

Leseprobe aus:

Andreas Diekmann

Spieltheorie



Mehr Informationen zum Buch finden Sie auf rowohlt.de.

Inhalt

Vorwort	7
Einleitung	9
1 Normalform von Spielen und Nash-Gleichgewicht	21
2 Extensivform, Strategien, Teilspielperfektheit	46
3 Eine Anwendung. Das Vertrauensproblem, soziale Normen und Institutionen	59
4 Entscheidungstheorie, Spieltheorie und rationales Handeln	69
5 «Des einen Freud ist des anderen Leid». Nullsummenspiele, Sattelpunkte und gemischte Strategien	90
6 Soziale Dilemmata	105
7 Wiederholte Spiele: Evolution von Kooperation	134
8 Evolutionäre Spieltheorie	167
9 Ich weiß nicht, wer du bist. Spiele mit unvollständiger Information	179
10 Experimentelle Spieltheorie	200
Formale Definitionen einiger Begriffe	228
Kleines Lexikon der Begriffe	231
Literatur zur Ergänzung und Vertiefung	240
Literaturverzeichnis	243
Sachregister	260

Vorwort

Die Spieltheorie befasst sich mit Modellen strategischen Handelns in sozialen Interaktionen. Diese sind Grundlage aller Sozialwissenschaften wie Ökonomie, Soziologie, Sozialpsychologie, Politikwissenschaften bis hin zu Ethnologie und empirischer Rechtswissenschaft. Die Spieltheorie stellt damit eine präzise, «einheitliche Sprache für die Sozialwissenschaften» (Gintis 2000) und Werkzeuge zur genauen Analyse strategischer Situationen zur Verfügung. Seit Jahren ist die Spieltheorie ein äußerst dynamisches Forschungsgebiet. Entdeckungen auf dem Gebiet wurden durch mehrere Nobelpreise ausgezeichnet. Mit Modellen für wiederholte Spiele, asymmetrische Information, Signalspiele und evolutionäre Spiele konnten neue Anwendungsfelder erschlossen werden. Mit der Wiederentdeckung der Spieltheorie in der Ökonomie nahm auch die experimentelle Spieltheorie einen rasanten Aufschwung. Dieses Buch greift die neuen Entwicklungen auf und versucht in verständlicher Weise, in das Gebiet der modernen Spieltheorie einzuführen. Ausführlich werden Beispiele aus Soziologie, Ökonomie, Politikwissenschaften und anderen Disziplinen behandelt, und besonderes Gewicht wird auch auf die Darstellung von Ergebnissen experimenteller Spieltheorie gelegt. Die Grundlagen erschließen sich ohne vertiefte Mathematikkenntnisse. Ich habe versucht, Herleitungen und Ergebnisse präzise darzustellen, ohne aber die Verständlichkeit durch übermäßigen Notationsaufwand zu belasten. Die Prinzipien und zentralen Ergebnisse der meisten Kapitel sollten, unterstützt durch die Beispiele, auch ohne formale Kenntnisse nachvollziehbar sein. Das Buch soll anregen und Appetit auf mehr machen, auf die faszinierende Welt der modernen Spieltheorie und ihrer Anwendungen.

Ich bedanke mich für die Anfertigung von Graphiken und die Hilfe bei der Recherche und Korrektur des Manuskripts bei Matthias Näf. Für wertvolle Hinweise und Kommentare gilt mein Dank Norman Braun, Wojtek Przepiorka und Thomas Voss. Einen Teil des Buches habe ich

am Nuffield College, Oxford, geschrieben. Ganz herzlich bedanke ich mich für die Gastfreundschaft. Dem Verlag und dem Herausgeber der Reihe *rowohlt's enzyklopädie*, Burghard König, danke ich für die Unterstützung dieses Projekts. Verbleibende Fehler gehen natürlich zulasten des Autors.

Zürich, im Oktober 2008

Andreas Diekmann

Einleitung

Eine Gruppe von zehn Personen geht zu einem Abendessen in ein Restaurant. Die Rechnung, so die Vereinbarung, wird gemeinsam getragen und durch die Zahl der Köpfe geteilt. Weniger zivilisierte Personen werden in diesem Fall einen größeren Appetit als bei individueller Abrechnung entwickeln. Jede Mehrausgabe wird zu neun Zehnteln durch die anderen Tischgenossen subventioniert. Wenn alle Gäste dieser Logik folgen, wird die Rechnung zum Schaden aller aufgebläht. Das gleiche Prinzip lässt sich bei vielen Problemen beobachten: Der gähmend leere Kühlschrank in einer Wohngemeinschaft, die Abholzung von Wäldern, die Überfischung von Gewässern und allgemein die Übernutzung von Ressourcen sind Beispiele.

Individuelle Rationalität mehr nicht immer das allgemeine Wohl wie in der Theorie von Adam Smith, sondern führt oft zu kollektiver Selbstschädigung. Sozialpsychologen sprechen von sozialen Dilemmata oder sozialen Fallen, Ökonomen von Kollektivgutproblemen, Soziologen und Politikwissenschaftler vom Problem sozialer Ordnung. Es gibt viele Varianten sozialer Fallen. Und es gibt Gegengifte: Institutionen, soziale Normen, soziale Sanktionen und unter gewissen Bedingungen die Selbstorganisation von Kooperation. Die jeweilige Struktur eines sozialen Dilemmas kann mit den Methoden und Modellen der Spieltheorie präzise analysiert werden. Die Spieltheorie befasst sich zwar nicht ausschließlich mit sozialen Dilemmata, aber sie begegnen uns doch sehr häufig in den einschlägigen Untersuchungen. Die spieltheoretische Analyse ermöglicht die Auffindung von Lösungen, und in der experimentellen Spieltheorie können Hypothesen, die sich aus den Modellen ergeben, empirisch untersucht werden.

Spieltheorie: Strategisches Handeln in sozialen Interaktionen

Auch wenn sich viele Anwendungen der Spieltheorie auf Interaktionen von zwei oder wenigen Personen beziehen, so befassen sich die Modelle nicht nur mit der Mikrowelt kleiner Gruppen.

Internationale Konflikte, Rüstungswettlauf, die Ausbeutung knapper Umweltressourcen, Handelsbeziehungen und Kartelle, der Kollaps von Finanzmärkten, die Erkundung der Möglichkeit sozialer Kooperation unter eigennützig handelnden Akteuren, Tauschbeziehungen, die Entstehung sozialer Normen und Konventionen, die Produktion kollektiver Güter, Vertrauen und Betrug auf elektronischen Märkten, die Glaubwürdigkeit angekündigter Drohungen und Sanktionen und viele andere Themen können mit spieltheoretischen Modellen genauer behandelt werden. Oftmals führen die Theorien zu neuen und überraschenden Vorhersagen. Nicht immer ist der Mächtigste der Stärkste, und unter bestimmten Bedingungen kann es den Schwachen gelingen, den Mächtigen in die Schranken zu verweisen oder sogar auszunehmen. Voraussetzung spieltheoretischer Modelle ist immer, dass es sich um strategische Situationen handelt, dass sozusagen die Schicksale der Akteure wechselseitig miteinander verknüpft sind. Drohungen, Bluff, asymmetrische Information (nur die Spieler kennen ihre wahren Präferenzen, nicht aber die Mitspieler), ehrliche und falsche Signale sind das Salz verfeinerter spieltheoretischer Modelle.

Nicht immer sind Hypothesen über die Folgen sozialer Interaktionen offensichtlich, und nicht selten erweisen sich offensichtliche Hypothesen als falsch. So lässt sich zeigen, 1. dass mehr Transparenz auf Märkten zur Folge haben kann, dass Verbraucher eher von Kartellen durch höhere Preise ausgebeutet werden (Kapitel 1). 2. Die Verletzung sozialer Normen ist auch dann zu erwarten, wenn die Normbrüche mit Sicherheit erkannt werden und die Sanktionen schwerer wiegen als der Gewinn durch die Normverletzung. Die kritische Bedingung ist die Glaubwürdigkeit des Vollzugs von Sanktionsdrohungen, in der Sprache der Spieltheorie die Frage nach der Teilspielperfektheit eines Gleichgewichts (Kapitel 2). 3. Paradoxerweise kann eine zusätzlich gebaute Entlastungsstraße dazu führen, dass die Fahrzeit der Autofahrer wächst, obwohl die Anzahl der

Autos «im System» unverändert bleibt (Kapitel 6). 4. Auch unter vollkommen eigennützig handelnden Akteuren kann in Dilemmasituationen Kooperation entstehen, wenn sie wiederholt miteinander interagieren. Ein bemerkenswertes historisches Beispiel ist die Kooperation feindlicher Soldaten im Ersten Weltkrieg (Kapitel 7). 5. Bei Vertrauensproblemen (z. B. bei der Vermietung einer Wohnung) kann die Möglichkeit der Hinterlegung einer Kautio eine erwünschte Nebenfolge hervorrufen: Das Ausmaß sozialer Diskriminierung wird verringert (Kapitel 9). Die fünf Beispiele beziehen sich auf Ergebnisse von Untersuchungen mit spieltheoretischen Modellen. Die Spieltheorie verhilft dazu, Interaktionsstrukturen zu analysieren und Bedingungen für die Geltung der Hypothesen herauszuarbeiten. Insofern ist die Spieltheorie ein wichtiges Instrument der Theorieentwicklung in den Sozialwissenschaften.

Die Beispiele deuten auch darauf hin, worum es in der Spieltheorie zentral geht: Die Spieltheorie befasst sich mit Entscheidungen in Situationen strategischer Interdependenz. Wenn man im Supermarkt vor der Wahl der Wahl steht, unter hundert verschiedenen Produkten einen Joghurtbecher auszuwählen («Entscheidung unter Sicherheit», Kapitel 4), oder wenn man überlegt, ob es nicht doch besser sei, bei heraufziehenden Wolken für den Spaziergang den Regenschirm unter den Arm zu klemmen («Entscheidung unter Risiko», Kapitel 4), dann handelt es sich zweifellos um Entscheidungsprobleme. Diese fallen aber nicht in den Bereich der Spieltheorie. Der Grund ist, dass das Ergebnis der Entscheidung nicht von den Entscheidungen anderer Akteure abhängt. Wenn man den Regenschirm daheim lässt und es regnet, wird man eben nass, gleichgültig wie viele andere Spaziergänger sich für die Mitnahme des Schirms entschieden haben. Beim eingangs erwähnten Restaurantbeispiel variiert dagegen die Höhe der Rechnung in Abhängigkeit vom Verhalten der Tischgenossen. Je größer die Anzahl der unkooperativen Gäste, desto höher fällt die Rechnung aus. Die Handlungen der anderen haben einen Einfluss auf das Ergebnis, das ich durch meine Handlung erziele.

In einer Geschichte von Arthur Conan Doyle flieht Sherlock Holmes vor seinem Widersacher Moriarty mit dem Zug Richtung Dover. Unterwegs gibt es einen Halt in Canterbury. Moriarty folgt Holmes mit einem

Sonderzug. Sollte Holmes in Dover von Moriarty erwischt werden, dürfte es für ihn übel ausgehen. Also überlegt Holmes, den Zug in Canterbury zu verlassen. Natürlich weiß er, dass Moriarty diese Möglichkeit auch in Erwägung ziehen wird. Moriarty wird deshalb überlegen, den Sonderzug in Canterbury anzuhalten. Dann aber wäre es doch besser, die Fahrt bis Dover fortzusetzen. Aber wenn auch Moriarty diese Folgerung nachvollzieht? Und so geht die Überlegung weiter – ein infinites Regress. Dieses Beispiel (es stammt von John von Neumann, dazu ausführlich Kapitel 5) illustriert die Interdependenz der Handlungen und die strategischen Überlegungen der Akteure. Jeder Spieler muss die Situation gewissermaßen durch die Augen der Mitspieler betrachten und daraufhin seine eigene Strategie abstimmen. Dabei hat die Spieltheorie auch für den infinites Regress eine Lösung parat (Kapitel 5).

Aufgaben und Ziele der Spieltheorie

Im Mittelpunkt aller Sozialwissenschaften stehen soziale Interaktionen. Sie bilden die Basis für die Formulierung von Theorien und Hypothesen über soziale Zusammenhänge und Prozesse auf der Mikro- und Makroebene der Gesellschaft. Die Spieltheorie ist sozusagen die Mathematik der sozialen Interaktionen. Sie stellt die Methoden und formalen Modelle bereit, um soziale Interaktionen präzise zu beschreiben. So gibt es z.B. viele verschiedene Arten sozialer Dilemmata. Je nach Struktur einer «sozialen Falle» wird auch die Lösung unterschiedlich ausfallen. Oft sind es nur kleine Unterschiede, die aber eine erhebliche Wirkung auf die Handlungsstruktur ausüben. Zum Beispiel geht das Chickenspiel aus dem Gefangenendilemma durch die Vertauschung von nur zwei benachbarten Präferenzwerten hervor (Kapitel 1). Oder eine kleine Änderung des Informationsbezirks verwandelt ein simultanes in ein sequenzielles Spiel. Die Struktur des Spiels und seine Lösung ändern sich dadurch grundlegend (Kapitel 2). Mit der verbalen Umgangs- oder Fachsprache würden die unterschiedlichen Strukturen kaum bemerkt werden. Erst mit fein abgestimmten Instrumenten, mit einer formalen Sprache sozialer Interaktionen, gelingt es, die Differenzierungen zu erkennen. Mit den

Worten von Gintis (2000) ist die «Spieltheorie eine universelle Sprache zur Vereinheitlichung der Sozial- und Verhaltenswissenschaften (behavioural sciences)». Selbst wenn man keinen Anspruch an die prognostische Kraft spieltheoretischer Modelle stellt, so ist bereits die Analyse und Klassifikation unterschiedlicher Interaktionsstrukturen eine wichtige Leistung der Spieltheorie.

Die Spieltheorie trägt darüber hinaus zur Theoriebildung in den Sozialwissenschaften bei. Auch hier ist nicht der deskriptive Gehalt, die Vorhersagekraft spieltheoretischer Modelle, allein entscheidend. Wenn eine Interaktionsstruktur mit einem spieltheoretischen Modell formalisiert wird, erhält man zunächst eine Art «benchmark», einen Referenzpunkt, der festhält: Wie würden sich die Akteure entscheiden, wenn sie strikten Rationalitätskriterien Folge leisten? Wenn man in der Praxis systematische Abweichungen beobachtet (was oft, aber keineswegs immer vorkommt), stellt sich erst die Forschungsfrage: Wie kommt es, dass Akteure systematisch die Rationalitätsannahmen verletzen? Oder handeln sie vielleicht «rational», haben aber andere Handlungsziele (Präferenzen), als das Modell behauptet?

Binmore (1992) argumentiert, dass folgende Minimalbedingung erfüllt sein muss, damit spieltheoretische Modelle zutreffende Vorhersagen machen können: Erstens muss die Spielstruktur einfach sein. Zweitens müssen die Akteure Erfahrungen mit der Spielstruktur haben. Und drittens müssen die Anreize hoch genug sein, damit sich optimale Strategien lohnen. Die Minimalvoraussetzungen sind aber keine Garantie. Selbst wenn alle drei Voraussetzungen erfüllt sind, kann man in Experimenten Diskrepanzen zwischen spieltheoretischen Hypothesen und dem Verhalten von Versuchspersonen nachweisen.

Möglicherweise kann die «Rationalitätslücke» oder die Fehleinschätzung der Präferenzen im Modell durch Zusatzannahmen behoben werden, sodass man zu prognosefähigen Theorien kommt. Dies ist das Forschungsprogramm der verhaltensorientierten (behavioural) Spieltheorie, von dem in Kapitel 10 die Rede sein wird.

In der evolutionären Spieltheorie (Kapitel 8) stellt sich das Problem anders. Hier interessiert es gar nicht, ob die Akteure zweckorientiert und strikt rational agieren. Sofern es einen Wettbewerb zwischen ver-

schiedenen Verhaltensmustern gibt, werden sich Rationalitätslösungen durch Evolution herausbilden. Organisationsstrukturen und Strategien von Firmen, kulturelle Muster und Institutionen entwickeln sich, indem erfolgreiche Modelle nachgeahmt werden und sich ausbreiten, während erfolglose Muster verschwinden (Kapitel 4 und 8).

Völlig unberührt von dem Streit über die Erklärungskraft deskriptiver Spieltheorie ist die normative Spieltheorie. Hier ist das Ziel nicht, empirische Hypothesen und Verhaltensprognosen zu formulieren. Vielmehr geht es darum, optimale Entscheidungen in einer gegebenen Interaktionsstruktur zu finden. Die normative Theorie stellt die Frage danach, wie ein rationaler Akteur handeln *soll*, wenn alle anderen Akteure sich gleichfalls an rationalen Entscheidungskriterien orientieren.

Eine weitere Aufgabe der Spieltheorie ist die Analyse und Planung von Institutionen. Unter einer Institution wird ein dauerhafter, berechenbarer Anreizmechanismus verstanden, z. B. ein Lohnsystem, die Produkthaftungspflicht von Unternehmen, Gesetze über den Versorgungsausgleich nach einer Ehescheidung oder die Regeln für CO₂-Emissionszertifikate in der EU. Niemand wird leugnen, dass solche Institutionen einen Einfluss auf das Verhalten haben. Ein einfaches Beispiel ist die Regel: A teilt den Kuchen auf, B wählt aus. Zwei rationale und vollkommen egoistische Akteure mit Appetit auf Kuchen werden auf diese Weise immer zu einer fairen Aufteilung kommen. König Salomo hat gemäß dem Alten Testament (erstes Buch der Könige, 3, 16–18) eine Institution erfunden, um in einem Gerichtsprozess eine wahre Aussage zu erhalten. Zwei Frauen streiten vor Gericht um ein Kind; beide beanspruchen die Mutterschaft. Salomo schlägt vor, das Kind unter den Klägerinnen aufzuteilen. Dadurch wird offenkundig, welche der beiden Frauen die wahre Mutter ist. Natürlich weigert sie sich, dem grausamen Vorhaben zuzustimmen, und überlässt ihr Kind lieber der bösen Kontrahentin. Der weise Salomo, der das Verhalten der Mutter vorausgesehen hat, kann ihr nun das Kind zusprechen. War er wirklich so weise? Wiederholbar ist das Verfahren jedenfalls nicht. Institutionen, die Spieltheoretiker ausführlich analysiert haben, sind Auktionsverfahren. Bei der Versteigerung von Telefonfrequenzen stand die Spieltheorie mit ihren Vorschlägen, Erfolgen und Misserfolgen kurzzeitig im Rampen-

licht (Kapitel 1). Werden Institutionen mit spieltheoretischen Mitteln geplant, spricht man von «mechanism design». Die Institutionenanalyse ist wichtig in der Rechtswissenschaft. In der angelsächsischen Rechtswissenschaft wird das interdisziplinäre Gebiet «Recht und Ökonomie» (Law and Economics) gepflegt. Ein Kern des Forschungsprogramms ist die Analyse rechtlicher Institutionen, auch mit den Mitteln der Spieltheorie.

In mehreren Kapiteln dieses Buchs, insbesondere in den Kapiteln 6 und 7, werden Probleme sozialer Kooperation behandelt. Mit kooperativen Handlungen nicht zu verwechseln sind die Begriffe «kooperative» und «nichtkooperative» Spieltheorie. Die kooperative Spieltheorie befasst sich mit Problemen der Verhandlung, Koalitionsbildung und der Aufteilung von Ressourcen. Geschlossene Verträge, so die Annahme, sind gültig und einklagbar. Soziale Dilemmata, z. B. das Gefangenendilemma oder das «Chickenspiel» (Kapitel 1), sind in der kooperativen Theorie kein Problem. Die Spieler werden verhandeln und eine für alle Beteiligten günstige Vertragslösung erzielen. Die Lösung basiert allerdings auf der Annahme «bindender Verträge». In der nichtkooperativen Spieltheorie wird dagegen eine Institution, die einklagbare Verträge garantiert, nicht vorausgesetzt. Werden Verträge erfüllt und kooperative Lösungen erzielt, muss dies erklärt werden, ohne bereits Vertragstreue vorauszusetzen. Die nichtkooperative Theorie ist damit grundlegender und benötigt weniger Voraussetzungen. Dennoch hat auch die kooperative Spieltheorie wichtige Resultate erzielt. Sie ist heute gegenüber der nichtkooperativen Theorie, vielleicht zu Unrecht, ins Hintertreffen geraten. Zudem existiert das Forschungsprogramm, die Theorie zu vereinheitlichen und Ergebnisse kooperativer Spieltheorie «nichtkooperativ» zu erklären. In diesem Buch werden wir uns ausschließlich mit der nichtkooperativen Spieltheorie befassen.

Anwendungen in den Sozialwissenschaften

Institutionen, soziale Interaktionen, soziale Normen und Sanktionen sind Kernbegriffe der Soziologie. Auch die Auseinandersetzung mit dem

Problem sozialer Ordnung hat seit Thomas Hobbes' «Leviathan» mit den klassischen soziologischen Arbeiten von Émile Durkheim, Talcott Parsons und anderen in Soziologie und Politikwissenschaften eine lange Tradition. Mit der Diskussion über «Sozialkapital» haben Studien zum Vertrauensproblem an Bedeutung gewonnen. Diese theoretisch und empirisch bedeutsamen Forschungsfragen werden heute mit spieltheoretischen Mitteln untersucht. Der Wettbewerb zwischen Parteien, Wahlverfahren, Kollektivgutprobleme und Konflikte zwischen Staaten sind Themen in den Politikwissenschaften, deren Bearbeitung von spieltheoretischen Methoden profitieren kann. In der Ökonomie sind Kartelle, die Übernutzung von Ressourcen, Finanzmärkte und Auktionsverfahren Beispiele für Anwendungsfelder der Spieltheorie. Mehr noch: Seit der mikroökonomischen und spieltheoretischen Wende in der Ökonomie ist die Spieltheorie eigentlich zur formalen Grundlage ökonomischer Modellbildung geworden. Viele der erwähnten Forschungsthemen, insbesondere die Untersuchung der Möglichkeiten von Kooperation in sozialen Dilemmata sind für alle sozialwissenschaftlichen Disziplinen von Interesse. Deshalb gehört die Spieltheorie – wie Statistik, Wahrscheinlichkeitsrechnung und die Kenntnis empirischer Forschungsmethoden – zur Grundausbildung in den Sozialwissenschaften. Dabei ist die Spieltheorie nicht nur Methode wie die Statistik. Sie ist auch Werkzeug der Theorienbildung. Wer sich heute mit Theorien in den Sozialwissenschaften befasst, sei es in Politikwissenschaften, Soziologie oder Ökonomie, kommt um Grundkenntnisse der Spieltheorie nicht herum.

Entwicklung der Spieltheorie

Die Spieltheorie wird in Sozialwissenschaften, Rechtswissenschaft, Biologie und sogar in der Informatik (z. B. interagierende Rechner) angewendet. Sie ist aber – wie Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung – eine mathematische Disziplin. Erste spieltheoretische Analysen wurden von den Mathematikern Ernst Zermelo und Emile Borel vorgelegt. Zermelo hat 1913 in seiner Arbeit «Über eine Anwendung der Mengenlehre auf die Theorie des Schachspiels» bewiesen, dass Nullsummenspiele mit

endlicher Zahl von Strategien und perfekter Information einen Sattelpunkt haben (Kapitel 5). Schach, Mühle, Dame usw. fallen in diese Kategorie. Ins Deutsche übersetzt besagt der Existenzbeweis von Zermelo, dass es im Schach eine optimale Strategie gibt. Welche es ist, konnte glücklicherweise bis heute niemand herausfinden. Zermelos Satz wurde von John von Neumann (1928) mit dem Minimax-Theorem erweitert. Der Name von Neumann ist eng mit der frühen Entwicklung der Spieltheorie verbunden. Zusammen mit dem Ökonomen Oskar Morgenstern publizierte von Neumann 1944 das erste grundlegende Werk der Spieltheorie «Theory of Games and Economic Behavior» (2. Aufl. 1947). Nullsummenspiele und kooperative Spieltheorie nehmen in der Arbeit eine bevorzugte Stellung ein. Von Neumann gilt als das Mathematik-Genie des 20. Jahrhunderts. Er hat angeblich die Spieltheorie erfunden, weil er sich für Poker interessierte und weil er zudem Konflikte mit seiner Frau analytisch präziser behandeln wollte (Poundstone 1992)¹. Als kalter Krieger und Militärstrategie hatte er auch eine dunkle Seite. Es wird behauptet, dass von Neumann Vorbild war für die Figur des Dr. Strangelove in dem Film von Stanley Kubrick mit dem deutschen Titel «Dr. Seltsam oder Wie ich lernte, die Bombe zu lieben».

Von Neumanns Minimax-Theorem bezieht sich auf Nullsummenspiele. Eine weitere Verallgemeinerung geht auf den Mathematiker John F. Nash zurück. Nash definiert zunächst den Begriff des Gleichgewichts für sämtliche Typen von Spielen, also auch für Nicht-Nullsummenspiele. Sodann legt er den Existenzbeweis vor, dass es in jedem Spiel mit einer endlichen Zahl von Strategien mindestens ein «Nash-Gleichgewicht» gibt (1950, 1951). Weiterhin hat Nash wesentliche Beiträge zur kooperativen Spieltheorie geleistet. Nash ist Ende der 1950er Jahre an Schizophrenie erkrankt und 25 Jahre später von der Krankheit genesen. Sein Leben wurde in der brillanten Biographie «A Beautiful Mind» von Nasar (1998) beschrieben und unter dem gleichen Titel verfilmt.

1 Nach Poundstone gab von Neumanns Frau ihrem Mann zu verstehen, dass sie sich nur für Spieltheorie interessieren würde, wenn darin ein Elefant vorkäme. In von Neumann und Morgenstern (1947) findet man, versteckt in einem Mengendiagramm, auf Seite 64 einen Elefanten.