von einem Einzelnen oder einer kleinen Gruppe bereitgestellt werden“[3].
Smith erkannte somit, dass der Markt nicht alle Probleme löst, sondern da dieser vielmehr bei der Bereitstellung öffentlicher Güter versagt, dies die Regierung leisten muss[4].

Öffentliche Güter werden in der Regel als Güter, deren Nutzen nicht ausschließend und deren Konsum nicht- rivalisierend ist, definiert. Dabei bedeutet die Nicht-Ausschließbarkeit, dass es weder politisch, ökonomisch noch technisch durchführbar ist, jemanden vom Konsum auszuschließen[5].
Die Nicht-Rivalität im Konsum hingegen bedeutet, dass der Gebrauch eines Gutes durch eine Person seine Verfügbarkeit für andere Personen nicht verringert.
Ein Gut kann also, wenn es nicht-rivalisierend ist, weiteren Nutzern kostenlos beziehungsweise zu sehr geringen Kosten zur Verfügung gestellt werden. Es muss also nicht für jeden weiteren Nutzer reproduziert werden. Die einzigen Kosten die also bei einer breiteren Verfügbarmachung entstehen, sind die Kosten für die Verteilung. Ein Beispiel dafür ist Wissen, so profitiert man in schwer abzuschätzendem Maße von der Verbreitung mathematischem und wissenschaftlichem Wissen seit der Antike[6]. Es ist in der Regel uneffektiv, jemanden vom Gebrauch nicht-rivalisierender Güter auszuschließen.

Anhand des Beispiels Wissen lässt sich eine weitere Problematik im Zusammenhang mit der Abgrenzung öffentlicher Güter zeigen. So lässt sich zwischen den möglichen und den tatsächlichen Eigenschaften eines Gutes differenzieren. Einige Arten von Wissen, insbesondere Wissen mit kommerziell nutzbarem Wert, sind kein Allgemeingut, sondern können zum Beispiel mit Instrumenten wie geistigen Eigentumsrechten ausschließend gemacht werden.

---

[3] vgl. Adam Smith (1994 [1776] S. 77) in: Kaul, I./ Conceição, P./Goulven, K./Mendoza R.U.(Hrsg.) (2003): S.95, Die Bereitstellung globaler öffentlicher Güter; Globalisierung gestalten, http://www.undp.org/globalpublicgoods/ globalization/pdfs/gpgII-ger-1.pdf
[4] vgl. Kaul, I./ Conceição, P./Goulven, K./Mendoza R.U.(Hrsg.): a.a.O. S.95
[5] vgl. auch Holzinger, K., S.1, Die Leistungsfähigkeit umweltpolitischer Kooperationen, (1998)
[6] vgl. Kaul, I./ Conceição, P./Goulven, K./Mendoza R.U.(Hrsg.): a.a.O. S.34, vgl. auch Martens/Hain, S.7f

Gleichzeitig werden Güter wie die Grundbildung, die genau genommen private Güter darstellen, absichtlich öffentlich gemacht[7].

So lässt sich denn auch die Standarddefinition von öffentlichen Gütern auf zwei Ebenen erweitern. Zum einen, dass jedes Gut, das durch die Eigenschaften von Nicht-Rivalität oder Nicht-Ausschließbarkeit charakterisiert ist, auch die Möglichkeit beinhaltet, tatsächlich öffentlich und für alle konsumierbar zu sein. Des Weiteren lassen sich noch Güter bestimmen, die de facto öffentlich sind, wenn sie nicht ausschließlich und für alle konsumierbar sind.

Der Unterschied dieser beiden Ebenen der Definition basiert also auf der Unterscheidung zwischen dem Potential eines Gutes, einschließend zu sein und dem Fakt, ob das Gut tatsächlich einschließend ist. Somit wird deutlich, wie die Inklusivität und die Öffentlichkeit von Gütern sich verändern, obwohl sich die Güter selbst nicht ändern. Es hängt somit oft vom Politischen Willen und der Technologie ab, ob Güter de facto öffentlich werden.

Entsprechend lassen sich de facto globale öffentliche Güter definieren: Globale öffentliche Güter sind Güter mit Nutzen, die sich über alle Länder, Menschen und Generationen erstrecken. So wie Güter potentiell öffentlich sein können, können sie auch potentiell global sein und öffentliche Güter können globalisiert werden[8]. Die erweiterte Definition definiert somit öffentliche Güter als das, was sie sind, nämlich Güter im öffentlichen Bereich, für die Allgemeinheit zum Konsum verfügbar und alle betreffend und folgt somit nicht der weit verbreiteten Auffassung, dass öffentliche Güter, die den Bedingungen am Markt nicht entsprechen, vom Staat bereitgestellt werden. So tritt eine große Bandbreite von Dingen im öffentlichen Bereich auf, inklusive potenzieller öffentlicher Übel wie Kriminalität, Lärm, Gewalt, Umweltverschmutzung etc.

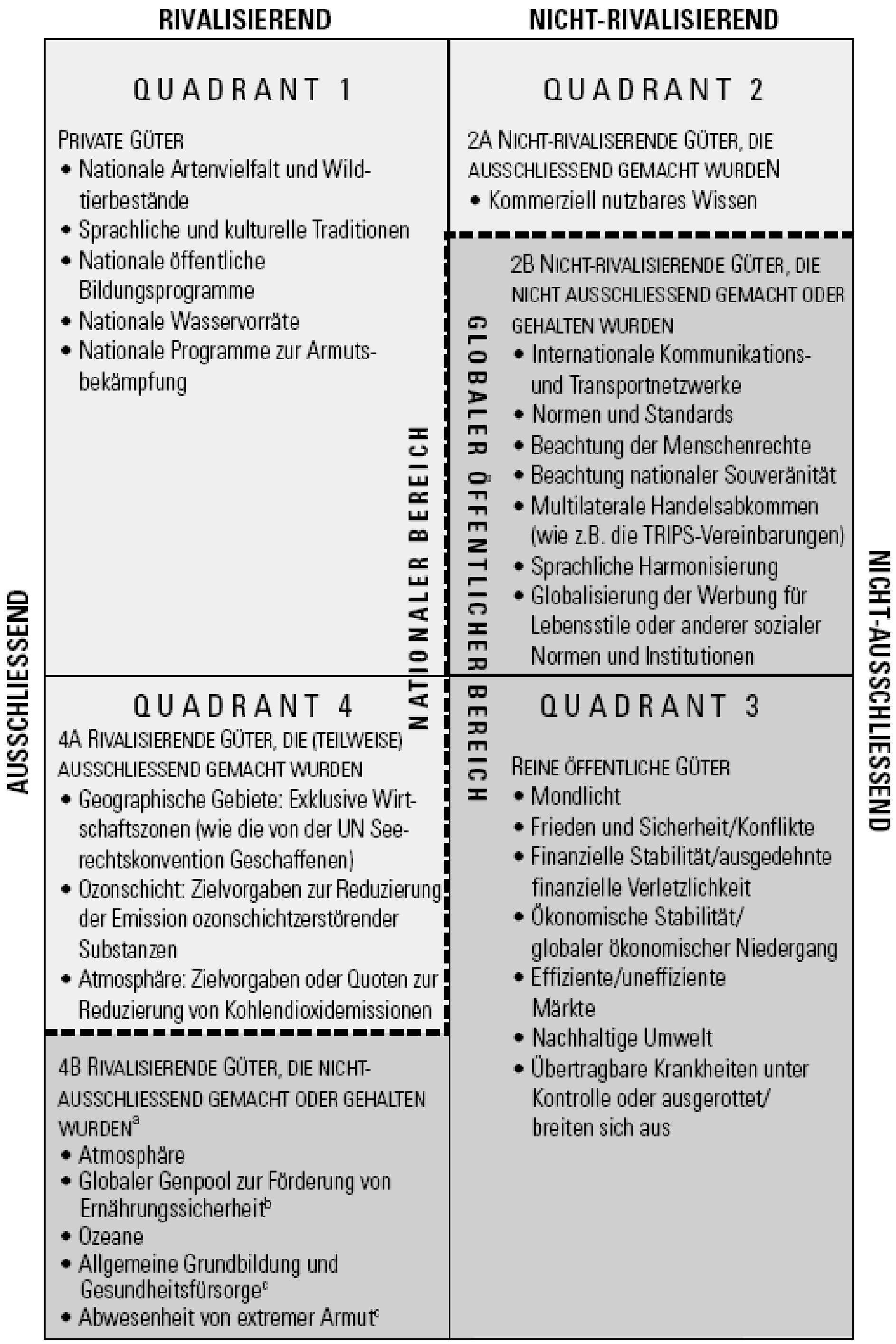
In der nachfolgenden Abbildung 1 werden globale öffentliche Güter im Hinblick auf ihre willentlich abgestellten Eigenschaften (menschgemacht) klassifiziert. Zum einen wird zwischen nationalen Gütern unterschieden, die wegen ihrer nicht globalen Zielbestimmung, dem Sinn nach private Güter sind und zum anderen gibt es die globalen öffentlichen Güter, deren Nutzen und Kosten weitreichende Auswirkungen über die nationalen Grenzen hinaus haben.

---

[7] vgl. Kaul, I./ Conceição, P./Goulven, K./Mendoza R.U.(Hrsg.): a.a.O. S.35

[8] vgl. ebd., S.36

Abbildung 1: Klassifizierung der öffentlichen Güter



a. Die Güter in diesem Quadranten sind nicht-ausschließend gehalten oder gemacht in Bezug auf gegenwärtige Generationen (z.B. Bildung) oder zukünftige Generationen (z.B. Atmosphäre).
b. Bezieht sich auf den International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture (siehe http://www.fao.org/ag/cgrfa/).
c. Diese Güter sind Teil der Milleniums-Entwicklungsziele (sollen bis 2015 erreicht werden), die von der UN-Generalversammlung verabschiedet wurden (siehe auch http://www.un.org/millenniumgoals/).

Quelle: **Kaul, Mendoza, Die Bereitstellung öffentlicher Güter, S.39, 2003**

Eine weitere Problematik im Zusammenhang mit Öffentlichen Gütern ist die so genannte Trittbrettfahrermentalität. Diese resultiert aus der Nicht-Rivalität bei der Nutzung.

Es erfolgt durch den Marktmechanismus keine effiziente Breitstellung der öffentlichen Güter, weil es individuell rational ist, sich als Trittbrettfahrer (also nicht bezahlen und trotzdem nutzen) zu verhalten, da man auch ohne eigenen Zahlungsbeitrag in den Genuss des Gutes gelangen kann. In der Praxis bedeutet dies, dass auf Grund der mangelnden Information über die wahre individuelle Zahlungsbereitschaft eine effiziente Bereitstellung der öffentlichen Güter erschwert wird[9].

Im nachfolgenden soll diese Problematik der öffentlichen Güter, im Sinne eines Gefangenendilemmas aus Spieltheoretischer Sicht betrachtet werden.

3. Spielteorie

Die Spieltheorie hat die Analyse von strategischen Entscheidungssituationen zum Gegenstand. Es handelt sich dabei um solche Situationen, bei denen das Ergebnis von den Entscheidungen mehrerer Entscheidungsträger abhängt, das heißt ein einzelner kann das Ergebnis nicht unabhängig von der Wahl der anderen bestimmen. Des Weiteren ist sich jeder Entscheidungsträger dieser Interdependenz bewusst und geht davon aus, dass alle anderen sich ebenfalls dieser Interdependenz bewusst sind und dies bei ihren Entscheidungen berücksichtigen.Interessenkonflikte und Koordinationsprobleme sind daher charakteristische Eigenschaften von strategischen Entscheidungssituationen. Auch viele ökonomische Sachverhalte weisen die dargestellten Eigenschaften auf und die Spieltheorie liefert ein Analyseinstrumentarium für diese Spiel-Situationen.[10,11]

3.1 Gefangenendilemma

Als erstes soll das Beispiel des Gefangenendilemmas, zur Charakterisierung der

---

[9] vgl. Holler, M.J. / Illing, G.:S.8, Einführung in die Spieltheorie, Berlin 2003

[10] vgl. ebd.S.1

[11] vgl. Naeve, J. /Arnold T./Schwalbe U.: S.3, Spieltheorie, 2003; http://www.uni-hohenheim.de/~www520c/Lehre/Spieltheorie/spieltheorie.htm, Stand: 29.02.2004

wesentlichen Merkmale einer Spielsituation, dargestellt werden:
Es werden zwei einer gemeinsamen schweren Straftat Verdächtige verhaftet. Beide werden jeweils in getrennte Zellen gesperrt. Der Staatsanwalt ist sich sicher, dass sie beide des schweren Verbrechens schuldig sind, jedoch verfügt er nicht über ausreichende Beweise, um sie vor Gericht zu überführen. Daher teilt er beiden mit, sie hätten die Wahl zu gestehen oder zu leugnen. Folgende Konsequenzen werden beiden in Aussicht gestellt: 1.Wenn beide leugnen, werden sie für eine mindere Straftat wie illegalem Waffenbesitz angeklagt. 2. Gestehen beide werden sie zusammen angeklagt, aber der Strafrahmen wird dabei nicht voll ausgeschöpft, so dass sie mit einer mittleren Haftdauer zu rechnen haben.
3. Gesteht der eine, während der andere leugnet, bekommt der Geständige eine noch mildere Strafe als wenn beide leugnen. Der andere muss jedoch mit der ganzen Härte des Gesetzes rechnen und erhält die Höchststrafe[12].
Die beiden Gefangenen werden somit vor ein strategisches Entscheidungsproblem gestellt und ihre Lage lässt sich formal als Spielsituation auffassen[13]. Die Analyse setzt sich dabei aus den zwei grundlegenden Fragestellungen: wie lässt sich die Spielsituation formal geeignet darstellen und wie lautet die Lösung des Spiels bzw. wie lässt sich ein geeignetes Lösungskonzept entwickeln.
Formal ergibt sich folgendes. Die Menge der Spieler ist I= {1,2}. Die Strategiemengen beider Spieler sind identisch nämlich leugnen und gestehen, $S_1=S_2=\{l_i,g_i\}$. Insgesamt sind vier Kombinationen von reinen Strategien möglich. Durch die Kombination wird als Ereignis die Anzahl von Jahren bestimmt, die jeder im Gefängnis verbringen muss. Entsprechend lässt sich das Spiel mit den vier verschiedenen Ereignissen in einer Matrix darstellen[14]:

Abbildung 2: Ereignismatrix des Gefangenendilemmas

		Spieler 2	
		leugnen l_2	gestehen g_2
Spieler 1	leugnen l_1	1 Jahr für 1 1 Jahr für 2	10 Jahre für 1 3 Monate für 2
	gestehen g_1	3 Monate für 1 10 Jahre für 2	8 Jahre für 1 8 Jahre für 2

[12] vgl. Naeve, J. /Arnold T./Schwalbe U.: S.29, Spieltheorie, 2003
[13] vgl. Holler, M.J. / Illing, G.:S.2, Einführung in die Spieltheorie, Berlin 2003
[14] vgl. ebd. S.3

Quelle: In Anlehnung an Holler,Illing; Einführung in die Spieltheorie 2003

Des Weiteren ist eine Festlegung der Spielregeln erforderlich. Im Fall des Gefangenendilemmas wählen beide Gefangenen ihre Strategie gleichzeitig ohne die Wahl des Mitspielers zu kennen. Außerdem ist eine Kommunikation zwischen den Spielern, welche eine Koordinierung der Strategien ermöglichen könnte, oder der Abschluss bindender Verträge (Kooperation) nicht zugelassen. Diese Spielsituation nennt man auch nicht kooperativ[15]. Das Lösungskonzept sollte nun jedem der Spieler Anweisungen geben, welche Strategie er wählen soll. Dazu müssen die Spieler die verschiedenen Ereignisse entsprechend ihren Präferenzen ordnen können. Im Gefangenendilemma ist davon auszugehen, dass jeder Spieler eine kürzere Zeit im Gefängnis einer längeren vorzieht. Somit lässt sich für jeden Spieler i ein dem jeweiligen Ereignis entsprechenden Nutzenindex zuordnen. Die Nutzenindexzahl kann beliebig gewählt werden, muss aber der Ordnung entsprechen, das heißt einer kürzeren Gefängniszeit muss jeweils ein höherer Index zugewiesen werden. Da eine Strategiekombination eindeutig ein Ereignis bestimmt, kann jeweils entsprechend der Nutzen- bzw. Auszahlungsfunktion eindeutig ein bestimmter Nutzenindex zugeordnet werden. Die Auszahlungen lassen sich entsprechend in der folgenden Auszahlungsmatrix abbilden:

Abbildung 3: Auszahlungsmatrix für das Gefangenendilemma

		Spieler 2	
		l_2	g_2
Spieler 1	l_1	(3,3)	(1,4)
	g_1	(4,1)	(2,2)

Quelle: Holler, Illing S.4, 2003

Es stellt sich nun die Frage, welche Strategie ein Spieler wählen sollte. Auf den ersten Blick empfiehlt es sich, dass beide gestehen, da dies in der beschriebenen Situation die einzig individuell rationale Strategie für jeden Spieler ist. Überraschend ist dabei jedoch, dass die Strategiekombination *leugnen* (l_1, l_2) offensichtlich besser ist als die Kombination *gestehen* (g_1, g_2). Unter den vorgegebenen Regeln ist *leugnen* jedoch kein individuell rationales Verhalten, weil die beiden Spieler keinen bindenden Vertrag abschließen können[16]. Deswegen muss die Lösung in diesem, wie auch in anderen nicht-kooperativen

---

[15] vgl. Holler, M.J. / Illing, G.:S.3, Einführung in die Spieltheorie, Berlin 2003

[16] vgl. ebd. S.5

Spielen so gestaltet sein, dass keiner der Spieler ein Eigeninteresse daran hat, von ihr abzuweichen. Die Strategie *leugnen* ($l_{1,}$ l_2) erfüllt dies nicht. Wenn Spieler 2 leugnet, dann stellt sich Spieler 1 besser, indem er gesteht. Aber auch wenn 2 gesteht ist für Spieler 1 wiederum gestehen die bessere Strategie. Es ist also unabhängig davon, was Spieler 2 tut, individuell rational zu gestehen. Dies gilt analog für den zweiten Spieler[17]. Die Strategie gestehen ist somit für beide eine dominante Strategie. Die Auszahlungen der Strategie *gestehen* ($g_{1,}$ g_2) werden pareto dominiert durch diejenigen der Strategiekombination *leugnen* ($l_{1,}$ l_2). Daher auch der Name GefangenenDilemma[18]. Das Lösungskonzept des Gefangenendilemmas besteht also darin, jedem Spieler die Wahl seiner dominanten Strategie zu empfehlen. Die Strategiekombination *gestehen* ($g_{1,}$ g_2) ergibt somit ein Gleichgewicht in dominierten Strategien, weil keiner der Spieler, gegeben die Strategie des anderen, einen Anreiz hat, eine andere Strategie zu wählen[19]. Wäre das Gefangenendilemma ein kooperatives Spiel, könnten sich die beiden Spieler verbessern, indem sie vereinbaren beide zu leugnen. Weil es aber keinen Mechanismus gibt, der zwingend vorschreibt sich an die getroffene Vereinbarung zu halten, hätten beide einen Anreiz abzuweichen. Denn jeder der Spieler kann sich überlegen, dass er sich verbessert, sofern er gesteht, wenn der andere Mitspieler leugnet oder auch gesteht[20]. Die Lösung wird also wesentlich davon beeinflusst inwieweit einzelne Spieler Verpflichtungen über zukünftige Handlungen bindend festlegen können[21].

Die Systematik des Gefangenendilemmas lässt sich wie bereits erwähnt auch auf die Problematik der privaten Bereitstellung öffentlicher Güter übertragen. Kernaussage der Theorie war, dass die Bereitstellung öffentlicher Güter durch einen privaten Marktmechanismus nicht effizient erfolgt. Es ist individuell rational sich als Trittbrettfahrer zu verhalten, weil das öffentliche Gut auch ohne einen Zahlungsbeitrag genutzt werden kann. Dieses individuell rationale

---

[17] vgl. Holler, M.J. / Illing, G.:S.6, Einführung in die Spieltheorie, Berlin 2003

[18] vgl. Naeve, J. /Arnold T./Schwalbe U.: S.35, Spieltheorie, 2003

[19] vgl. Holler, M.J. / Illing, G.:S.6, Einführung in die Spieltheorie, Berlin 2003

[20] vgl. Naeve, J. /Arnold T./Schwalbe U.: S.35, Spieltheorie, 2003

[21] vgl. Holler, M.J. / Illing, G.:S.8, Einführung in die Spieltheorie, Berlin 2003

Verhalten führt dazu, dass ein öffentliches Gut gar nicht erst angeboten wird. Dies lässt sich am Beispiel der Errichtung eines Parks im zwei Personen-Spiel demonstrieren. Zwei Personen werden befragt, ob sie die Errichtung eines Parks wünschen. Die Errichtung des Parks kostet 120 €. Die Zahlungsbereitschaft beträgt für jede Person 110 €. Es muss jeder die Hälfte der Errichtung tragen, wenn beide zustimmen. Stimmt nur einer zu, muss er die gesamten Kosten tragen. Stimmt keiner der beiden zu, wird der Park nicht gebaut. Der Nettonutzen ergibt sich jeweils aus der Differenz zwischen Zahlungsbereitschaft und dem Zahlungsbeitrag. Die Situation lässt sich entsprechend darstellen:

Abbildung 4 Trittbrettfahrerverhalten als Gefangenendilemma

		Spieler 2	
		j_2	n_2
Spieler 1	j_1	(50,50)	(-10,110)
	n_1	(110,-10)	(0,0)

Quelle: Holler, Illing, Einführung in die Spieltheorie, S.8, 2003

Die Strategien n_1 und n_2, also der Errichtung des Parks nicht zustimmen sind hierbei die für die Spieler dominanten Strategien. Der Park wird im Ergebnis nicht gebaut. Solange keine bindenden Verträge geschlossen werden können und die Spielsituation sich nicht wiederholt, ist dieses Resultat unvermeidlich. Wahrscheinlich würden sich beide Spieler in Verhandlungen auf eine kooperative Lösung einigen (bindende Verträge vorausgesetzt). Erschwerend kommt jedoch hinzu, dass die tatsächliche individuelle Zahlungsbereitschaft der einzelnen Spieler nicht bekannt ist, woraus sich auch die Ineffizienz der Bereitstellung öffentlicher Güter begründet[22](s.o.).

3.2 Nash Gleichgewicht

Im vorangegangenen Gefangenendilemma verfügte jeder der Spieler über eine dominante Strategie[23]. Dem Konzept der Dominanz liegt zu Grunde, dass ein Spieler in gewisser Weise versucht, gedanklich der Spielsituation dadurch zu

[22] vgl. Holler, M.J. / Illing, G.:S.8, Einführung in die Spieltheorie, Berlin 2003

[23] vgl. ebd. S.9

entrinnen, dass er die Strategien daraufhin überprüft, ob sie in jedem Falle gut sind, das heißt egal was der andere Spieler macht.

Damit müssen keine Vermutungen über die Aktionen der Mitspieler gemacht werden[24]. Die Entscheidung des Spielers ist somit unabhängig von seinen Erwartungen über das Verhalten der Mitspieler.

Was allerdings strategische Situationen erst interessant und so schwierig zu lösen macht, ist jedoch die Tatsache, dass das eigene Verhalten wesentlich von den Erwartungen über das Verhalten der Mitspieler abhängt, und auch von der Einschätzung darüber, welche Erwartungen diese wiederum über des Verhalten der anderen Mitspieler bilden.

Im Gefangenendilemma, in welchem ein Gleichgewicht von dominanten Strategien existiert, bietet sich das Lösungskonzept der Wahl der dominanten Strategie an, jedoch lässt sich am einfachen Beispiel von „Matching Pennies" zeigen, dass dies längst nicht für alle Spiele der Fall ist[25].

Im Spiel Matching Pennies wählen zwei Spieler gleichzeitig, ob sie Kopf (K) oder Zahl (Z) einer Münze aufdecken wollen. Spieler 1 zahlt dabei einen Euro an Spieler 2, wenn beide Münzen verschiedene Seiten zeigen. Ist dies nicht der Fall zahlt Spieler 2 einen Euro an Spieler 1.

Entsprechend sieht die Auszahlungsmatrix aus:

Abbildung 5: Matching Pennies Spiel ohne dominante Strategie

		Spieler 2	
		K	Z
Spieler 1	K	(-1,1)	(1,-1)
	Z	(1,-1)	(-1,1)

Quelle: Jöerg Naeve, Spieltheorie, S.44, 2003

Die jeweils besten Antworten auf die Strategie des anderen Spielers sind durch unterstreichen markiert. Es ist zu sehen, dass die jeweiligen Antworten in unterschiedlichen Zeilen beziehungsweise spalten auftauchen. Es gibt demnach für keinen der beiden Spieler eine dominante Strategie.

Die beste Antwort für Spieler 1 hängt davon ab, welche Strategie Spieler 2 wählt und umgekehrt[26].

[24] vgl. Naeve, J. /Arnold T./Schwalbe U.: S.44, Spieltheorie, 2003

[25] vgl. ebd. S.45

[26] vgl. ebd. S.45

Aber gerade darin besteht das Problem in einem nicht-kooperativem Spiel, nämlich, dass die Spieler ihre Strategie wählen müssen ohne zu wissen, welche Strategie die anderen Spieler gewählt haben.
Das Konzept des Nash Gleichgewichts, lässt sich daher am leichtesten so darlegen, dass für eine Spielkombination, die als Lösung in Betracht kommen soll, gefordert wird, dass ex post niemand seine Strategiewahl bereut[27].
Ausgehend vom Nash Gleichgewicht, besteht für keinen Spieler ein Anreiz, von seiner Gleichgewichtsstrategie abzuweichen[28].
Das folgende Beispiel zeigt ein Spiel ohne dominante Strategie, aber mit einem Nash Gleichgewicht.

Abbildung 6: Spiel mit Nash Gleichgewicht

		Spieler 2		
		s_{21}	s_{22}	s_{23}
Spieler 1	s_{11}	(8,-8)	(1,1)	(-8,8)
	s_{12}	(1,1)	(2,2)	(1,1)
	s_{13}	(-8,8)	(1,1)	(8,-8)

Quelle: Holler, Illing, Einführung in die Spieltheorie, S.10, 2003

Betrachtet man beispielsweise die beliebig gewählte Kombination (s_{11}, s_{21}), so ist Strategie s_{11} (Auszahlung von 8 für 1)zwar die beste Antwort auf die Strategie s_{21}, spielt jedoch Spieler1 die Strategie s_{11} so kann sich Spieler 2 mit der Strategie s_{23} (Auszahlung von 8 für Spieler 2) besser stellen. Das heißt sofern s_{11} gespielt wird wäre s_{21} keine nutzenmaximierende Entscheidung. Ähnlich wie fast alle anderen Strategien in diesem Spiel, erfüllt diese Kombination nicht die Bedingung für das Nash Gleichgewicht. Allein bei der Strategiekombination (s_{12}, s_{22}) besteht für keinen der Spieler ein Anreiz von seiner Strategie abzuweichen. Die Strategien stellen wechselseitig beste Antworten dar. Ein Gleichgewicht in dominanten Strategien ist auch immer ein Nash Gleichgewicht[29].
Allerdings bietet das Nash Gleichgewicht häufig auch keine eindeutige Lösung für jedes Spiel. So ist es zum Beispiel möglich, dass in einem Spiel mehrere Nash Gleichgewichte vorhanden sind[30].

---

[27] vgl. Naeve, J. /Arnold T./Schwalbe U.: S.45, Spieltheorie, 2003

[28] vgl. Holler, M.J. / Illing, G.:S.57, Einführung in die Spieltheorie, Berlin 2003

[29] vgl. ebd. S.10

[30] vgl. ebd. S.12

Abbildung 7: Battle of the sexes

		Spieler 2	
		s_{21}	s_{22}
Spieler 1	s_{11}	(3,1)	(0,0)
	s_{12}	(0,0)	(1,3)

Quelle: Holler,Illing Einführung in die Spieltheorie, S.11, 2003

Sowohl die Kombination (s_{11}, s_{21}) als auch (s_{12}, s_{22}) sind wechselseitig beste Antworten und stellen Nash Gleichgewichte dar. Allerdings ist ohne ein Vorwissen nicht klar, welches der Gleichgewichte realisiert wird, beziehungsweise ob überhaupt eines der Gleichgewichte realisiert wird. Es lässt sich vermuten, dass beide Spieler, unsicher bezüglich des Verhaltens ihres Mitspielers, eine Zufallsauswahl bezüglich ihrer reinen Strategien treffen, das heißt gemischte Strategien wählen. Gemischte Strategien charakterisieren sich dadurch, dass die Wahl der Strategie durch einen Zufallsmechanismus bestimmt wird[31].

3.3 Wiederholte Spiele

Es lassen sich zwei wesentliche Gründe anführen warum es sinnvoll ist wiederholte Spiele zu betrachten. Zum einen finden soziale und ökonomische Interaktionen in der Realität häufig nicht nur einmalig sondern zwischen denselben Individuen wiederholt statt. Zum anderen gibt es Effekte, wie zum Beispiel die Reputation, die in einem einmaligen Spiel nicht abgebildet werden können. Diese wiederum beeinflussen in späteren Interaktionen das Verhalten der anderen beziehungsweise die Erwartungen darüber, wie sich ein Spieler verhalten wird. Entscheidend ist, dass Spieler in wiederholten Spielen ihr Verhalten in den verschiedenen Wiederholungen nicht unabhängig festlegen, sondern Interdependenzen zwischen den Strategien bestehen, die in den einzelnen Wiederholungen gewählt werden[32].

Modelle von wiederholten spielen lassen sich untergliedern in Modelle unendlich wiederholter Spiele, und in solche, bei denen die Zahl der Wiederholungen endlich ist[33]. Dabei scheinen die endlich wiederholten Spiele die realistischere

---

[31] vgl. Holler, M.J. / Illing, G.:S.11, Einführung in die Spieltheorie, Berlin 2003

[32] vgl. Naeve, J. /Arnold T./Schwalbe U.: S.152, Spieltheorie, 2003

[33] vgl. ebd. S.153

Annahme zu sein, bei näherer Betrachtung stellt sich jedoch heraus, dass der entscheidende Unterschied zwischen beiden Ansätzen darin liegt, dass es in endlich oft wiederholten Spielen eine letzte Periode gibt, von der allen Spielern bekannt ist, dass es sich um die letzte Periode handelt. Das ist dann der Fall, wenn die genaue Anzahl der Wiederholungen feststeht[34].

Bei beliebig langer endlicher Wiederholung wird eine Vereinbarung von Anfang an niemals eingehalten. Das einzige Gleichgewicht, zum Beispiel in einem Spiel der Form des Gefangenendilemmas, bei gegebener Endperiode T besteht darin, dass alle Spieler ihre nicht –kooperative Strategie verfolgen.

Dieses Ergebnis lässt sich herleiten, wenn man das Spiel vom Endpunkt aus betrachtet. In der Endperiode T werden die Spieler auf keinen Fall kooperieren weil sie daraus keinen langfristigen Vorteil mehr ziehen. In der Vorperiode T-1 ist eine Kooperation nur attraktiv, wenn diese in der nächsten Periode durch Kooperation belohnt würde. Weil sich in T aber ohnehin niemand an die Vereinbarung halten wird und demnach die Belohnung einer heutigen Kooperation nicht möglich ist, besteht bereits im Zeitpunkt T-1 schon kein Anlass die kooperative Strategie zu verfolgen. Analog lässt sich diese Argumentationskette bis zum Anfangszeitpunkt fortsetzen. Diese Argumentation ist nicht mehr aufrechtzuerhalten, sobald der Zeithorizont unendlich lange ausgedehnt wird, da es dann keine Endperiode mehr gibt, in der eine Bestrafung vom Abweichen nicht mehr möglich ist[35].

Bei unendlich wiederholten Spielen kann das Einhalten von Vereinbarungen wieder für alle Spieler attraktiv sein, wie etwa bei der Trigger – Strategie. Diese lässt sich wie folgt beschreiben. In der ersten Runde wird entsprechend der Vereinbarung gespielt. Für die folgenden Runden gilt, dass man sich an die Vereinbarung hält, solange der Mitspieler in den Vorrunden sich ebenfalls daran gehalten hat. Hat sich der andere Spieler nicht an die Vereinbarung gehalten, so weicht man selber auch ab. In dieser Bestrafungstrategie gibt es keine Vergebung, das heißt, wird einmal von der Vereinbarung abgewichen bleibt es dabei[36].

---

[34] vgl. Naeve, J. /Arnold T./Schwalbe U.: S.153, Spieltheorie, 2003

[35] vgl. Holler, M.J. / Illing, G.:S.22, Einführung in die Spieltheorie, Berlin 2003

[36] vgl. Naeve, J. /Arnold T./Schwalbe U.: S.159, Spieltheorie, 2003

Die Strategie Tit for Tat ist ähnlich der Triggerstrategie. Allerdings wird hierbei nach einmaliger Abweichung nicht für immer auf Bestrafung umgeschaltet.
In der ersten Runde hält man sich an die Vereinbarung. In jeder folgenden Runde verhält man sich genauso wie der Mitspieler in der Vorrunde, also man hält sich an die Vereinbarung wenn der andere Spieler in der Vorrunde sich auch daran gehalten hat. Entsprechend weicht man ab, wenn der Mitspieler in der Vorrunde abgewichen ist. Bei der Strategie Tit for Tat imitiert man das Verhalten des Mitspielers aus der Vorperiode. Es handelt sich somit um eine Bestrafung mit Vergebung[37].
Wird abweichendes Verhalten von heute in der Zukunft entsprechend hart bestraft, kann bei unendlichem Zeithorizont jede Kombination von individuell rationalen Auszahlungen als Nash-Gleichgewicht durchgesetzt werden, vorausgesetzt der Diskontfaktor ist groß genug. Dieses Ergebnis wird auch als Folk-Theorem bezeichnet. Somit lässt sich fast jedes Ergebnis als Gleichgewichtsverhalten begründen[38]. Ein großer Diskontfaktor bedeutet, dass die Zukunft wichtig ist. Die Spieler werden die zukünftigen Auszahlungen nicht wegen einer einmalig höheren Auszahlung durch Abweichen aufs Spiel setzen[39].

3.4 Kooperative Spiele

Kooperative Spiele sind dadurch gekennzeichnet, dass die Spieler verbindliche Abmachungen treffen können. Dies setzt voraus, dass zum Abschluss verbindlicher Abmachungen zwischen den Spielern eine Kommunikation möglich ist. Für ein Spiel, wie zum Beispiel Battle of the Sexes(Abbildung 7: Battle of the sexes) reicht allein Kommunikation für eine effiziente Vereinbarung aus[40]. Allgemein muss es jedoch eine exogene Instanz (z.B.Rechtssystem) geben, gegenüber welcher die Spieler sich zu einer bestimmten Handlung verpflichten können. Am Beispiel des Gefangenendilemmas lässt sich dies verdeutlichen. Die Spieler im Gefangenendilemma können sich nicht gegenseitig, sondern nur über einen aussenstehenden Dritten verpflichten, die dominierte Strategie „leugnen“ zu

[37] vgl. Naeve, J. /Arnold T./Schwalbe U.: S.160, Spieltheorie, 2003, vgl auch Dixit/Nalebuff, S.105 Spieltheorie für Einsteiger, 1997

[38] vgl. Holler, M.J. / Illing, G.:S.22, Einführung in die Spieltheorie, Berlin 2003

[39] vgl. Naeve, J. /Arnold T./Schwalbe U.: S.163 f., Spieltheorie, 2003

[40] vgl. Holler, M.J. / Illing, G.:S.189, Einführung in die Spieltheorie, Berlin 2003

wählen. Nur so lässt sich das kooperative Ergebnis sicherstellen. Die exogene Instanz muss dafür sorgen, dass die Spieler gezwungen werden sich entsprechend den Abmachungen zu verhalten. Das heißt, im Falle der Nichteinhaltung kann der von der Abmachung abweichende Spieler derart bestraft werden, dass es für diesen in jedem Falle besser ist, die Abmachung einzuhalten[41]. So würde das Gefangenendilemma, durch die Existenz einer Mafia (der die Gefangenen schon vorher angehörten), die jedes Geständnis mit dem Tod bestraft und diese Strafe auch durchsetzen kann, in ein kooperatives Spiel umwandeln[42]:

Abbildung 8: Mafia-Lösung des Gefangenendilemmas

		Spieler 2	
		l_2	g_2
Spieler 1	l_1	(3,3)	(1,0)
	g_1	(0,1)	(0,0)

Quelle: Holler/Illing Einführung in die Spieltheorie, S.190, 2003

Der Abschluss verbindlicher Abmachungen bedeutet somit, dass Strategien, die der Abmachung nicht entsprechen, nicht mehr gespielt werden.
Zusammenfassend lässt sich sagen, dass kooperative Spiele sich durch die Möglichkeit verbindlicher Abmachungen, also Kommunikation und exogene Durchsetzung, auszeichnen.

4.Schlussbetrachtung

Betrachtet man die Spieltheorie in Verbindung mit der Problematik der öffentlichen Güter, so stellt diese eine gute Form der Problemanalyse dar.
Nicht allein durch das wohl grundlegendste Beispiel des Gefangenendilemmas in der Spieltheorie, welches sich hervorragend auf das ökonomische Problem der privaten Bereitstellung der öffentlichen Güter übertragen lässt, ergibt sich die Relevanz, sondern auch aus der Betrachtung der möglichen Entscheidungswege sowie die die Entscheidungen determinierenden Bedingungen. Allerdings stellt dies auch eine teilweise sehr vereinfachende, auf die grundlegenden Prozesse gerichtete Form der Betrachtung von Entscheidungen hinsichtlich öffentlicher Güter, dar. Somit liefert die Spieltheorie gute Ansätze.

---

[41] vgl. Holler, M.J. / Illing, G.:S.190, Einführung in die Spieltheorie, Berlin 2003

[42] vgl. ebd. S.23 und S.190

Literaturverzeichnis

Dixit, A.K./ Nalebuff B.J.(1997): Spieltheorie für Einsteiger; Strategisches Know How für Gewinner, aus dem amerikanischen übertragen von Christian Schütte, Stuttgart

Güth, W. (1999): Spieltheorie und ökonomische (Bei)Spiele, Berlin

Holler, M.J. / Illing, G. (2003): Einführung in die Spieltheorie, Berlin

Holzinger, K. (1998):Die Leistungsfähigkeit umweltpolitischer Kooperationsformen, Bonn

Jost, Peter-J. (Hrsg.) (2001): Die Spieltheorie in der Betriebswirtschaftslehre, Stuttgart

Kaul, I./ Conceição, P./Goulven, K./Mendoza R.U.(Hrsg.) (2003): Die Bereitstellung globaler öffentlicher Güter; Globalisierung gestalten, http://www.undp.org/ globalpublicgoods/ globalization/pdfs/gpgII-ger-1.pdf, Stand: 14.10.2004

Martens, J/Hain, R(2002): Globale öffentliche Güter, Zukunftskonzept für die internationale Zusammenarbeit?, Berlin, http://www2.werk21server. de/weed/uploads/gpg2002.pdf, Stand 5.11.2004

Naeve, J. /Arnold T./Schwalbe U.(2003): Spieltheorie; http://www.mikro.uni-hohenheim.de/Lehre/Spieltheorie/Downloads, Stand: 29.02.2004

Sieg, G.(2000): Spieltheorie, München