

Manfred J. Holler • Gerhard Illing

# Einführung in die Spieltheorie

**Vierte, vollständig überarbeitete  
und erweiterte Auflage**

Mit 92 Abbildungen

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einführung</b>	<b>1</b>
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
<b>2. Grundkonzepte</b>	<b>30</b>
2.1 Menge der Spieler $N$	30
2.2 Strategieraum $S$	32
2.3 Erwartungsnutzenfunktion $U_j$	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

<b>3. Lösungskonzepte für nicht-kooperative Spiele in strategischer Form</b>	<b>53</b>
<b>3.1 Gleichgewicht in dominanten Strategien</b>	<b>53</b>
<b>3.2 Die Maximinlösung</b>	<b>54</b>
<b>3.3 Nash-Gleichgewicht</b>	<b>56</b>
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
<b>3.4 Bayes'sches Gleichgewicht bei unvollständiger Information</b>	<b>77</b>
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
<b>3.5 Gleichgewicht in korrelierten Strategien</b>	<b>86</b>
<b>3.6 Rationalisierbare Strategien</b>	<b>94</b>
<b>3.7 Verfeinerungen des Nash-Gleichgewichts</b>	<b>98</b>
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

<b>4.</b>	<b>Dynamische Spiele</b>	<b>107</b>
<b>4.1</b>	<b>Verfeinerungen des Nash-Gleichgewichts für Spiele in extensiver Form</b>	<b>108</b>
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
<b>4.2</b>	<b>Wiederholte Spiele</b>	<b>133</b>
4.2.1	Einführung	133
4.2.2	Trigger-Strategien	136
4.2.3	Folk-Theoreme	141
4.2.3.1	Nash-Gleichgewichte für $5=1$	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
<b>4.3</b>	<b>Das Kreps-Wilson-Reputationsspiel</b>	<b>166</b>
4.3.1	Das Handelskettenparadoxon	166
4.3.2	Reputation und unvollständige Konkurrenz	169
4.3.3	Das sequentielle Gleichgewicht	174
<b>4.4</b>	<b>Strategische Informationsvermittlung</b>	<b>175</b>
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
<b>5.</b>	<b>Individualistisch kooperative Spiele und Verhandlungsspiele</b>	<b>185</b>
<b>5.1</b>	<b>Definition und Klassifikation</b>	<b>185</b>
<b>5.2</b>	<b>Verhandlungsproblem, Lösungsproblem und Lösung</b>	<b>187</b>
<b>5.3</b>	<b>Axiomatische Verhandlungsspiele</b>	<b>190</b>
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

<b>5.4 Behavioristische Verhandlungsmodelle</b>	235
5.4.1 Grundlegende Konzepte von Verhandlungsprozessen	236
5.4.2 Das Zeuthen-Harsanyi-Spiel	237
5.4.3 Rationalisierung des Risikogrenzenvergleichs	241
<b>5.5 Strategische Verhandlungsspiele</b>	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
<b>6. Koalitionsspiele</b>	262
<b>6.1 Einige Grundkonzepte für Koalitionsspiele</b>	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
<b>6.2 Lösungskonzepte für Koalitionsspiele: Mengensätze</b>	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
<b>6.3</b>	<b>Lösungskonzepte für Koalitionsspiele: Werte</b>	<b>299</b>
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
<b>7.</b>	<b>Implementierung und Mechanismusdesign</b>	<b>333</b>
<b>7.1</b>	<b>Die Implementierung einer sozialen Entscheidungsregel</b>	<b>334</b>
<b>7.2</b>	<b>Beispiele von Implementierung</b>	<b>337</b>
7.2.1	Der Marktmechanismus	337
7.2.2	Öffentliche Güter	339

7.2.3	Verhandlungen bei externen Effekten	344
7.2.4	Abstimmungsmechanismen	348
	Literaturhinweise zu Kapitel 7	350
<b>8.</b>	<b>Evolutionäre Spiele</b>	<b>351</b>
<b>8.1</b>	<b>Grundfragen und Grundprinzipien</b>	<b>351</b>
<b>8.2</b>	<b>Das Modell evolutionärer Spiele</b>	<b>353</b>
<b>8.3</b>	<b>Analyse- und Lösungskonzepte</b>	<b>355</b>
8.3.1	Evolutionär 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 evolutionärer Spiele	373
<b>8.4</b>	<b>Zum Erklärungsbeitrag der evolutionären Spieltheorie</b>	<b>378</b>
	Literaturhinweise zu Kapitel 8	384
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>386</b>
	Sachindex	406
	Personenindex	411