

G. Owen

Spieltheorie

Aus dem Englischen übersetzt von
H. Skarabis



Springer-Verlag
Berlin · Heidelberg · New York 1971

Professor Guillermo Owen
Rice University
Department of Mathematical Sciences
Houston, Texas 77001/USA

Dr. Horst Skarabis
Institut für Statistik und Versicherungs-
mathematik der Freien Universität
1000 Berlin 33

Titel der amerikanischen Originalausgabe: *Game Theory*
© 1968 by W. B. Saunders Company. Philadelphia · London · Toronto 1968

AMS Subject Classifications (1970): 90-D-xx

ISBN-13: 978-3-540-05498-6 e-ISBN-13: 978-3-642-65244-8
DOI: 10.1007/978-3-642-65244-8

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Bei Vervielfältigungen für gewerbliche Zwecke ist gemäß § 54 UrhG eine Vergütung an den Verlag zu zahlen, deren Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist. © by Springer-Verlag Berlin · Heidelberg 1972. Library of Congress Catalog Card Number 70-164959. Printed in Germany. Offsetdruck: Julius Beltz, Hemsbach/Bergstr.

Vorwort

In den letzten Jahren entstand ein erheblicher Bedarf an Lehrbüchern, die die Theorie der Zwei- und n -Personenspiele aus mathematischer Sicht vollständig behandeln. Ich hoffe, daß das vorliegende Buch diese Lücke schließen wird.

Die Theorie der Zwei-Personenspiele wird in den Kapiteln I bis V behandelt, die gewissermaßen den ersten Teil des Buches bilden. Die letzten fünf Kapitel behandeln die n -Personenspiele und können zum zweiten Teil zusammengefaßt werden. Beide Teile sind voneinander unabhängig und stellen etwa je eine einsemestrige Vorlesung dar. Es können aber auch die Kapitel I, II, VIII, IX zu einem mehr theoretisch orientierten Elementarkurs zusammengefaßt werden. Überdies ist es möglich, einzelne Kapitel weitgehend beliebig für eine Lehrveranstaltung auszuwählen, ohne daß dabei zu sehr auf die restlichen eingegangen werden muß.

Schließlich sei bemerkt, daß die meisten der bisher bekannten Lehrbücher die Teile der Spieltheorie behandeln, die in den Kapiteln II, III, VIII und IX zu finden sind. Ich habe versucht, die vorliegende Theorie mit mathematischer Strenge abzuhandeln. Gleichzeitig aber wurde - besonders in der zweiten Hälfte des Buches - der mathematische Aufbau der Theorie durch heuristische Betrachtungen erläutert. Schließlich ist die Spieltheorie die mathematische Beschreibung bestimmter soziologischer Phänomene; und es wäre daher in der Tat zu dürftig, die mathematische Darstellung ohne die zugehörigen sozialen Bezüge zu bringen.

Die Auswahl der Inhalte des Buches orientiert sich an den Kenntnissen und Bedürfnissen der Studenten mittlerer Semester. Daher schien es mir sinnvoll, das Buch mit instruktiven Aufgaben und deren Lösungen zu beginnen. In der Tat gilt dies für die Theorie der Zwei-Personenspiele. Einige Teile dieser Theorie wurden bewußt herausgelassen, besonders die Frage der Information in extensiven Spielen, da ich aus Vorlesungen die Erfahrung gewonnen habe, daß die Einführung eines solchen Konzeptes nicht zur Erleichterung des Hauptproblems beiträgt, sondern dieses eher noch erschwert. Die Verlegung der Nutzentheorie in die zweite Hälfte dieses Buches hat einen ähnlichen Grund: Obwohl sie ein zentrales Problem der n -Personenspiele darstellt, ist sie für die Behandlung der Zwei-Personen-Nullsummen-Spiele eher hinderlich.

Ich glaube, daß einige der hier behandelten Inhalte zum ersten Mal in einem Lehrbuch erscheinen. Dazu gehören die Differentialspiele, der Verhandlungsbereich und die Spiele mit einem Kontinuum von Spielern. Ich habe diese Themen ausführlich behandelt, obwohl einige ihrer schwierigeren Aspekte natürlich weggelassen werden mußten. Die Behandlung der genannten Themen soll dazu dienen, dem Studenten eine Vorstellung von den vielen neuen Richtungen zu geben, die die Spieltheorie im Augenblick einschlägt.

Voraussetzung für ein erfolgreiches Lesen dieses Buches sind elementare Kenntnisse in Analysis und Wahrscheinlichkeitstheorie. Einige Kenntnisse aus der Maßtheorie wären nützlich sind aber nicht unbedingt erforderlich. Dagegen werden konvexe Mengen und konvexe Funktionen sowie deren wichtigste Eigenschaften vorausgesetzt. Die wichtigsten Teile dieser Theorie sind im Anhang dieses Buches entwickelt. Die Fixpunktsätze von BROUWER und KAKUTANI, die für einige Teile der Spieltheorie nützlich sind, werden ohne Beweis angegeben.

Die Aufgaben stammen hauptsächlich aus der Literatur. Sie sind zum einen von Bedeutung, als sie Gegenbeispiele zu bestimmten plausiblen Vermutungen darstellen. Andererseits liefern sie Beweisskizzen bestimmter Theoreme, von denen ich annehme, daß sie nicht in ihrer Vollständigkeit bewiesen werden müßten. Wieder andere sind elementare Übungen.

Ich habe versucht, die Bibliographie so ausführlich zu machen, daß der Leser sofort die entsprechenden Details findet, die in meinen Ausführungen fehlen. Es soll keineswegs eine erschöpfende Bibliographie sein. Solche findet der Leser besonders in dem ausgezeichneten Buch von LUCE und RAIFFA "Games and Decisions" und in "Annals of Mathematical Studies" No. 40.

Ich möchte Herrn Prof. ALBERT TUCKER der Princeton University und Herrn Prof. JOHN ISBELL vom Institute of Technology für ihre hilfreichen Kommentare und Vorschläge zur Verbesserung des ersten Manuskriptes danken. Einige der Übungsbeispiele gehen auf ihren Vorschlag zurück. Ich möchte weiterhin HELEN GWOZDZ, ELLEN MOONEY und Mrs. CATHERINE DE ROSA für ihre unschätzbare Hilfe beim Schreiben des Manuskriptes danken. Schließlich möchte ich meiner Frau für ihre Aufmunterung und ihr Vertrauen meinen Dank aussprechen.

G. O.

Inhaltsverzeichnis

<u>Kapitel I: Definition eines Spiels</u>	1
I.1 Einleitende Bemerkungen	1
I.2 Spiele in extensiver Form	1
I.3 Strategien. Die Normalform	4
I.4 Gleichgewichts- n- Tupel	6
Aufgaben	9
<u>Kapitel II: Zwei-Personen-Nullsummen-Spiele</u>	11
II.1 Nullsummenspiele	11
II.2 Die Normalform	12
II.3 Gemischte Strategien	14
II.4 Das Minimax-Theorem	17
II.5 Berechnung optimaler Strategien	26
II.6 Symmetrische Spiele	33
Aufgaben	35
<u>Kapitel III: Lineare Programme</u>	39
III.1 Einführung	39
III.2 Dualität	41
III.3 Lösung linearer Programme	47
III.4 Der Simplex-Algorithmus	49
III.5 Simplex-Algorithmus (Fortsetzung)	55
III.6 Beispiele	60
III.7 Spiele mit Nebenbedingungen	67
Aufgaben	69
<u>Kapitel IV: Unendliche Spiele</u>	74
IV.1 Spiele mit abzählbar vielen Strategien	74
IV.2 Spiele über dem Einheitsquadrat	76

IV.3	Spiele mit stetigem Kern	78
IV.4	Konkav-konvexe Spiele	82
IV.5	Zeitspiele	85
IV.6	Höhere Dimensionen	92
	Aufgaben	99
<u>Kapitel V: Mehrstufige Spiele</u>		103
V.1	Verhaltensstrategien	103
V.2	Spiele bis zur Erschöpfung	105
V.3	Stochastische Spiele	109
V.4	Rekursive Spiele	115
V.5	Differentialspiele	118
	Aufgaben	127
<u>Kapitel VI: Nutzentheorie</u>		130
VI.1	Ordinaler Nutzen	130
VI.2	Lotterie	132
VI.3	Güterbündel	137
VI.4	Absoluter Nutzen	139
	Aufgaben	140
<u>Kapitel VII: Allgemeine Zwei-Personen-Spiele</u>		142
VII.1	Bimatrixspiele (Nicht-kooperativ)	142
VII.2	Das Verhandlungsproblem	145
VII.3	Drohstrategien	153
	Aufgaben	157
<u>Kapitel VIII: n-Personen-Spiele</u>		159
VIII.1	Nicht-kooperative Spiele	159
VIII.2	Kooperative Spiele	159
VIII.3	Domination, Strategische Äquivalenz, Normierung	163
VIII.4	Kern und stabile Mengen	166
VIII.5	Edgeworth Marktspiele - ein Beispiel	174
	Aufgaben	178
<u>Kapitel IX: Andere Lösungskonzepte für n-Personen-Spiele</u>		182
IX.1	Der Shapley-Wert	182
IX.2	Die Verhandlungsmenge	188
IX.3	Ψ -Stabilität	195
	Aufgaben	196

<u>Kapitel X: Modifikation des Spielkonzepts</u>	198
X.1 Spiele mit einem Kontinuum von Spielern	198
X.2 Spiele ohne Seitenzahlung	202
X.3 Spiele in Partitionsform	204
Aufgaben	212
<u>Anhang</u>	214
A.1 Konvexität	214
A.2 Fixpunktsätze	218
<u>Literaturverzeichnis</u>	219
<u>Sachverzeichnis</u>	225