

Springer-Lehrbuch

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

Manfred J. Holler · Gerhard Illing

Einführung in die Spieltheorie

Vierte, vollständig überarbeitete
und erweiterte Auflage

Mit 92 Abbildungen



Springer

Professor Dr. Manfred J. Holler
Universität Hamburg
Institut für Allokation und Wettbewerb
Von-Melle-Park 5
D-20146 Hamburg

Professor Dr. Gerhard Illing
Johann Wolfgang Goethe-Universität
Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
Mertonstraße 17
D-60054 Frankfurt am Main

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme
Holler, Manfred J.: Einführung in die Spieltheorie / Manfred J. Holler; Gerhard Illing.
– 4., vollst. überarb. und erw. Aufl. – Berlin; Heidelberg; New York; Barcelona; Hongkong; London; Mailand; Paris; Singapur; Tokio: Springer, 2000
(Springer-Lehrbuch)

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

ISBN 978-3-540-66831-2 ISBN 978-3-662-06880-9 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-06880-9

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1991, 1993, 1996, 2000
Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 2000.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

SPIN 10752439 42/2202-5 4 3 2 1 0 – Gedruckt auf säurefreiem Papier

Vorwort zur vierten Auflage

Als vor rund einem Jahrzehnt die erste Auflage des vorliegenden Buches erschien, konnten selbst viele Fachkollegen mit der Spieltheorie wenig anfangen. Inzwischen gibt es dazu an vielen ökonomischen Fachbereichen regelmäßig Lehrveranstaltungen. Die Spieltheorie hat Eingang in fast alle Bereiche der Wirtschaftswissenschaften gefunden. Zahlreiche Lehrbücher der Mikroökonomie enthalten heute ein Kapitel zur Spieltheorie. Ihre eigentliche Domäne aber ist die Industrieökonomik: Sie hat durch die Spieltheorie ein neues, sehr attraktives Gesicht bekommen, das nicht nur Theoretiker nachhaltig inspiriert, sondern auch Praktiker anzieht, die nach einem Fundament für ihre Entscheidungen und eine Erklärung für ihre Umwelt suchen. Dieser Entwicklung wurde durch Einarbeitung neuerer Ergebnisse zur asymmetrischen Information, der Messung von Macht und der evolutorischen Theorie Rechnung getragen und auch dadurch, daß die Darstellung vereinfacht und in manchen Teilen etwas ausführlicher wurde.

Wir danken Frau Heike Ruhrmann für die Einarbeitung der Grafiken und die Überarbeitung des Sach- und Personenindexes.

Dezember 1999

Manfred J. Holler, Hamburg
Gerhard Illing, Frankfurt

Vorwort zur dritten Auflage

Die Spieltheorie wurde seit der letzten Auflage dieses Buches nicht nur durch den Nobelpreis an John Harsanyi, John Nash und Reinhard Selten in besonderer Weise ausgezeichnet, sie entwickelte sich auch weiter. Die vorliegende dritte Auflage trägt diesen Entwicklungen sowohl durch die Einbeziehung der Theorie evolutorischer Spiele (neues Kapitel 8) als auch durch umfangreiche Überarbeitungen und Erweiterungen Rechnung. Wir haben damit auch auf zahlreiche wertvolle Hinweise und Anregungen von Kollegen und Studenten reagiert, für die wir uns an dieser Stelle herzlich bedanken. Auf eine namentliche Auflistung derer, die mit ihren Ratschlägen wesentlich zur Gestaltung des Buches beigetragen haben, müssen wir verzichten: Die Liste wäre sehr lang und bliebe trotzdem unvollständig. Natürlich sind wir auch für kritische Kommentare zur vorliegenden Neuauflage unseres Buchs dankbar.

Januar 1996

Manfred J. Holler, Hamburg
Gerhard Illing, Frankfurt

Vorwort zur ersten Auflage

Spieltheoretische Methoden werden heute in allen Bereichen der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften intensiv verwendet. Die Spieltheorie stellt das formale Instrumentarium zur Analyse von Konflikten und Kooperation bereit. Viele neu entwickelte spieltheoretische Konzepte sind bisher jedoch nur in Darstellungen zugänglich (häufig nur anhand der Originalaufsätze), die die Kenntnis fortgeschrittener mathematischer Methoden voraussetzen und damit für Studenten schwer verständlich sind. Die vorliegende Einführung setzt nur solche mathematische Grundkenntnisse voraus, wie sie von Studenten im Hauptstudium mit wirtschaftswissenschaftlicher Ausbildung erwartet werden. Das Buch gibt einen umfassenden Überblick über den neuesten Stand der Spieltheorie. Die Darstellung legt den Schwerpunkt auf die Vermittlung der grundlegenden Ideen und der intuitiven Konzepte; auf eine Ableitung von Beweisen wird weitgehend verzichtet. Anhand von zahlreichen Beispielen wird illustriert, wie sich spieltheoretische Konzepte auf ökonomische Fragestellungen anwenden lassen.

Das erste Kapitel gibt einen informellen Überblick über die in diesem Buch behandelten Fragestellungen. Die formalen Grundlagen, die zum Verständnis spieltheoretischer Modelle notwendig sind, werden in Kapitel 2 behandelt. Kapitel 3 und 4 analysieren nicht-kooperative Spiele. Kapitel 3 führt in verschiedene Gleichgewichtskonzepte ein. Dynamische Spiele werden in Kapitel 4 behandelt. An die Darstellung von Verfeinerungen des Nash-Gleichgewichts für Spiele in extensiver Form schließt sich die Analyse wiederholter Spiele an mit einer Diskussion der Folk-Theoreme sowie endlich wiederholter Spiele. Kapitel 5 und 6 behandeln kooperative Spiele. Kapitel 5 führt in die axiomatische Theorie der Verhandlungsspiele ein. Eine Darstellung des Zeuthen-Harsanyi-Verhandlungsspiels sowie strategischer Verhandlungsmodelle schließt sich an. Kapitel 6 untersucht Konzepte zur Analyse von Spielen mit Koalitionsbildung. Kapitel 7 gibt eine Einführung in die Theorie des Mechanismus-Designs und der Implementierung. Es wird gezeigt, wie spieltheoretische Konzepte neue Einsichten für das Verständnis der Grundlagen ökonomischer Theorie liefern können.

Das Buch entstand aus Skripten zu Vorlesungen über Spieltheorie, die an den Universitäten Århus, München und Bamberg gehalten wurden. Wir danken allen Kollegen und Studenten, die Anregungen für das Buch gegeben haben. Toni Bauer, Friedel Bolle, Thomas Hueck, Hartmut Kliemt sowie Kai Vahrenkamp haben wertvolle Kommentare bei der Durchsicht von Teilen des Manuskripts gegeben. Für die Mithilfe bei der Erstellung des Satzes danken wir Martin Bauer und Marcus Mirbach. Die Abbildungen wurden von Jesper Lindholt erstellt.

Dezember 1990

Manfred J. Holler, Århus
Gerhard Illing, München

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	1
1.1 Spieltheorie und Ökonomie	1
1.2 Gefangenendilemma	2
1.2.1 Spielform	2
1.2.2 Das Spiel	4
1.2.3 Lösungskonzept	5
1.2.4 Anwendungen	7
1.2.4.1 Kartellabsprachen in einem Dyopol	7
1.2.4.2 Öffentliche Güter	8
1.3 Überblick	9
1.3.1 Nash-Gleichgewicht - Lösungskonzept der strategischen Form	9
1.3.2 Extensive Form	12
1.3.3 Bindende Verpflichtungen	17
1.3.4 Wiederholte Spiele	20
1.3.5 Kooperative Spiele	23
1.3.5.1 Axiomatischer Ansatz	25
1.3.5.2 Das Nash-Programm	26
1.3.6 Gestaltung der Spielregeln: Mechanismusdesign	27
Literaturhinweise zu Kapitel 1	29
2. Grundkonzepte	30
2.1 Menge der Spieler N	30
2.2 Strategieraum S	32
2.3 Erwartungsnutzenfunktion u_i	35
2.4 Auszahlungsraum P	40
2.5 Informationen	41
2.5.1 Gemeinsames Wissen	42
2.5.2 Perfektes Erinnerungsvermögen (Perfect Recall)	42
2.5.3 Nicht beobachtbare Handlungen der Mitspieler	43
2.5.4 Nicht beobachtbare Charakteristika der Mitspieler	45
2.5.5 Lernen und Bayes'sche Regel	49
Literaturhinweise zu Kapitel 2	52

3. Lösungskonzepte für nicht-kooperative Spiele in strategischer Form	53
3.1 Gleichgewicht in dominanten Strategien	53
3.2 Die Maximinlösung	54
3.3 Nash-Gleichgewicht	56
3.3.1 Definition	56
3.3.2 Dyopol: Nash-Gleichgewicht bei stetigem Strategieraum	58
3.3.3 Motivationen für das Nash-Gleichgewicht als Lösungskonzept	60
3.3.4 Existenz eines Nash-Gleichgewichts	62
3.3.5 Nash-Gleichgewicht in gemischten Strategien	66
3.3.5.1 Existenz und Berechnung	66
3.3.5.2 Nash-Gleichgewicht in gemischten Strategien: Interpretation	69
3.3.6 Eindeutigkeit von Nash-Gleichgewichten	72
3.3.7 Effizienz von Nash-Gleichgewichten	74
3.4 Bayes'sches Gleichgewicht bei unvollständiger Information	77
3.4.1 Spielform bei unvollständiger Information	77
3.4.2 Bayes'sches Gleichgewicht	78
3.4.3 Common Priors	79
3.4.4 Bayes'sches Gleichgewicht als Motivation für gemischte Strategien	85
3.5 Gleichgewicht in korrelierten Strategien	86
3.6 Rationalisierbare Strategien	94
3.7 Verfeinerungen des Nash-Gleichgewichts	98
3.7.1 Eliminierung von Gleichgewichten mit schwach dominierten Strategien	100
3.7.2 Robustheit bei fehlerhafter Strategiewahl	102
3.7.2.1 Trembling-Hand-Perfektheit	102
3.7.2.2 Properes Gleichgewicht	104
3.7.3 Robustheit bei Unsicherheit über die Auszahlungen	104
Literaturhinweise zu Kapitel 3	106

4. Dynamische Spiele	107
4.1 Verfeinerungen des Nash-Gleichgewichts für Spiele in extensiver Form	108
4.1.1 Teilspielperfektes Gleichgewicht	108
4.1.2 Sequentielles Gleichgewicht	111
4.1.3 Trembling-hand-perfektes Gleichgewicht	119
4.1.4 Weitere Verfeinerungen für Signalspiele	122
4.1.4.1 Eliminierung dominierter Strategien	125
4.1.4.2 Das intuitive Kriterium	126
4.1.5 Strategisch stabile Gleichgewichte	129
4.1.6 Gleichgewichtsauswahl von Harsanyi und Selten	130
4.2 Wiederholte Spiele	133
4.2.1 Einführung	133
4.2.2 Trigger-Strategien	136
4.2.3 Folk-Theoreme	141
4.2.3.1 Nash-Gleichgewichte für $\delta=1$	141
4.2.3.2 Teilspielperfekte Strategien ohne Abdiskontierung	143
4.2.3.3 Teilspielperfekte Vergeltungsstrategien bei Abdiskontierung	144
4.2.4 Stochastische Spiele: Oligopol mit Nachfrageschwankungen	149
4.2.5 Neuverhandlungsstabile Gleichgewichte	153
4.2.6 Endlich wiederholte Spiele	157
4.2.6.1 Multiple Gleichgewichte des Stufenspiels	157
4.2.6.2 Unvollständige Information	159
4.2.6.3 Beschränkte Rationalität	162
4.2.7 Anmerkung zu Differentialspielen	164
4.3 Das Kreps-Wilson-Reputationsspiel	166
4.3.1 Das Handelskettenparadoxon	166
4.3.2 Reputation und unvollständige Konkurrenz	169
4.3.3 Das sequentielle Gleichgewicht	174
4.4 Strategische Informationsvermittlung	175
4.4.1 Signalspiele mit Trenn- und Pooling-Gleichgewicht	175
4.4.2 Die Single-Crossing-Bedingung	177
4.4.3 Die Anreizverträglichkeitsbedingung	177
4.4.4 Kontinuum von Nash-Gleichgewichten in Signalspielen	179

4.4.5	Nichtexistenz von Nash-Gleichgewichten in Screening-Modellen	180
4.4.6	Intuitives Kriterium und eindeutige Gleichgewichte	182
	Literaturhinweise zu Kapitel 4	183
5.	Individualistisch kooperative Spiele und Verhandlungsspiele	185
5.1	Definition und Klassifikation	185
5.2	Verhandlungsproblem, Lösungsproblem und Lösung	187
5.3	Axiomatische Verhandlungsspiele	190
5.3.1	Die Nash-Lösung	191
5.3.1.1	Funktion und Axiomatik	191
5.3.1.2	Bestimmtheit und Eindeutigkeit	193
5.3.1.3	Tangentialeigenschaft und äquivalente Konfliktpunkte	198
5.3.1.4	Nash-Lösung für geteilte und zusammengesetzte Spiele	201
5.3.1.5	Abnehmender Grenznutzen und Risikoaversion	205
5.3.1.6	Kritische Würdigung der Nash-Lösung	208
5.3.1.7	Asymmetrische Nash-Lösung	211
5.3.2	Die Kalai-Smorodinsky-Lösung	213
5.3.2.1	Axiomatik und Funktion	213
5.3.2.2	Alternativer Idealpunkt	216
5.3.2.3	Würdigung der Kalai-Smorodinsky-Lösung	217
5.3.3	Die proportionale Lösung und die egalitäre Lösung	220
5.3.3.1	Definition der PR-Lösung und der egalitären Lösung	220
5.3.3.2	Eigenschaften der PR-Lösung	222
5.3.3.3	Würdigung der PR-Lösung	223
5.3.3.4	Zur Anwendung der PR-Lösung	225
5.3.4	Endogene Drohstrategien in allgemeinen Verhandlungsspielen	226
5.3.4.1	Nicht-kooperative Konfliktpunkte	227
5.3.4.2	Grundprinzipien optimaler Drohstrategien	229
5.3.4.3	Das Nash-Modell optimaler Drohstrategien	230
5.3.4.4	Ein Zahlenbeispiel	233

5.4 Behavioristische Verhandlungsmodelle	235
5.4.1 Grundlegende Konzepte von Verhandlungsprozessen	236
5.4.2 Das Zeuthen-Harsanyi-Spiel	237
5.4.3 Rationalisierung des Risikogrenzenvergleichs	241
5.5 Strategische Verhandlungsspiele	243
5.5.1 Das Modell konvergenter Erwartungen	243
5.5.2 Das komprimierte Zeuthen-Harsanyi-Spiel	247
5.5.3 Die Kuchenteilungsregel	249
5.5.4 Das Rubinstein-Spiel	251
5.5.4.1 Struktur des Verhandlungsprozesses	252
5.5.4.2 Gleichgewichtslösungen	253
5.5.4.3 Anwendung der teilspielperfekten Gleichgewichte	256
5.5.4.4 Diskussion	258
Literaturhinweise zu Kapitel 5	261
6. Koalitionsspiele	262
6.1 Einige Grundkonzepte für Koalitionsspiele	262
6.1.1 Transferierbare und nicht-transferierbare Nutzen	263
6.1.2 Koalitionsform und charakteristische Funktion	265
6.1.3 Effektivitätsfunktion	268
6.1.4 Imputation und Dominanz	270
6.2 Lösungskonzepte für Koalitionsspiele: Mengenansätze	271
6.2.1 Das starke Nash-Gleichgewicht	272
6.2.1.1 Definition und Eigenschaften	272
6.2.1.2 Das Edgeworth-Box-Modell	273
6.2.2 Der Kern	275
6.2.2.1 Definition und Eigenschaften	275
6.2.2.2 Das Gebührenspiel	276
6.2.2.3 Anmerkung zur strikten Dominanz und zum starken Kern	283
6.2.3 Stabile Mengen bzw. die VNM-Lösung	284
6.2.3.1 Definition und Eigenschaften	284
6.2.3.2 Das Drei-Personen-Abstimmungsspiel	285
6.2.3.3 Anmerkungen zur VNM-Lösung	286
6.2.4 Die Verhandlungsmengen	287
6.2.4.1 Definitionen	287

6.2.4.2	Alternative Verhandlungsmengen	289
6.2.4.3	Beispiele	290
6.2.5	Der Kernel	293
6.2.5.1	Definitionen	293
6.2.5.2	Beispiele	294
6.2.6	Der Nucleolus	295
6.2.6.1	Definitionen	295
6.2.6.2	Beziehung zu Kernel, Verhandlungsmengen und Kern	296
6.2.6.3	Beispiele	297
6.3	Lösungskonzepte für Koalitionsspiele: Werte	299
6.3.1	Der Shapley-Wert	299
6.3.1.1	Axiome und Interpretation	300
6.3.1.2	A-priori-Abstimmungsstärke	301
6.3.1.3	Eigenschaften und Beispiele	302
6.3.1.4	Proportionale Repräsentation und Strategiebeständigkeit	306
6.3.1.5	Würdigung	309
6.3.2	Der Banzhaf-Index	311
6.3.2.1	Definition	312
6.3.2.2	Eigenschaften	313
6.3.2.3	Qualifizierte proportionale Repräsentation	315
6.3.2.4	Das IMF-Abstimmungsspiel	317
6.3.3	Der Deegan-Packel-Index	318
6.3.4	Der Public-Good-Index	319
6.3.5	Der richtige Index	322
6.3.5.1	Gegenstand der Macht	322
6.3.5.2	Eigenschaften der Indizes	323
6.3.5.3	Verhandlungen und Koalitionsbildung	325
6.3.5.4	Wahrscheinlichkeitsmodelle und multilineare Extension	326
6.3.5.5	Multilineare Extension und Machtindizes	330
	Literaturhinweise zu Kapitel 6	332
7.	Implementierung und Mechanismusdesign	333
7.1	Die Implementierung einer sozialen Entscheidungsregel	334
7.2	Beispiele von Implementierung	337
7.2.1	Der Marktmechanismus	337
7.2.2	Öffentliche Güter	339

<i>Inhaltsverzeichnis</i>	XIII
7.2.3 Verhandlungen bei externen Effekten	344
7.2.4 Abstimmungsmechanismen	348
Literaturhinweise zu Kapitel 7	350
8. Evolutorische Spiele	351
8.1 Grundfragen und Grundprinzipien	351
8.2 Das Modell evolutorischer Spiele	353
8.3 Analyse- und Lösungskonzepte	355
8.3.1 Evolutorisch stabile Strategien	356
8.3.2 Selektion und Mutation im sozialen Umfeld	359
8.3.3 Replikatorengleichung	363
8.3.4 Dynamische Stabilität	368
8.3.5 Beziehungen zwischen den Analyse- und Lösungskonzepten	371
8.3.6 Ein einfaches Beispiel evolutorischer Spiele	373
8.4 Zum Erklärungsbeitrag der evolutorischen Spieltheorie	378
Literaturhinweise zu Kapitel 8	384
Literaturverzeichnis	386
Sachindex	406
Personenindex	411