

Eine kritische Betrachtung des spieltheoretischen Strategiebegriffs

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	2
2. Spieltheorie	2
2.1 Die Frage nach der optimalen Strategie	3
2.2 Verortung des Strategiebegriffs innerhalb der Spieltheorie	3
2.3 Der spieltheoretische Strategiebegriff	4
2.4 Reine und gemischte Strategien	4
3. Kritik des spieltheoretischen Strategiebegriffs	5
3.1 Das Problem der Komplexität	6
3.2 Das Problem der Depersonalisierung	6
4. Der spieltheoretische Strategiebegriff anhand zweier Beispiele	7
4.1 Schach	7
4.1.1 Die spieltheoretische Lösung des Schachspiels	8
4.1.2 Das Problem der Komplexität: 32 Figuren, 64 Felder, 10^{43} Stellungen	8
4.2 Poker	9
4.2.1 Die spieltheoretische Lösung des Pokerspiels	9
4.2.2 Das Problem der Depersonalisierung: Vielfältige Spielertypen	10
5. Schluss	11
Literaturverzeichnis	12

1. Einleitung

In seiner medienhistorischen Betrachtung der Computerspiele *Computer Spiel Welten* befasst sich Claus Pias nach der Untersuchung von Adventure und Actionspiel mit der Herkunft des Strategiespiels. Bei der Herleitung des Begriffs des Strategiespiels verweist er zum einen auf von Clausewitz, der Strategie im Rahmen der Kriegsführung als „die Lehre vom Gebrauch der Gefechte zum Zweck des Krieges“ definiert und diese damit der Taktik überordnet, worunter von Clausewitz „die Lehre vom Gebrauch der der Streitkräfte im Gefecht“ (von Clausewitz 1980, 84) versteht. Zum anderen zeigt Pias die Verbindung zur mathematischen Spieltheorie John von Neumanns auf, die mithilfe so genannter „games of strategy“ zur Lösung ökonomischer Probleme beitragen will (vgl. Pias 2000, 154ff.). Pias auf seinem Weg bei der Erkundung der Begriffe Strategie und Strategiespiel folgend, führt somit ein Pfad in die Welt des Krieges, allerdings nicht direkt auf das blutgetränkte Schlachtfeld, sondern in das in sicherer Entfernung liegende Quartier des Feldherren, der Miniaturarmeen auf einer vor ihm liegenden Landkarte verschiebt. Der andere Pfad führt an die Universität oder das Forschungsinstitut, wo Mathematiker und Computerforscher mittels Matrizen, Formeln und Graphen an perfekten Strategien tüfteln.

In der vorliegenden Arbeit soll sich dem Begriff der Strategie im Bereich des Spiels auf dem zweiten Wege genähert werden. Der spieltheoretische Strategiebegriff wird dazu einer kritischen Betrachtung unterzogen. Ziel dieser Arbeit soll es aber nicht nur sein, Stärken und Schwächen des spieltheoretischen Strategiebegriffs aufzuzeigen, sondern darüber hinaus einen Blick auf Erfolge und Grenzen der Spieltheorie auf ausgewählten Spielfeldern zu werfen. Schließlich darf auch das Spannungsverhältnis zwischen menschlichen und maschinellen Strategien nicht vernachlässigt werden, da letztere zumeist eng mit der mathematischen Spieltheorie verbunden sind.

Im Sinne der erläuterten Zielsetzung ist das zweite Kapitel, das die Grundlage des weiteren Textes bildet, ganz dem spieltheoretischen Strategiebegriff John von Neumanns gewidmet. Ausgehend von seiner Frage nach der Ermittlung optimaler Strategien in Gesellschaftsspielen wird eine Verortung der Strategie innerhalb der Spieltheorie geliefert, um im Anschluss an diese Ausführungen zu von Neumanns Definition des Begriffs der Strategie zu gelangen. Eine Erläuterung der Unterscheidung zwischen reinen und gemischten Strategien beschließt schließlich das zweite Kapitel.

Das dritte Kapitel befasst sich mit der Kritik am spieltheoretischen Strategiebegriff. Die Problematik dieses Begriffs wird dabei anhand zweier gesonderter Punkte erläutert. Zunächst wird auf die hohe Komplexität vieler Spiele aufmerksam gemacht, die die Anwendung spieltheoretischer Strategien in der Praxis vor große Probleme stellt. Nicht weniger schwer wiegt die im Anschluss behandelte Kritik an der mit der Spieltheorie verbundenen Depersonalisierung der Spieler, die unter anderem die Frage aufwirft, ob die von der Spieltheorie als optimal angesehenen Strategien im Duell mit menschlichen Gegnern wirklich als optimal angesehen werden können.

Im vierten und letzten Abschnitt der Arbeit sollen Strategiebegriff und Kritik anhand zweier bekannter Spiele, Schach und Poker, beleuchtet werden. Wie sich in diesem Kapitel zeigen wird, kann die Spieltheorie bei beiden Spielen durchaus Erfolge verbuchen. Das Problem der Komplexität (Schach, Poker) sowie die nicht minder problematische spieltheoretische Depersonalisierung der Spieler (Poker) zeigen jedoch auch deutlich die Grenzen des spieltheoretischen Ansatzes auf.

2. Spieltheorie

Mit dem 1944 erschienenen *Theory of Games and Economic Behavior* schufen John von Neumann und Oskar Morgenstern das Standardwerk der mathematischen Spieltheorie. Die in diesem Werk zur Lösung ökonomischer Probleme behandelten „games of strategy“, deren genauere Betrachtung uns später zum spieltheoretischen Strategiebegriff führen wird, finden ihren Ursprung in einem früheren

Aufsatz von Neumanns, der bereits 1928 unter dem Titel *Zur Theorie der Gesellschaftsspiele* in den *Mathematischen Annalen* veröffentlicht wurde. Dieser Text von Neumanns bildete nicht nur den Ausgangspunkt aller weiteren Überlegungen, sondern warf auch erstmals eine für die Spieltheorie elementare Frage auf.

2.1 Die Frage nach der optimalen Strategie

Gleich zu Beginn seines Aufsatzes formuliert von Neumann die Frage nach der optimalen Strategie in Gesellschaftsspielen: „ n Spieler, S_1, S_2, \dots, S_n , spielen ein gegebenes Gesellschaftsspiel [...]. Wie muß einer dieser Spieler, S_m , spielen, um dabei ein möglichst günstiges Resultat zu erzielen?“ (von Neumann 1928, 295).

Wie die Formulierung der Frage bereits vermuten lässt, bemüht von Neumann sich um eine mathematische Lösung des Problems. Er betrachtet Gesellschaftsspiele als eine endliche Folge von Ereignissen, deren Ausfall jeweils entweder vom Zufall oder vom Willen der einzelnen Spieler abhängt. Am Ende der Ereigniskette müssen die Spieler einander den Spielregeln entsprechende Zahlungen leisten (vgl. von Neumann 1928, 296). Unter Ausschluss von Spielen, bei denen der Ausgang aller Ereignisse vom Zufall abhängt, – hierbei handelt es sich um reine Glücksspiele, in denen strategische Erwägungen keinerlei Rolle spielen –, „hängt das Schicksal eines jeden Spielers außer von seinen eigenen Handlungen auch noch von denen seiner Mitspieler ab“, wobei das Besondere dieser Konstellation darin besteht, dass „deren Benehmen [...] von genau denselben egoistischen Motiven beherrscht“ wird, „die wir beim ersten Spieler bestimmen möchten“ (von Neumann 1928, 295).

Für alle Nullsummenspiele – Spiele, in denen der Gewinn des einen automatisch den Verlust des anderen bedeutet, die Summe aller Zahlungen also immer null ist – lässt sich die oben aufgeworfene Frage nach der optimalen Strategie damit folgendermaßen formulieren: Welche Strategie muss ich wählen, um am Ende des Spiels auf den größtmöglichen Ertrag hoffen zu können, wenn alle anderen Spieler ebenfalls aus Eigeninteresse handeln und sich vermutlich die gleiche Frage stellen?

2.2 Verortung des Strategiebegriffs innerhalb der Spieltheorie

Von Neumann selbst spricht in seinem 1928 erschienenen Aufsatz noch nicht von der Strategie, sondern von der „Spielmethode“ eines Spielers (vgl. von Neumann 1928, 300ff.). Erst in seiner Erörterung der „games of strategy“, die das gesamte zweite Kapitel der *Theory of Games* einnimmt, führt er neben weiteren Begriffen, die es nun zu erörtern gibt, den Begriff der Strategie ein (vgl. von Neumann/Morgenstern 1944, 46-84).

Zunächst unterscheidet von Neumann zwischen Spiel („game“) und Partie („play“). Während er unter dem Spiel die Gesamtheit aller Regeln versteht, die es beschreiben, z. B. das Schachspiel, handelt es sich bei der Partie um einen Durchlauf des Spiels, also z. B. eine spezielle Schachpartie. Dementsprechend erfolgt auf der Spielebene eine weitere Unterscheidung zwischen Zug („move“) und Zugwahl („choice“). Ein Zug stellt dabei die Gelegenheit zur Zugwahl unter verschiedenen Alternativen dar, wobei diese Wahl entweder durch einen Spieler oder nach einem Zufallsmechanismus wie Würfeln erfolgt. Im Beispiel der Schachpartie muss der Spieler, der am Zug ist, eine Wahl zwischen den verschiedenen Zugmöglichkeiten treffen. Schließlich stellt von Neumann dem Begriff der Regeln („rules“) den im Mittelpunkt dieser Arbeit stehenden Begriff der Strategie („strategy“) gegenüber. Die Regeln bilden die unabänderlichen Gesetze des Spiels, die zu verletzen das ganze Spiel zunichte macht, die Gangart der Schachfiguren sei hier als Beispiel genannt. Die Wahl der Strategie dagegen liegt in der Freiheit jedes einzelnen Spielers. Hierunter versteht von Neumann „the general principles governing his choices“ (von Neumann/Morgenstern 1944, 49). Spiele bestehen nach von Neumann demnach aus einem Gerüst von festgesetzten, unveränderlichen Regeln, wohingegen Partien mög-

liche Verläufe des Spiels darstellen, die sich nach den Strategien der Spieler und, abhängig von der Art des Spiels, dem Zufall richten (vgl. von Neumann/Morgenstern 1944, 48ff.).

Da es von Neumann um das Auffinden optimaler Strategien geht, kann er sich mit dem oben genannten, noch recht vagen Strategiebegriff nicht zufrieden geben. So muss nicht nur der genaue Zusammenhang zwischen Strategie und Zugwahl geklärt werden, sondern es gilt außerdem dafür zu sorgen, den Ausgang der Partie möglichst unabhängig vom Zufall zu machen, diesen also auf irgendeine Art in die Strategie zu integrieren.

2.3 Der spieltheoretische Strategiebegriff

Nachdem sich aus den bisherigen Ausführungen ergibt, dass sich die Strategie eines Spielers grundsätzlich an den Spielregeln auszurichten hat, die nicht zuletzt auch das Ziel des Spiels formulieren, stellt sich die Frage, inwiefern sich diese übergeordneten Prinzipien mit den im Spiel zu treffenden Entscheidungen in Verbindung setzen lassen. Von Neumann greift an dieser Stelle auf den Begriff der Information zurück. Ein Spieler kann Entscheidungen demzufolge immer nur aufgrund der ihm zur Verfügung stehenden Information treffen, welche sich aus den im Spiel vorangegangenen Zügen ergibt (vgl. von Neumann/Morgenstern 1944, 50f.). Diesem Umstand trägt von Neumann in seiner Definition des Strategiebegriffs folgendermaßen Rechnung:

„Imagine now that each player [...] instead of making each decision as the necessity for it arises, makes up his mind in advance for all possible contingencies; i.e. that the player [...] begins to play with a complete plan: a plan which specifies what choices he will make in every possible situation, for every possible actual information which he may possess at that moment in conformity with the pattern of information which the rules of the game provide for him for that case. We call such a plan strategy” (von Neumann/Morgenstern 1944, 79).

Dieser spieltheoretische Strategiebegriff schränkt die Handlungsfreiheit des Spielers nicht ein, da er auf jede denkbare Situation eine angemessene Antwort ermöglicht. Die Schattenseite dieser uneingeschränkten Handlungsfreiheit besteht darin, dass der Spieler vor und während des Spiels auf alle möglichen Eventualitäten vorbereitet sein muss, mögen sie noch so abwegig erscheinen. Eine optimale Strategie muss nicht nur auf rationales Verhalten der Gegenspieler zum größtmöglichen Ertrag führen, sondern darf auch auf – gemessen an der Spieltheorie – irrationales Verhalten der Kontrahenten nicht von Nachteil für den Spieler sein (vgl. von Neumann/Morgenstern 1944, 31f. und 79).

Ähnlich wie mit dem irrationalen Verhalten von Spielern verfährt von Neumann mit der Zufallskomponente von Spielen. Zufallszüge wie Würfeln oder Kartenziehen beruhen auf nichts anderem als Wahrscheinlichkeiten, weswegen sie sich in gewissem Sinne sogar besser berechnen lassen als die Entscheidungen der Kontrahenten, deren vielfältige Überlegungen nicht einsehbar sind. Zufallszüge wirken damit wie Züge eines Spielers, der im Rahmen der Regeln willkürlich, ohne jede Art von Strategie verfährt. Sie lassen sich daher in Form von Wahrscheinlichkeitsberechnungen in die eigene Strategie integrieren (vgl. von Neumann/Morgenstern 1944, 80).

2.4 Reine und gemischte Strategien

Nach seiner Herausarbeitung des spieltheoretischen Strategiebegriffs nimmt von Neumann eine Unterteilung in eindeutig bestimmte und nicht eindeutig bestimmte Spiele vor. Bei eindeutig bestimmten Spielen erhält ein Spieler durch eine reine Strategie den größtmöglichen Ertrag, während bei nicht eindeutig bestimmten Spielen nur eine gemischte Strategie zum Erfolg führt (vgl. von Neumann/Morgenstern 1944, 98-168). Beide Spiel- und Strategietypen sollen anhand zweier simpler Zwei-Personen-Nullsummenspiele, nämlich anhand der Kinderspiele *Tic Tac Toe* und *Stein-Schere-Papier*, verdeutlicht werden.

Bei *Tic Tac Toe* ist der Ausgang des Spiels bei guter Spielweise der Kontrahenten bereits zu Spielbeginn eindeutig bestimmbar. Keiner der beiden Spieler kann den Sieg davontragen, wenn der Gegner eine gute Strategie wählt, das Ergebnis lautet in jedem Fall Unentschieden. Das Spiel ist somit im Sinne von Neumanns eindeutig bestimmt.¹ Eine Unterscheidung in gute und schlechte Strategien ist möglich, da es für jede Spielkonstellation eine eindeutig bestimmbare Menge an guten und schlechten Züge gibt. Durch eine Vorausberechnung der Züge bis zum Spielende ist es für jede Stellung einschließlich der Ausgangsstellung möglich, die guten Züge ausfindig zu machen. Eine Abweichung von einer guten Strategie, also die Wahl eines schlechten Zuges, führt unwiderruflich zur eigenen Niederlage, wenn der Gegner seinerseits einer guten Strategie folgt. Bei den guten Strategien handelt sich um reine Strategien, da Zufall und Wahrscheinlichkeit bei der Zugwahl keine Rolle spielen, was eine Folge der Existenz eindeutig guter und schlechter Züge in jeder Stellung ist.

Im Gegensatz zu *Tic Tac Toe* lässt sich der Ausgang des *Stein-Schere-Papier*-Spiels nicht eindeutig vorhersagen. Eine grundsätzliche Unterscheidung in gute und schlechte Züge ist nicht möglich. Der Rückgriff auf eine reine Strategie – also das ausschließliche Spielen von ‚Stein‘, ‚Schere‘ oder ‚Papier‘ – erweist sich bei mehrrundigem Spielen von Stein-Schere-Papier als wenig vielversprechend, da der Gegner dieses System schnell durchschauen und die passende Antwort spielen kann. Das gleiche gilt für Strategien, die nur geringfügig von einer reinen Strategie abweichen. Als optimale Spielweise erweist sich in diesem Fall eine gemischte Strategie, die auf einem Zufallsprozess beruht und jeder der drei Alternativen die Wahrscheinlichkeit 1/3 zuordnet. Wählen beide Spieler diese optimale gemischte Strategie, halten sich Sieg und Niederlage die Waage, die zu erwartende Auszahlung beträgt für beide Seiten Null. Weicht jedoch einer der Spieler von dieser Strategie ab, muss er Verluste hinnehmen. Die gemischte Strategie erweist sich damit gegenüber allen anderen Strategien als vorteilhaft (vgl. Sieg 2005, 16-18; Méro 1998, 130-135).

Damit lässt sich festhalten, „dass ein Spieler eine reine Strategie verfolgt, wenn er sein Vorgehen auf der Grundlage eines Prinzips festlegt und wenn in einer gegebenen Situation nach diesem Prinzip immer der gleiche Schritt folgt“, und dass man von einer gemischten Strategie spricht, „wenn der Spieler zunächst jeder Handlungsmöglichkeit einen Wahrscheinlichkeitswert zuschreibt und dann auf der Grundlage dieser Wahrscheinlichkeiten handelt“ (Méro 1998, 39). Was aber ist ausschlaggebend dafür, ob reine oder gemischte Strategien zum Erfolg führen? Betrachtet man die beiden vorgestellten Spiele, fällt auf, dass die Spieler bei *Tic Tac Toe* über alle für die Zugwahl relevanten Informationen verfügen, während die Spieler bei *Stein-Schere-Papier* nur darüber spekulieren können, wie sich der Gegenüber entscheidet. Von Neumann weist nach, dass eben dieser Grad der Information das gesuchte Kriterium darstellt, dass „those games in which each player who makes a personal move is perfectly informed about the outcome of the choices of all anterior moves [...] are strictly determined“ (von Neumann/Morgenstern 1944, 112). Darüber hinaus weist er nach, dass auch das Auftreten von Zufallszügen daran nichts ändert, da der Spieler diese nicht beeinflussen kann und sie durch die Berechnung von Mittelwerten in seine Strategie zu integrieren hat (vgl. von Neumann/Morgenstern 1944, 112ff.).

3. Kritik des spieltheoretischen Strategiebegriffs

Im vorangehenden Kapitel wurde gezeigt, dass unter dem Begriff der Strategie in der Spieltheorie ein Plan verstanden wird, der vom Spieler vor Beginn des Spiels gefasst wird und der bestimmt, wie der Spieler auf jede denkbare Spielsituation zu reagieren hat. Ist die Antwort für jede Konstellation

¹ Andere, ebenfalls eindeutig bestimmte Spiele wie *Vier gewinnt* enden bei optimaler Spielweise mit dem Sieg des Spielers, der den ersten Zug ausführt

klar festgelegt, spricht man von einer reinen Strategie, erfolgen Züge nach auf Wahrscheinlichkeiten beruhenden Zufallsentscheidungen, liegt eine gemischte Strategie vor. Welche Art von Strategie zum Erfolg führt, hängt dabei vom Grad der dem Spieler zur Verfügung stehenden Information ab, welcher wiederum aus den Spielregeln folgt.

Die im Laufe der Jahre gegen die Spieltheorie vorgebrachte Kritik richtet sich vornehmlich gegen die Modellierung der Spieler als nutzenmaximierende Egoisten und die Folgen dieser Prämisse bei der Anwendung der Theorie im ökonomischen und militärischen Bereich (vgl. z. B. zu erstem Arnaszus 1974 und zu zweitem Lebow 1987). Bei einer Begrenzung der Betrachtung auf den obigen spieltheoretischen Strategiebegriff bei Zwei-Personen-Nullsummenspielen verfängt diese Form der Kritik nicht, weil in diesem Fall von Spielern ausgegangen werden muss, die ausschließlich auf den eigenen Vorteil bedacht sind. Kooperation stellt keine Option dar. Der von Neumannsche Strategiebegriff wirft allerdings zwei andere Probleme auf, die in diesem Kapitel beleuchtet werden sollen.

3.1 Das Problem der Komplexität

Der spieltheoretische Strategiebegriff fordert vom Spieler, auf alle erdenklichen Spielsituationen vorbereitet zu sein und eine passende Antwort parat zu haben. Mag eine solche „Ermittlung und Evaluation der möglichen Ereignisse innerhalb eines Spieles“ (Pias 2000, 156) in einem relativ simplen Spiel wie *Tic Tac Toe* noch annähernd möglich sein, scheitert ein solches Vorgehen bei den meisten Spielen an deren Komplexität. Die Annahme, dass ein derartiges Verfahren praktikabel sei, diese „innocuous assumption within the confines of a mathematical analysis“ (von Neumann/Morgenstern 1944, 79), erweist sich in der Realität bei Spielen, die über mehrere Millionen oder eine noch größere Zahl an Spielsituationen verfügen, als unhaltbar.

Die spieltheoretische Auffassung von Strategie erscheint besonders vor dem Hintergrund unseres psychologischen und soziologischen Wissens über den Menschen problematisch. So deutet vieles darauf hin, „daß Entscheidungen nicht nach einer Berechnung aller Alternativen vorgenommen werden“, wie es die Spieltheorie verlangt, „sondern daß Entscheidungsträger die Komplexität von Verfahren durch Intuition [...] senken“ (Pias 2000, 215). Für den Menschen erweist sich die Methode einer Berechnung aller Eventualitäten als schlichtweg utopisch, weshalb ein Strategiebegriff, der dieses verlangt, bestenfalls als ein nicht erreichbares, zweifelhaftes Ideal taugt. Pias ist daher zuzustimmen, wenn er die Spieltheorie als eine „computationale Theorie“ bezeichnet, „der der Digitalrechner schon eingeschrieben ist“ (Pias 2000, 156/157). Dass allerdings selbst Maschinen bei der Berechnung großer Zahlen von Spielstellungen trotz ihrer enormen Rechenkraft an Grenzen stoßen, wird am Beispiel des Schachspiels im vierten Kapitel deutlich werden.

3.2 Das Problem der Depersonalisierung

Sieht man von der geschilderten Problematik der Komplexität ab, führt die spieltheoretische Auffassung vom Vorhandensein optimaler Strategien zu einem weiteren Problem. Die Spieltheorie geht davon aus, dass jeder Spieler im Sinne der Theorie rational handelt und die bestmögliche Strategie wählt, sich also immer für den für den Gegner unangenehmsten Zug entscheidet. Aus spieltheoretischer Perspektive macht es dabei keinen Unterschied, wer der Gegner ist, es ist immer von der bestmöglichen Antwort des Kontrahenten auszugehen. Möglicherweise vorhandenes Wissen über die Persönlichkeit, die Spielstärke oder die Schwächen des Gegners fließt in spieltheoretische Überlegungen nicht ein (vgl. von Neumann 1928).

Norbert Wiener, der Begründer der Kybernetik und ein scharfer Kritiker der Spieltheorie, wies – unter dem Einfluss des Kalten Krieges und der Anwendung der Spieltheorie im militärischen Bereich – bereits sehr früh darauf hin, dass eine derartige Missachtung des gegnerischen Charakters bei der

Wahl der eigenen Strategie als unklug anzusehen ist:

„By 1954 Wiener had realized that the Neumannian game player is not so clever after all, because he fails completely to take advantage of the psychological characteristics of his opponent. [...] Wiener argued that the winning tactics and strategy [...] are not the [...] solutions of a game-theoretic model but more often the ones that correctly appraise the rigidities, mental limitations, and psychological characteristics of the opposing party on the basis of previous encounters or information about his habits” (Heims 1980, 309).

Die spieltheoretische Einschätzung des Gegners führe stattdessen in der Regel zu einer Überschätzung des Kontrahenten (vgl. Heims 1980, 309f.).

Auch wenn sich diese Kritik Wieners in erster Linie auf die Anwendung der Theorie im sicherheitspolitischen Bereich bezog, ist sie auch unabhängig von diesem Kontext bei den ursprünglichen Zwei-Personen-Nullsummenspielen zutreffend. Zwar ist es eine Voraussetzung der optimalen Strategien der Spieltheorie, dass sie sich gegen alle abweichenden Strategien als vorteilhaft oder gleichwertig erweisen (vgl. von Neumann/Morgenstern 1944, 32). Eine angemessene Abweichung von der optimalen Strategie kann gegen abweichende Strategien jedoch zu einem deutlich größeren Vorteil führen. Dies wird am Beispiel von *Stein-Schere-Papier* deutlich, wenn man einen Spieler betrachtet, der von der optimalen gemischten Strategie abweicht und stattdessen durchgängig die reine Strategie ‚Stein‘ spielt. Eine Anpassung der eigenen Strategie in Form der Wahl der reinen Strategie ‚Papier‘ führt hier zu einem deutlich besseren Ergebnis als ein Festhalten an der gemischten Strategie (vgl. Sieg 2005, 16).

Der Grund für ein derartiges, suboptimales Ergebnis der im Sinne der Spieltheorie optimalen gemischten Strategien, liegt in der durchaus gewollten Depersonalisierung von Entscheidungsprozessen. Die Spieltheorie setzt, wie Pias betont, „vollständig intelligible Spieler und Gegenspieler voraus“, die ihre Identität „aus einem (gewissermaßen Adam Smith’schen) universalen Egoismus“ (Pias 2000, 157) beziehen. Prinzipiell ist daher sogar ein Austausch der Spieler nach jedem Zug möglich, was nochmals die ganze Problematik verdeutlicht, die dem spieltheoretischen Strategiebegriff zugrunde liegt (vgl. Pias 2000, 156f.).

4. Der spieltheoretische Strategiebegriff anhand zweier Beispiele

Im bisherigen Verlauf wurden der spieltheoretische Strategiebegriff erläutert sowie die Hauptkritikpunkte an diesem aufgezeigt. In diesem vierten Abschnitt soll es nun darum gehen, beides – Strategiebegriff und Kritik – anhand zweier bekannter Spiele zu veranschaulichen. Dabei wird mit dem Schachspiel zunächst ein Spiel betrachtet, das als klassisches Strategiespiel gilt, allerdings auch, wie sich zeigen wird, mit der Problematik Komplexität behaftet ist. Anschließend soll das Pokerspiel betrachtet werden, wobei bei der Betrachtung dieses Kartenspiels besonders die spieltheoretische Problematik der Depersonalisierung deutlich wird.

4.1 Schach

Bereits von Neumann beschäftigte sich im Rahmen der Spieltheorie mit dem Schachspiel (vgl. von Neumann/Morgenstern 1944, 124f.), das aufgrund seiner Beschaffenheit – zwei Spieler, vollständige Information, kein Zufall – für eine Anwendung der Spieltheorie geradezu prädestiniert scheint. Claude Shannon knüpfte in seinem 1950 erschienenen Aufsatz *Programming a Computer for Playing Chess*, dessen Thematik den angesprochenen computationalen Charakter der Spieltheorie unterstreicht, an die Überlegungen von Neumanns an. Shannons Aufsatz greift nicht nur den spieltheoretischen Lösungsansatz von Neumanns auf, sondern verdeutlicht außerdem, dass selbst starke Rechenmaschinen beim Schachspiel mit dem Problem der Komplexität konfrontiert werden (vgl. Shannon 1950).

4.1.1 Die spieltheoretische Lösung des Schachspiels

Zu Beginn seines Aufsatzes erklärt Shannon in Übereinstimmung mit von Neumann: „A strategy for chess may be described as a process for choosing a move in any given position“ (Shannon 1950). Bei einer solchen Schachstrategie handelt es sich um eine reine Strategie, da Wahrscheinlichkeitserwägungen keinerlei Rolle spielen. Das Schachspiel fällt damit in die gleiche Kategorie von Spielen wie das in Abschnitt 2.4 beschriebene *Tic Tac Toe*. Beim spieltheoretischen Lösungsansatz für das Schachspiel handelt es sich daher lediglich eine komplexere Variante des Verfahrens zur Lösung von *Tic Tac Toe*. Beginnend in der Ausgangsstellung werden alle möglichen Partieverläufe bis zum Spielende durchgerechnet. Als optimale Strategien sind dann diejenigen Spielweisen anzusehen, die zum bestmöglichen Spielergebnis für beide Seiten führen (vgl. Shannon 1950).

Wie bei *Tic Tac Toe* ist damit auch der Ausgang einer Schachpartie bei optimalem Spiel beider Seiten – zumindest theoretisch – eindeutig bestimmbar. Die Ausgangsstellung, in der immer der Spieler mit den weißen Steinen den ersten Zug ausführt, ist entweder für Weiß gewonnen, remis oder für Schwarz gewonnen (vgl. von Neumann/Morgenstern 1944, 125; Shannon 1950). Die hohe Remisquote in Großmeisterpartien lässt vermuten, dass es sich bei der Ausgangsstellung trotz leichten Vorteils für Weiß um eine Remisstellung handelt (vgl. Shannon 1950).²

4.1.2 Das Problem der Komplexität: 32 Figuren, 64 Felder, 10⁴³ Stellungen

An dieser Stelle wird die Spieltheorie jedoch vom in Abschnitt 3.1 beschriebenen Problem der Komplexität eingeholt. So gesteht von Neumann ein, dass es keine praktisch durchführbare Methode gebe, zu bestimmen, welches der drei möglichen Ergebnisse korrekt sei (vgl. von Neumann/Morgenstern 1944, 125). Und Shannon erklärt in seinem Aufsatz zur Programmierung eines Schachprogramms: „[...] even with the high computing speed available in electronic calculators this computation is impractical [...]“ (Shannon 1950), woran sich in der Zwischenzeit trotz des Fortschritts im Bereich der Computerhardware nichts geändert hat. Zwar können moderne Schachprogramme wie *Fritz* oder *Shredder* bei entsprechender Hardware Millionen von Stellungen pro Sekunde berechnen, aber angesichts der ungefähr 10⁴³ möglichen Stellungen oder der 10120 in der Ausgangsstellung möglichen Verläufe einer Partie stoßen selbst diese Programme bei aller Rechenkraft nach der Berechnung mehrerer Züge an ihre Grenzen (vgl. Shannon 1950).

Aus eben diesem Grunde sah es Shannon nicht als Ziel an, ein Programm zu entwickeln, das perfektes Schach spielt, sondern den Weg für Schachprogramme zu bereiten, die genügend Züge vorausberechnen können, um die Spielstärke guter menschlicher Spieler zu erreichen (vgl. Shannon 1950). Ein Ziel, das in der Zwischenzeit nicht nur erreicht, sondern spätestens im Jahr 1997 mit dem Sieg des Großrechners *Deep Blue* über den damaligen Schachweltmeister Kasparov übertroffen wurde. Die auf Spieltheorie und Rechenkraft beruhende Strategie hat sich für den Computer allerdings nicht nur im Duell mit dem Menschen als erfolgreich erwiesen. Auch im Vergleich zu anderen Ansätzen, die versuchten strategische Überlegungen des Menschen auf den Rechner zu übertragen, also menschliches Denken nachzuahmen, erwies sich eine derartige Strategie bisher als vorteilhaft (vgl. Peterson 1997).³

² Auch ein Blick auf die Weltmeisterschaftskämpfe seit dem Erscheinen von Shannons Aufsatz stützt diese Vermutung. Im Wettkampf zwischen Kasparov und Karpov 1984 fanden beispielsweise nur 8 von 48 Partien einen Sieger (vgl. hierzu Wikipedia 2006).

³ Zur Abhängigkeit menschlicher und maschineller Spielstrategien von der Struktur des Gehirns bzw. der Rechenmaschine siehe Ginsberg 1998.

4.2 Poker

Neben dem Schach widmete sich von Neumann zur Darlegung seiner Überlegungen ausführlich einem weiteren bekannten Spiel, dem Poker. So untersuchte er die Existenz optimaler Strategien bei einer vereinfachten Zwei-Personen-Pokervariante (vgl. von Neumann/Morgenstern 1944, 186-219). Der von Neumannsche Ansatz der Auffindung optimaler Pokerstrategien auf Basis der Spieltheorie stößt bei den Entwicklern moderner, spielstarker Pokerprogramme sowohl auf Zustimmung als auch auf Widerspruch. Kritiker weisen dabei insbesondere auf die Probleme hin, die mit der Depersonalisierung der von Neumannschen Spieler verbunden sind.

4.2.1 Die spieltheoretische Lösung des Pokerspiels

Daphne Koller und Avi Pfeffer folgten in ihrer Arbeit an der Stanford University den Überlegungen von Neumanns und legten in ihrem Aufsatz *Generating and Solving Imperfect Information Games* dar, wie die optimalen Strategien für eine vereinfachte Zwei-Personen-Pokervariante ermittelt werden können (vgl. Koller/Pfeffer 1995). Da es sich beim Poker wie bei *Stein-Schere-Papier* um ein Spiel mit unvollständiger Information handelt, kann es sich bei den gesuchten Strategien nur um gemischte Strategien handeln, weshalb Koller und Pfeffer in Übereinstimmung mit von Neumann erklären: „Intuitively, in games where there is an information gap, it is usually to my advantage to keep my opponent in the dark. The only way to do that is by using randomized strategies“ (vgl. Koller/Pfeffer 1995, 1185).

Wie sieht nun eine solche optimale gemischte Strategie aus? Wann soll ein Spieler bieten, wann besser passen? Wann lohnt es sich zu bluffen? Wie in Abschnitt 2.4 dargelegt wurde, ist bei der Beantwortung dieser Fragen einzig die dem Spieler zur Verfügung stehende Information zu berücksichtigen. Beim Poker beschränkt sich diese Information auf die Karten, die ein Spieler einsehen kann. Spekulationen über das Blatt des Gegners sind nicht erlaubt. Für jedes einzelne Blatt hat ein Spieler auf Basis von Wahrscheinlichkeiten zu entscheiden, ob er bietet oder passt: „In our poker example, a randomized strategy [...] can be described by defining the probability of betting at each information set“ (Koller/Pfeffer 1995, 1187). Die Wahrscheinlichkeit, mit welcher geboten oder gepasst wird, wird damit an die statistische Gewinnchance des Blattes gekoppelt, die sich mithilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung berechnen lässt.

Die bisher beschriebene Spielweise erweist sich jedoch nur dann als optimale gemischte Strategie, wenn alle Pokerrunden gleichwertig sind, also wenn der Einsatz wie bei Stein-Schere-Papier in jeder Runde gleich hoch ist. Da dies beim Poker aber gerade nicht der Fall ist, sondern die Einsätze von Runde zu Runde stark variieren, lohnt es sich gelegentlich von dieser Strategie abzuweichen, beispielsweise durch hohes Bieten trotz miserabler Karten. Derartiges Bluffen, das fundamentaler Bestandteil des Pokerspiels ist, erfüllt dabei zweierlei Zweck. Zum einen kann es als reines Täuschungsmanöver dienen, durch das der Gegner zum Passen bewegt wird. Die spieltheoretische Erklärung des Bluffens scheint jedoch eher darin zu liegen, den Kontrahenten im Hinblick auf kommende Runden zu verwirren, um dann mit wirklich guten Karten höhere Gewinne einstreichen zu können. Hierzu von Neumann:

„[...] if a player is known to bid high only when his hand is strong, his opponent is likely to pass in such cases. The player will, therefore, not be able to collect on high bids [...] in just those cases where his actual strength gives him the opportunity. Hence it is desirable for him to create uncertainty in his opponent's mind as to this correlation, – i.e. to make it known that he does occasionally bid high on a weak hand.“ (von Neumann/Morgenstern 1944, 188/189)

Die Kehrseite des Bluffens zeigt László Mérö auf: „Wer zuviel blufft, wird zu oft entlarvt, was an sich nicht schlimm ist. Das Problem ist, daß er zuviel in den späteren Gewinn investiert und deshalb auf

Dauer doch verliert“ (Mérö 1998, 102). Eine optimale gemischte Strategie beim Poker beinhaltet damit, wie auch Koller und Pfeffer zeigen, ein bestimmtes Maß an Bluffen, welches sich für die verschiedenen Pokervarianten mithilfe der Spieltheorie ermitteln lässt (vgl. von Neumann/Morgenstern 1944, 186-219; Koller/Pfeffer 1995, 1189ff.).

4.2.2 Das Problem der Depersonalisierung: Vielfältige Spielertypen

Wie beim Schach ergibt sich auch bei den Pokervarianten, die auf Turnierebene anzutreffen sind, das Problem der Komplexität, weshalb Koller und Pfeffer eine komplette spieltheoretische Lösung des Pokerspiels als unwahrscheinlich ansehen (vgl. Koller/Pfeffer 1995, 1191). Viel schwerer wiegt beim Pokerspiel jedoch das in Abschnitt 3.2 erläuterte Problem der Depersonalisierung. Darse Billings, selbst Teilnehmer an Pokerturnieren und an der University of Alberta an der Entwicklung eines der derzeit stärksten Pokerprogramme beteiligt,⁴ bringt das Problem des spieltheoretischen Ansatzes folgendermaßen auf den Punkt:

„In theory, poker is a game of probabilities, where the expected value of each betting decision can be determined by applying certain fundamental principles [...] In practice, there is much more to the game than the math can convey. Poker is a ‘black art’ because it is played against humans who are far from perfect“ (Billings in Peterson 1998).

Um der Tatsache der Verschiedenheit der menschlichen Gegner Rechnung zu tragen, geht das Programm der Forschungsgruppe von der University of Alberta nicht von den intelligiblen Spielern der Spieltheorie aus. Stattdessen erfolgt eine Einordnung der Gegner in Form von Gegnermodellen. Dabei geht es darum, die Spielstile der Kontrahenten zu durchschauen, indem Eigenschaften wie Spielstärke oder Aggressivität beobachtet und gespeichert werden (vgl. Billings u.a. 1998). Die so gewonnenen Erkenntnisse über die Gegner können dann in die eigene Strategie integriert werden. Im Gegensatz zu Forschern wie Koller und Pfeffer, die auf den Erfolg rein spieltheoretischer Ansätze bei anderen Spielen wie Schach verweisen (vgl. Peterson 1998), sieht Billings die Berücksichtigung der Eigenarten der gegnerischen Spielweisen als fundamental für eine erfolgreiche Strategie an: „In poker [...] it is essential to success“ (Billings u.a. 1998). Ein abschließendes Urteil, ob Billings mit dieser Aussage recht behalten wird, ist momentan nicht möglich (vgl. Peterson 1998; Dworschak/Großekathöfer 2006).

Schließlich folgt aus der Depersonalisierung der Spieler bei Koller und Pfeffer – auf den mathematischen Ansatz Billings’ trifft diese Kritik ebenfalls zu – eine völlige Vernachlässigung der Körpersprache der Kontrahenten. Selbst wenn man vor allem bei starken Spielern mit einer Deutung vorsichtig sein sollte, kann es sich bei einem Psychospiel wie Poker durchaus als vorteilhaft erweisen, Mimik und Gestik des Gegenübers in seine strategischen Überlegungen mit einzubeziehen.

Wie haben sich nun die verschiedenen Pokerprogramme im Duell mit menschlichen Gegnern und deren menschlichen Strategien bewährt? Anders als im Schach kann für das Pokern festgehalten werden, dass selbst die stärksten Programme, unabhängig davon, ob sie sich ausschließlich auf die Spieltheorie stützen oder nicht, den Spitzenspielern weiterhin unterlegen sind.⁵ Vor allem Verfechter des spieltheoretischen Ansatzes vertreten allerdings die Meinung, dass es aufgrund immer schnellerer

⁴ Siehe hierzu die Internetseite der The University of Alberta Computer Poker Research Group (<http://www.cs.ualberta.ca/~games/poker/>), die u.a. die Ergebnisse eines Wettkampfes gegen andere Pokerprogramme enthält.

⁵ Die Spieler ihrerseits greifen vermehrt auf spieltheoretische Erkenntnisse zurück. Der Schachgroßmeister und Pokerprofi Matthias Wahls z. B. kommt den intelligiblen Spielern von Neumanns recht nahe, wenn er im Spiegel erklärt: „Ein Pokerspieler muss sein wie ein buddhistischer Mönch [...] Er besitzt die Fähigkeit, seine Leidenschaft zu reduzieren bis auf den reinen Intellekt“ (Wahls in Dworschak/Großekathöfer 2006).

Prozessoren nur noch eine Frage von wenigen Jahren ist, bis auch diese menschliche Domäne fällt und sich die optimalen gemischten Strategien der Spieltheorie auch in der Pokerpraxis als optimal erweisen (vgl. Dworschak/Großekathöfer 2006).

5. Schluss

Am Anfang aller Überlegungen von Neumanns stand die Frage nach der optimalen Strategie in Gesellschaftsspielen mit Strategiegehalt. Seinem Fachgebiet entsprechend versuchte er die Antwort auf diese Frage in der Mathematik zu finden, weshalb es nicht verwundert, dass der spieltheoretische Strategiebegriff die in Folge einer solchen Herangehensweise zu erwartenden Stärken und Schwächen aufweist.

Die Spieltheorie liefert mit der Definition von Strategie als einem Plan, der bestimmt, wie ein Spieler auf jede erdenkliche Spielsituation zu reagieren hat, einen genauso schlichten wie umfassenden Strategiebegriff. Die angemessene Reaktion auf jede mögliche Spielsituation erfolgt durch eine den Spielregeln entsprechende Berechnung des zu erwartenden Ertrags. Bei ausreichender Rechenkapazität führt die Befolgung einer solchen Strategie tatsächlich je nach Spiel zu sehr guten, im günstigsten Fall sogar zu optimalen Ergebnissen. Hierdurch erklärt sich der Erfolg vieler Computerprogramme, deren Berechnungsalgorithmen auf der Spieltheorie basieren. Als „computationale Theorie“ hat sich die Spieltheorie mitsamt Strategiebegriff also durchaus bewährt, wenn ihr auch hier Grenzen gesetzt sind, wie sich beispielsweise beim Schach oder noch deutlicher beim in dieser Arbeit nicht behandelten Go zeigt.

Trotz dieser nicht zu leugnenden Erfolge im maschinellen Bereich schwingt im spieltheoretischen Strategiebegriff eine gewisse Leere oder, anders formuliert, eine gewisse Überfülle mit. Die Ermittlung und Bewertung aller in einem Spiel möglichen Ereignisse ist bei der Mehrzahl der Spiele für den Menschen schlichtweg nicht zu bewältigen. Ein Mensch, der versuchte, auf diesem Wege die besten Züge zu ermitteln, ohne vorher auf irgendeine Art die Komplexität des Spiels zu reduzieren, würde eher der Idiotie als des strategischen Genies verdächtigt – und das nicht zu Unrecht. Der Grund hierfür findet sich im menschlichen Problemlösungsverfahren, das bei komplexen Problemen eben gerade nicht auf einer Berechnung aller Alternativen beruht, sondern anscheinend stark auf einer intuitiven Senkung der Komplexität basiert. Eine der jeweiligen Situation angemessene Konzentration auf das Wesentliche scheint eine der herausragenden Eigenschaften zu sein, die einen guten menschlichen Spielstrategen auszeichnet.

Schließlich hat sich gezeigt, dass die Spieltheorie blind für die Unterschiede zwischen den einzelnen menschlichen Spielern ist. Jeder Gegner wird als vollständig intelligibles Wesen behandelt, Unterschiede bezüglich des Charakters, der Spielstärke oder des Spielstils bleiben unberücksichtigt. Ein strategisches Vorgehen aber, das solche Informationen über den Gegner vollkommen vernachlässigt, die zum eigenen Vorteil gereichen können, ist kaum als optimal anzusehen. Sogar die Spieltheorie selbst zeigt, dass eine Anpassung an den Gegner von Vorteil ist.

Abschließend bleibt damit festzuhalten, dass den Erfolgen bei der Entwicklung spielstarker Computerprogramme auf Basis des spieltheoretischen Strategiebegriffs eine nicht unbegründete Aversion des Menschen gegen diese Auffassung von Strategie gegenübersteht. Der Umstand, dass die Spieltheorie an die Stelle des strategischen Genies, dessen Überlegungen auf Begabung und ein unglaublich tiefes Spielverständnis beruhen, den genauso leistungsstarken wie stupiden Rechner setzt, ist mit dem menschlichen Verständnis von Strategie nur schwer zu vereinbaren.

Literaturverzeichnis

- Arnaszus, Helmut** (1974): Spieltheorie und Nutzenbegriff aus marxistischer Sicht, Frankfurt am Main
- Billings, Darse / Papp, Denis / Schaeffer, Jonathan / Szafron, Duane** (1998): Poker as a Testbed für Machine Intelligence Research; (Quelle: <http://www.cs.ualberta.ca/~jonathan/Papers/Papers/ai98.poker.html>, zuletzt eingesehen am 16.10.2006)
- Dworschak, Manfred / Großekathöfer, Maik** (2006): Glück aus Berechnung, in: Der Spiegel 29(2006); (Quelle: <http://www.spiegel.de/spiegel/0,1518,426891,00.html>, zuletzt eingesehen am 16.10.2006)
- Ginsberg, Mathew L.** (1998): Computers, Games and the Real World, in: Scientific American Presents, Exploring Intelligence, S. 84-89; (Quelle: <http://www.psych.utoronto.ca/~reingold/courses/ai/cache/1198ginsberg.html>, zuletzt eingesehen am 16.10.2006)
- Heims, Steve J.** (1980): John von Neumann und Norbert Wiener, Cambridge
- Koller, Daphne / Pfeffer, Avi** (1995): Generating and Solving Imperfect Information Games, in: Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), S. 1185-1192; (Quelle: <http://ai.stanford.edu/~koller/Papers/Koller+Pfeffer:IJCAI95.pdf>, zuletzt eingesehen am 16.10.2006)
- Lebow, Richard Ned** (1987): Nuclear Crisis Management, A Dangerous Illusion, new York
- Mérö, László** (1998): Optimal entschieden?, Spieltheorie und die Logik des Handelns, Basel
- Peterson, Ivars** (1997): Silicon Champions of the Game; (Quelle: http://www.sciencenews.org/pages/sn_arc97/8_2_97/bob1.htm, zuletzt eingesehen am 16.10.2006)
- Peterson, Ivars** (1998): Playing Your Cards Right; (Quelle: http://www.sciencenews.org/pages/sn_arc98/7_18_98/bob1.htm, zuletzt eingesehen am 16.10.2006)
- Pias, Claus** (2000): Computer Spiel Welten, Weimar; (Quelle: <http://e-pub.uni-weimar.de/volltexte/2004/37/>, zuletzt eingesehen am 16.10.2006)
- Shannon, Claude** (1950): Programming a Computer for Playing Chess, in: Philosophical Magazine, Ser. 7, Vol. 41, No. 314; (Quelle: http://archive.computerhistory.org/projects/chess/related_materials/text/2-0%20and%202-1.Programming_a_computer_for_playing_chess.shannon/2-0%20and%202-1.Programming_a_computer_for_playing_chess.shannon.062303002.pdf, zuletzt eingesehen am 16.10.2006)
- Sieg, Gernot** (2005): Spieltheorie, München
- von Clausewitz, Carl** (1980): Vom Kriege, Frankfurt am Main
- von Neumann, John** (1928): Zur Theorie der Gesellschaftsspiele, Berlin, in: Mathematische Annalen, 59.Jg., Band 100, S. 295-320; (Quelle: [http://www.digizeitschriften.de/index.php?id=loader&tx_jkDigiTools_pi1\[IDDOC\]=297188](http://www.digizeitschriften.de/index.php?id=loader&tx_jkDigiTools_pi1[IDDOC]=297188), zuletzt eingesehen am 16.10.2006)
- von Neumann, John / Morgenstern, Oskar** (1944): Theory of Games and Economic Behavior, Princeton
- Wikipedia** (2006): Artikel "Schachweltmeister"; (Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Schachweltmeister>, zuletzt eingesehen am 16.10.2006)