
Spieltheorie

Florian Bartholomae • Marcus Wiens

Spieltheorie

Ein anwendungsorientiertes Lehrbuch

2., überarbeitete und ergänzte Auflage



Springer Gabler

Florian Bartholomae
Munich Business School
München, Deutschland

Marcus Wiens
Karlsruher Institut für Technologie
Karlsruhe, Deutschland

ISBN 978-3-658-28278-3 ISBN 978-3-658-28279-0 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-28279-0>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Gabler

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2016, 2020

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Springer Gabler ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Vorwort: Motivation und Aufbau

Als Wissenschaftsdisziplin befasst sich die Spieltheorie mit der mathematischen Analyse und Bewertung strategischer Entscheidungen. Spieltheoretische Anwendungsfelder sind in unserem Alltag omnipräsent, denn letztlich lässt sich jede gesellschaftliche Fragestellung, bei der mindestens zwei Parteien in Interaktion treten und dabei strategische Überlegungen anstellen, mit dem Instrumentarium der Spieltheorie untersuchen. Aus dem Bereich der Wirtschaft zählen hierzu Maßnahmen der Finanz- und Sozialpolitik, unternehmerische Entscheidungen wie die Abschätzung der Effekte eines Markteintritts, einer Fusion oder einer Tarifstruktur, die Verhandlungen von Tarifparteien bis hin zu extremen Verhaltensrisiken wie Wirtschaftsspionage oder Terrorismus. Die hohe Relevanz spieltheoretischer Fragestellungen und die gleichzeitig zunehmende Kompatibilität mit anderen Disziplinen, wie etwa Psychologie oder Operations Research, machen die Spieltheorie zu einem mittlerweile unverzichtbaren Bestandteil wirtschaftswissenschaftlicher Grundausbildung.

Gleichzeitig aber machen es der oft hohe Abstraktionsgrad spieltheoretischer Modelle und die für die Anwendung erforderlichen mathematischen Fertigkeiten Anfängern in diesem Bereich oft schwer, einen Zugang zu dieser Disziplin zu finden. Zudem bietet die heutige Bachelor-Master-Struktur den Studierenden immer weniger Spielraum zur Vertiefung und fordert von ihnen stattdessen immer mehr Flexibilität zum fächerübergreifenden Breitenstudium. Diese Tendenz wird auch durch die zunehmende Durchlässigkeit zwischen Fachhochschulen und Universitäten in Zukunft noch weiter verstärkt. Vor diesem Hintergrund erscheint es umso wichtiger, dass auch diejenigen Studierenden, die nicht den höchsten Standard an mathematischer Vorbildung vorzuweisen haben und denen mathematische Formeln weniger zur Klarheit verhelfen als Stress bereiten, einen verständlichen Zugang zu dieser wichtigen Disziplin bekommen.

Die Autoren dieses Buches haben als langjährige Dozenten und Übungsleiter spieltheoretische Vorlesungen und Seminare an der Universität der Bundeswehr in München betreut. Durch diese Zeit gewannen sie ein gutes Gespür für die besonderen Hürden, Fallstricke und Missverständnisse, mit denen Studierende in spieltheoretischen Grundlagenveranstaltungen konfrontiert werden und damit auch für die Techniken und Tricks, mit denen sich diese Hürden schnell überwinden lassen.

Aus den Erfahrungen dieser gleichermaßen fachlich wie didaktisch herausfordernden Zeit ist die Idee für dieses Buch hervorgegangen. Wir hoffen, dass wir mit unserem Ziel, die Spieltheorie einer breiteren Masse an Studierenden näher zu bringen und ihnen zum Einstudieren der Konzepte ein breites „Trainingsprogramm“ zur Verfügung zu stellen, Erfolg haben. Und dass es Ihnen dadurch nicht nur leichter fällt, an den Grundlagen dieser spannenden Disziplin teilzuhaben, sondern dass Ihnen das spieltheoretische Analysieren und Modellieren auch Spaß und Freude bereitet.

Vom Aufbau her umfasst das Buch einen theoretischen Grundlagenteil („Theorie“) und einen Aufgabenteil („Aufgaben“). Der theoretische Grundlagenteil führt auf kompakte und verständlich gehaltene Weise in sechs Teilkapiteln in die grundlegenden Konzepte ein. An jedes Teilkapitel schließen sich unmittelbar ein paar Verständnisfragen in Form einiger Multiple Choice Fragen an, mit denen der Leser das Gelernte überprüfen und anwenden kann. Zur weiteren Vertiefung der in den Kapiteln vorgestellten Konzepte folgen noch eine Reihe typischer Aufgaben, die eine aktive Auseinandersetzung mit den Konzepten fördern und anspruchsvollere Aspekte vertiefen. Der Aufgabenteil enthält eine Vielzahl an Anwendungsbeispielen mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad, die thematisch alle im ersten Teil erläuterten Konzepte abdecken. Die Aufgaben sind überwiegend thematischen Schwerpunkten aus verschiedenen Anwendungsfeldern der Spieltheorie zugeordnet, um dem Leser das Spektrum an praxisrelevanten Kontexten aufzuzeigen.

Der im Vergleich zu umfassenden Lehrbüchern relativ kurz gehaltene Vorspann zusammen mit einer Vielzahl an Beispielaufgaben ermöglicht es den Studierenden, einen beschleunigten Zugang zu spieltheoretischen Grundkonzepten zu gewinnen und sich gewissermaßen in das Verständnis „hineinzuüben“. Der fortgeschrittene Leser, der bereits über die Grundlagen verfügt, findet eine Fülle an Aufgaben vor, die die bekannten Grundlagen erweitern und herausfordernd vertiefen. Wir möchten jedoch betonen, dass sich dieses Buch in erster Linie an studentische Leser wendet. Die Struktur des Buches und viele Zusatzerklärungen geben dem mit der Materie noch wenig vertrauten Studierenden wichtige Orientierungen an die Hand. Damit ist das Buch auch für Studierende der Politikwissenschaften, für Juristen, Ingenieure und viele andere geeignet.

Schließlich enthält das Buch, vor allem im einführenden Startkapitel, vielerlei Hinweise und Tipps dazu, was beim Aufsetzen eines Spiels zu beachten ist. Wir möchten bewusst nicht nur dem passiv konsumierenden Leser eine Hilfestellung geben, sondern auch denjenigen, die sich kreativ betätigen und selbst ein Spiel aufsetzen möchten. Diesbezüglich richtet sich das Buch nicht zuletzt auch an Verfasser von Bachelor- und Masterarbeiten, die eigene Ideen und Argumente spieltheoretisch fundieren und in der Literatur vorgefundene Spiele eigenständig erweitern möchten.

Wir danken besonders Prof. Dr. Karl Morasch, an dessen Professur diese Erfahrungen gewonnen wurden und im Rahmen dessen Vorlesung viele der in diesem Buch besprochenen Aufgaben entstanden sind. Wir danken unserer Kollegin Kirsten Johannemann, die uns mit dem einen oder anderen Ratschlag hilfreich zur Seite stand. Und schließlich danken wir allen früheren und aktuellen Studierenden an der Fakultät für Wirtschafts- und Organisationswissenschaften an der Universität der Bundeswehr München, die an unseren

Veranstaltungen teilnahmen und deren Feedback uns zu stetigen Verbesserungen der spieltheoretischen Lehrveranstaltungen ermuntert haben. Alle Fehler gehen zu unseren Lasten.

München im August 2015

Vorwort zur 2. Auflage

Für die zweite Auflage wurde der Text komplett durchgesehen, aktualisiert und ergänzt. Insbesondere wurde die Lesbarkeit der einzelnen Kapitel durch präzisere und einfachere Formulierungen verbessert und kleinere sowie größere Fehler, die sich leider eingeschlichen hatten, behoben. Im neu hinzugefügten Abschn. 3.2 wird nun ausführlicher auf das Nash-Gleichgewicht eingegangen und vor allem auch darauf, unter welchen Bedingungen ein solches existiert. Dieser Abschnitt ist aber als optional zu sehen und soll vor allem das Verständnis der mathematischen Grundlagen dieses wichtigen Konzepts fördern. Somit richtet sich dieser Abschnitt insbesondere an Leser, die sich etwas genauer mit diesem Lösungsverfahren beschäftigen wollen (oder müssen).

Hintergrund für die Anpassungen war zum einen, die Qualität des Lehrbuches weiter zu verbessern und zum anderen aber auch, unsere Erfahrungen, die wir durch die Konzeption vertiefter Vorlesungen und weiterer Veranstaltungen sammeln konnten, einfließen zu lassen. Wir möchten unseren Lesern damit einen noch besseren und verständlicheren Zugang zur Spieltheorie ermöglichen und ihnen dabei helfen, das Gelernte weiter zu vertiefen. Zudem wurden auch weitere Aufgaben hinzugefügt bzw. bestehende ergänzt, um weitere Anwendungsbeispiele anzuführen und – gewissermaßen nebenbei – zentrale ökonomische Konzepte (z. B. in Abschn. 9.1.6) vorzustellen.

Natürlich können nach wie vor einige Formulierungen etwas umständlich oder unverständlich sein bzw. Fehler übersehen oder (leider) hinzugekommen sein. Wir sind Ihnen, unseren Leserinnen und Lesern, daher sehr dankbar, wenn Sie uns darauf aufmerksam machen, sodass wir dieses Buch beständig weiter verbessern können, da die Spieltheorie immer weitere Anwendungsbereiche findet und mittlerweile sogar schon Eingang in die Lehrpläne der gymnasialen Oberstufe gefunden hat.

München, Deutschland

Florian Bartholomae

Karlsruhe, Deutschland

Marcus Wiens

August 2019

Inhaltsverzeichnis

Teil I Theorie	1
1 Entscheidungstheorie	3
1.1 Grundlagen der Entscheidungsfindung	3
1.2 Entscheidung unter Ungewissheit	5
1.3 Entscheidung unter Risiko: Erwartungsnutzentheorie	7
1.4 Entscheidung mit Gegenspieler: Interdependente Entscheidungssituation	18
1.5 Verständnisfragen	21
1.6 Aufgaben	22
1.6.1 Entscheidung bei Ungewissheit	22
1.6.2 Kritik an Maximin- und Maximax-Regel	22
1.6.3 Lotterie-Vergleich mithilfe des Erwartungsnutzens*	22
1.6.4 Grafische Darstellung des Erwartungsnutzens*	23
1.6.5 Arrow-Pratt-Maß*	23
1.6.6 Interdependente Entscheidung	24
1.7 Lösungen	24
1.7.1 Entscheidung bei Ungewissheit	24
1.7.2 Kritik an Maximin- und Maximax-Regel	25
1.7.3 Lotterie-Vergleich mithilfe des Erwartungsnutzens*	26
1.7.4 Grafische Darstellung des Erwartungsnutzens*	27
1.7.5 Arrow-Pratt-Maß*	33
1.7.6 Interdependente Entscheidung	33
2 Grundlegende Konzepte	35
2.1 Spiel, Spieler und Strategien	35
2.2 Auszahlungen als Zielgröße der Spieler	43
2.3 Spielstruktur und Spielregeln	49
2.4 Gleichgewicht als Lösung eines Spiels	54

2.5	Verständnisfragen	58
2.6	Aufgaben	59
2.6.1	Was ist ein Spiel?	59
2.6.2	Beschreibung konkreter Spiele	59
2.6.3	Darstellung eines Spiels	59
2.6.4	Spiel mit mehreren Spielern: Spielstruktur, Informationsstand und Common-Knowledge-Annahme	60
2.6.5	Maximin-Strategie und Nash-Gleichgewicht	60
2.6.6	Auszahlungen und Gleichgewichte in einfachen Matrixspielen (reine Strategien)	61
2.7	Lösungen	61
2.7.1	Was ist ein Spiel?	61
2.7.2	Beschreibung konkreter Spiele	61
2.7.3	Darstellung eines Spiels	63
2.7.4	Spiel mit mehreren Spielern: Spielstruktur, Informationsstand und Common-Knowledge-Annahme	63
2.7.5	Maximin-Strategie und Nash-Gleichgewicht	64
2.7.6	Auszahlungen und Gleichgewichte in einfachen Matrixspielen (reine Strategien)	66
	Literatur	66
3	Simultanspiele	67
3.1	Dominanzüberlegungen	67
3.2	Nash-Gleichgewicht	75
3.3	Gemischte Strategien	79
3.4	Effizienz, Gleichgewichtsanalyse und Konfliktstruktur in einfachen Matrixspielen	93
3.5	Spiele mit stetigen Strategien	108
3.6	Verständnisfragen	118
3.7	Aufgaben	119
3.7.1	Dominanzüberlegungen	119
3.7.2	Gemischte Strategien	120
3.7.3	Nash-Gleichgewicht in Spielen mit stetigen Strategien: Preisstrategien im Duopol	120
3.7.4	Wettbewerb zwischen vielen Unternehmen	121
3.8	Lösungen	121
3.8.1	Dominanzüberlegungen	121
3.8.2	Gemischte Strategien	123
3.8.3	Nash-Gleichgewicht in Spielen mit stetigen Strategien: Preisstrategien im Duopol	126
3.8.4	Wettbewerb zwischen vielen Unternehmen	128
	Literatur	129

4	Mehrstufige Spiele	131
4.1	Mehrstufige Spiele in diskreten Strategien	131
4.2	Rückwärtsinduktion und Teilspielperfektheit	135
4.3	Mehrstufige Spiele in stetigen Strategien	140
4.4	Verständnisfragen	145
4.5	Aufgaben	146
4.5.1	Sequenzielles Spiel: Matrix-Form versus extensive Form	146
4.5.2	Glaubwürdigkeit im sequenziellen Spiel	146
4.5.3	Teilspielperfektheit und stetige Strategien	147
4.6	Lösungen	147
4.6.1	Sequenzielles Spiel: Matrix-Form versus extensive Form	147
4.6.2	Glaubwürdigkeit im sequenziellen Spiel	150
4.6.3	Teilspielperfektheit und stetige Strategien	151
5	Wiederholte Spiele	153
5.1	Diskontfaktor	153
5.2	Wiederholte Spiele mit nicht-stationärer Struktur	156
5.3	Wiederholte Spiele mit stationärer Struktur	157
5.4	Verständnisfragen	169
5.5	Aufgaben	169
5.5.1	Unterschied sequenzielles versus wiederholtes Spiel	169
5.5.2	Perfect Tit-for-Tat	170
5.5.3	Teilspielperfektheit und wiederholte Spiele	170
5.6	Lösungen	171
5.6.1	Unterschied sequenzielles versus wiederholtes Spiel	171
5.6.2	Perfect Tit-for-tat	171
5.6.3	Teilspielperfektheit und wiederholte Spiele	172
	Literatur	173
6	Unvollständige Information	175
6.1	Bayes-Nash-Gleichgewicht	176
6.2	Bayes-Nash-Gleichgewicht in stetigen Strategien	182
6.3	Signalspiele	186
6.4	Verständnisfragen	191
6.5	Aufgaben	192
6.5.1	Information und Bayessches Gleichgewicht	192
6.5.2	Bayessches Gleichgewicht in stetigen Strategien	192
6.5.3	Signalspiele	193
6.6	Lösungen	194
6.6.1	Information und Bayessches Gleichgewicht	194

6.6.2	Bayessches Gleichgewicht in stetigen Strategien	196
6.6.3	Signalspiele	198
	Literatur	199
Teil II	Aufgaben	201
7	Methodik	203
7.1	Aufgaben	203
7.1.1	Entscheidung unter Unsicherheit (zu Abschn. 1.3)	203
7.1.2	Arrow-Pratt-Maß (zu Abschn. 1.3)	204
7.1.3	Nash-Gleichgewicht bei drei Spielern (zu Abschn. 2.4)	205
7.1.4	Iterierte Elimination strikt dominierter Strategien und Nash-Gleichgewicht (zu Abschn. 3.1)	205
7.1.5	Gemischte Strategien (zu Abschn. 3.3)	206
7.1.6	Gemischte Strategien bei drei Strategien (zu Abschn. 3.3)	206
7.1.7	Außenoption (zu Abschn. 3.1 und 3.3)	206
7.1.8	Gemischte Strategien und Dominanz (zu Abschn. 3.1 und 3.3)	207
7.1.9	Teilspielperfektheit und imperfekte Information (zu Abschn. 4.2)	207
7.1.10	Verhandlungsspiele (zu Abschn. 4.2)	207
7.1.11	Rubinstein-Verhandlungsspiel (zu Abschn. 5.2)	208
7.1.12	Signalspiel (zu Abschn. 6.3)	208
7.2	Lösungen	209
7.2.1	Entscheidung unter Unsicherheit	209
7.2.2	Arrow-Pratt-Maß	211
7.2.3	Nash-Gleichgewicht bei drei Spielern	214
7.2.4	Iterierte Elimination strikt dominierter Strategien und Nash-Gleichgewicht	215
7.2.5	Gemischte Strategien	217
7.2.6	Gemischte Strategien bei drei Strategien	219
7.2.7	Außenoption	221
7.2.8	Gemischte Strategien und Dominanz	223
7.2.9	Teilspielperfektheit und imperfekte Information	223
7.2.10	Verhandlungsspiele	225
7.2.11	Rubinstein-Verhandlungsspiel	226
7.2.12	Signalspiel	227
8	Industrieökonomische Anwendungsbeispiele	231
8.1	Aufgaben	231
8.1.1	Formatkrieg	231
8.1.2	Preis- vs. Mengenwettbewerb	232

8.1.3	Standortentscheidung (Hotelling-Problem)	233
8.1.4	Strategische Managerentlohnung	233
8.1.5	Strategische Investition	234
8.1.6	Unternehmen und Behörde	235
8.1.7	Kollusion unter vielen Unternehmen	235
8.1.8	Kartelle und abgestimmtes Verhalten bei vielen Unternehmen	236
8.1.9	Werbung	237
8.1.10	Lobbyarbeit	238
8.1.11	Holdup-Problem	238
8.1.12	Wettbewerb bei unvollständiger Information	239
8.2	Lösungen	240
8.2.1	Formatkrieg	240
8.2.2	Preis- vs. Mengenwettbewerb	244
8.2.3	Standortentscheidung (Hotelling-Problem)	250
8.2.4	Strategische Managerentlohnung	253
8.2.5	Strategische Investition	257
8.2.6	Unternehmen und Behörde	258
8.2.7	Kollusion unter vielen Unternehmen	261
8.2.8	Kartelle und abgestimmtes Verhalten bei vielen Unternehmen	263
8.2.9	Werbung	267
8.2.10	Lobbyarbeit	270
8.2.11	Holdup-Problem	273
8.2.12	Wettbewerb bei unvollständiger Information	275
9	Finanzwissenschaftliche Anwendungsbeispiele	279
9.1	Aufgaben	279
9.1.1	Öffentliches Gut	279
9.1.2	Öffentliches Gut II	280
9.1.3	Medianwähler-Theorem	280
9.1.4	Steuerhinterziehung	281
9.1.5	Politische Reformen	282
9.1.6	Öffentliche Güter und Clarke-Grove-Mechanismus	283
9.2	Lösungen	285
9.2.1	Öffentliches Gut	285
9.2.2	Öffentliches Gut II	286
9.2.3	Medianwähler-Theorem	288
9.2.4	Steuerhinterziehung	293
9.2.5	Politische Reformen	296
9.2.6	Öffentliche Güter und Clarke-Grove-Mechanismus	298

10	Militärische Anwendungsbeispiele	301
10.1	Aufgaben	301
10.1.1	Schlacht in der Bismarcksee	301
10.1.2	Terrorismusbekämpfung	302
10.1.3	Kampf im Morgengrauen	303
10.2	Lösungen	304
10.2.1	Schlacht in der Bismarcksee	304
10.2.2	Terrorismusbekämpfung	307
10.2.3	Kampf im Morgengrauen	310
11	Anwendungsbeispiele aus verschiedenen Bereichen	315
11.1	Aufgaben	315
11.1.1	Quizshow	315
11.1.2	Versicherung und Versicherungsnachfrage	315
11.1.3	Wahlkampf	316
11.1.4	Schere, Stein, Papier	317
11.1.5	Adverse Selektion und Garantie	317
11.1.6	Vickrey-Auktion (Zweitpreis-Auktion)	318
11.1.7	All-pay-Auktion	318
11.1.8	Glaubwürdigkeit der Geldpolitik	319
11.1.9	Übersee-Handel	321
11.2	Lösungen	322
11.2.1	Quizshow	322
11.2.2	Versicherung und Versicherungsnachfrage	323
11.2.3	Wahlkampf	327
11.2.4	Schere, Stein, Papier	329
11.2.5	Adverse Selektion und Garantie	330
11.2.6	Vickrey-Auktion (Zweitpreis-Auktion)	331
11.2.7	All-pay-Auktion	334
11.2.8	Glaubwürdigkeit der Geldpolitik	336
11.2.9	Übersee-Handel	339
	Wichtige Ableitungsregeln	343
	Glossar	345