2. Grundzüge der Mikroökonomik

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Spieltheorie

→ befasst sich mit **strategischen Entscheidungs-situationen**, in denen

- die Ergebnisse von den Entscheidungen mehrerer Entscheidungsträger abhängen,
- jeder sich dieser Interdependenz bewusst ist, und
- jeder Entscheidungsträger davon ausgeht, dass alle anderen Spieler um diese Interdependenz wissen.

→ **Spiel:**

Situation, in der Spieler (Teilnehmer) strategische Entscheidungen treffen

Allgemeine Volks-
wirtschaftslehre für
WiMa und andere
(AVWL I)
WS 2007/08

2.10 Einführung in die Spieltheorie

→ **Strategie:**

Regel oder Aktionsplan für ein Spiel

→ Strategische Entscheidungen führen zu einer **Auszahlung:**

Wert, der einem möglichen Ergebnis beigemessen wird

→ **Auszahlungsmatrix:**

fasst mögliche Ergebnisse eines Spiels für die verschiedenen Entscheidungsmöglichkeiten der Konkurrenten zusammen

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Beispiel:

		Spieler B	
		Links	Rechts
Spieler A	Oben	1, 2	0, 1
	Unten	2, 1	1, 0

→ **Hauptziel** der Spieltheorie:

Bestimmung der optimalen Strategie für jeden Spieler

→ **optimale Strategie:**

Die Strategie, die die erwartete Auszahlung des Spielers maximiert

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Spiele können unterschieden werden in

• **kooperative** Spiele:

Teilnehmer handeln bindende Verträge aus, auf deren Basis es ihnen möglich ist, gemeinsame Strategien zu entwickeln.

• **nichtkooperative** Spiele:

Das Aushandeln und Durchsetzen bindender Verträge ist nicht möglich.

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

- **dominante** Strategie:

  Strategie, die unabhängig von den Handlungen des Gegners, immer optimal ist

- **dominierte** Strategie:

  Strategie, die unabhängig von den Handlungen des Gegners, niemals optimal ist

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Beispiel: Werbungsspiel

		Unternehmen B	
		Werbung	keine Werbung
Unternehmen A	Werbung	10, 5	15, 0
	keine Werbung	6, 8	10, 2

→ *Werbung* ist dominante Strategie, *keine Werbung* ist dominierte Strategie für Unternehmen A

→ *Werbung* ist dominante Strategie für Unternehmen B

→ **Gleichgewicht in dominanten Strategien:**

Jeder Spieler verfolgt die dominante Strategie.

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Beispiel: Modifiziertes Werbungsspiel

		Unternehmen B	
		Werbung	keine Werbung
Unternehmen A	Werbung	10, 5	15, 0
	keine Werbung	6, 8	20, 2

→ *Werbung* ist dominante Strategie für Unternehmen B.

→ Unternehmen A hat keine dominante Strategie; optimale Strategie hängt davon ab, was Unternehmen B tut.

→ Gleichgewichtssituation tritt dann ein, wenn beide Unternehmen werben.

2.10 Einführung in die Spieltheorie

→ allgemeineres Gleichgewichtskonzept notwendig:

Nash-Gleichgewicht

Jeder Spieler verfolgt für sich die bestmögliche Strategie unter Berücksichtigung der Handlungen des Gegners.

D.h. ein Nash-Gleichgewicht liegt dann vor, wenn die Entscheidung von A für die gegebene Entscheidung von B optimal ist *und* die Entscheidung von B für die gegebene Entscheidung von A optimal ist.

→ Kein Teilnehmer hat einen Anreiz, seine Strategie zu verändern.

Beispiel: Gleichgewicht im Cournot-Modell

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Probleme:

- Spiele können mehr als ein Nash-Gleichgewicht haben.

  Beispiel: Einführung neuer Frühstücksflocken

		Unternehmen B	
		Knusprig	Süß
Unternehmen A	Knusprig	-5, -5	10, 10
	Süß	10, 10	-5, -5

Allgemeine Volks-
wirtschaftslehre für
WiMa und andere
(AVWL I)
WS 2007/08

2.10 Einführung in die Spieltheorie

- Spiele können überhaupt kein Nash-Gleichgewicht haben.

Beispiel: Münzspiel

		Spieler B	
		Kopf	Zahl
Spieler A	Kopf	1, -1	-1, 1
	Zahl	-1, 1	1, -1

Bisherige Annahme: **reine Strategien**

Jeder Spieler trifft eine ganz bestimmte Entscheidung oder nimmt eine ganz bestimmt Handlung vor und bleibt auch dabei.

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Weitere Möglichkeit: **gemischte Strategien**

Jeder Spieler trifft eine *zufällige* Entscheidung zwischen zwei oder mehr Handlungsmöglichkeiten, ausgehend von einer Menge ausgewählter Wahrscheinlichkeiten.

Beispiel: Münzspiel
Jeder Spieler spielt mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 v.H. Kopf oder Zahl.

→ Bei gemischten Strategien existiert immer mindestens ein Nash-Gleichgewicht.

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Praktisches Beispiel: Bayern München gegen VfB Stuttgart

		Kahn	
		links	rechts
Hitzlsperger	links	0,7; 0,3	0,8; 0,2
	rechts	0,9; 0,1	0,5; 0,5

→ kein Nash-Gleichgewicht in reinen Strategien

→ gemischte Strategien:

Annahme: Hitzlsperger schießt mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 v.H. in die linke bzw. rechte Ecke

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Erwartete Erfolgsquote für Kahn:

Kahn wirft sich in die rechte Ecke: $0{,}5 \cdot 0{,}2 + 0{,}5 \cdot 0{,}5 = 0{,}35$

Kahn wirft sich in die linke Ecke: $0{,}5 \cdot 0{,}3 + 0{,}5 \cdot 0{,}1 = 0{,}2$

→ Kahn wirft sich mit Sicherheit in die rechte Ecke!

Hitzlsperger ist spieltheoretisch fit (dank seiner guten Mikro-Ausbildung). Er rechnet sich aus, dass Kahn in die rechte Ecke springt. Seine erwartete Auszahlung ist dann:

$0{,}5 \cdot 0{,}8 + 0{,}5 \cdot 0{,}5 = 0{,}65$

→ schlechter als die reine Strategie „links schießen"!

→ Hitzlspergers gemischte Strategie ist kein Nash-Gleichgewicht!

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

Allgemeine Volks-
wirtschaftslehre für
WiMa und andere
(AVWL I)
WS 2007/08

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Wie bestimmen sich die Wahrscheinlichkeiten, für die ein Nash-Gleichgewicht resultiert?

→ Hitzlsperger mischt sein Strategie nur dann, wenn seine erwartete Erfolgsquote bei beiden Strategien gleich hoch ist:

Hitzlsperger schießt nach links:
$E_L^H(p^K) = p^K \cdot 0{,}7 + (1 - p^K) \cdot 0{,}8$

wobei p^K: Wahrscheinlichkeit, dass Kahn in die linke Ecke springt

Hitzlsperger schießt nach rechts:
$E_R^H(p^K) = p^K \cdot 0{,}9 + (1 - p^K) \cdot 0{,}5$

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

→ Hitzlspergers erwartete Erfolgsquote soll für beide Strategien gleich sein:

$$E_L^H(p^K) = E_R^H(p^K)$$

$$p^K \cdot 0{,}7 + (1 - p^K) \cdot 0{,}8 = p^K \cdot 0{,}9 + (1 - p^K) \cdot 0{,}5$$

$$0{,}8 - 0{,}1p^K = 0{,}5 + 0{,}4p^K$$

$$\rightarrow p^K = 0{,}6$$

→ Kahn wird mit 60 v.H. nach links und mit 40 v.H. nach rechts springen.

→ erwartete Erfolgsquote für Hitzlsperger:
$0{,}6 \cdot 0{,}7 + 0{,}4 \cdot 0{,}8 = 0{,}74$

UNIVERSITÄT ULM · SCIENDO · DOCENDO · CURANDO ·

2.10 Einführung in die Spieltheorie

→ identische Überlegungen für Kahn:

Kahn springt in die linke Ecke:
$E_L^K(p^H) = p^H \cdot 0{,}3 + (1 - p^H) \cdot 0{,}1$

wobei p^H: Wahrscheinlichkeit, dass Hitzlsperger links schießt

Kahn springt in die rechte Ecke:
$E_R^K(p^H) = p^H \cdot 0{,}2 + (1 - p^H) \cdot 0{,}5$

Gleichsetzen und Auflösen führt zu:
$p^H = 0{,}8$

→ Hitzlsperger wird mit 80 v.H. nach links und mit 20 v.H. nach rechts schießen.

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

→ erwartete Erfolgsquote für Kahn:
$0{,}8 \cdot 0{,}3 + 0{,}2 \cdot 0{,}1 = 0{,}26$

→ **Nullsummenspiel:**
Erwartete Erfolgsquoten von Kahn und Hitzlsperger addieren sich zu 1.

→ Im Nash-Gleichgewicht mit gemischten Strategien schießt Hitzlsperger mit einer Wahrscheinlichkeit von 80 v.H. nach links, und Kahn springt mit einer Wahrscheinlichkeit von 60 v.H. in die linke Ecke.

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

Allgemeine Volks-
wirtschaftslehre für
WiMa und andere
(AVWL I)
WS 2007/08

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Weiteres Beispiel: Kampf der Geschlechter

		Frau	
		Fußball	Konzert
Mann	Fußball	2, 1	0, 0
	Konzert	0, 0	1, 2

→ zwei Nash-Gleichgewichte in reinen Strategien:
(Fußball, Fußball), (Konzert, Konzert)

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

→ gemischte Strategien:

Erwartete Auszahlung für den Mann:

Mann entscheidet sich für Fußball:
$E_F^M(p^F) = p^F \cdot 2 + (1 - p^F) \cdot 0 = 2\,p^F$

wobei p^F: Wahrscheinlichkeit, dass die Frau Fußball wählt

Mann entscheidet sich für Konzert:
$E_K^M(p^F) = p^F \cdot 0 + (1 - p^F) \cdot 1 = 1 - p^F$

Gleichsetzen und Auflösen ergibt:
$p^F = 1/3$

→ Die Frau wählt mit einer Wahrscheinlichkeit von 1/3 Fußball und mit einer Wahrscheinlichkeit von 2/3 das Konzert.

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Analoges Vorgehen für die Frau:

→ $p^M = 2/3$

→ Der Mann wählt mit einer Wahrscheinlichkeit von 2/3 Fußball und mit einer Wahrscheinlichkeit von 1/3 das Konzert.

Erwartete Auszahlung für beide: jeweils 2/3

Werden die beiden die gemischten Strategien einsetzen?

→ Wahrscheinlich nicht!

→ Wenn sich beide einigen, erreicht jeder zumindest eine Auszahlung von 1.

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Gefangenendilemma

- Zwei Personen werden verdächtigt, gemeinsam eine Straftat begangen zu haben.
- Die Verdächtigen werden in getrennten Räumen verhört; sie haben nach der Festnahme keinerlei Möglichkeit, miteinander Kontakt aufzunehmen und sich abzusprechen.

Auszahlungsmatrix für das Gefangenendilemma:

		Gefangener B	
		Gesteht	Gesteht nicht
Gefangener A	Gesteht	-5, -5	-1, -10
	Gesteht nicht	-10, -1	-2, -2

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Was werden die beiden Gefangenen tun?

• *Gestehen* ist dominante Strategie für Gefangenen A.

• *Gestehen* ist dominante Strategie für Gefangenen B.

→ *Gestehen* ist Nash-Gleichgewicht und Gleichgewicht in dominanten Strategien.

Aber:

Für beide Gefangenen wäre es besser, nicht zu gestehen!

Problem:
Die Gefangenen haben keine Möglichkeit, ihre Handlungen zu koordinieren, und stellen sich deshalb schlechter.

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Wiederholte Spiele

→ Spiel, bei dem **immer wieder** Handlungen vorgenommen und Auszahlungen erzielt werden

→ Angewandte Strategien werden komplexer.

Beispiel: Preisbildungsproblem

		Unternehmen 2 Geringer Preis	**Unternehmen 2** Hoher Preis
Unternehmen 1	Geringer Preis	10, 10	100, -50
Unternehmen 1	Hoher Preis	-50, 100	50, 50

→ Eigeninteresse kann Kooperation behindern.

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Wie verändert eine Wiederholung das Ergebnis des Spiels?

„Tit-for-Tat"-Strategie („Auge um Auge, Zahn um Zahn")

→ Strategie, bei der ein Spieler auf die Aktionen des Gegners reagiert, indem er mit kooperativen Gegnern zusammenarbeitet und unkooperative Gegner angreift:

Der hohe Preis wird so lange gehalten, wie der Konkurrent „kooperiert" und auch einen hohen Preis verlangt.

Sobald der Konkurrent den Preis senkt, zieht das andere Unternehmen nach und verringert ebenfalls seinen Preis.

Erhöht der Konkurrent seinen Preis wieder, wird das andere Unternehmen seinen Preis auch erhöhen.

2.10 Einführung in die Spieltheorie

→ Bei **unendlich oft wiederholten Spielen** ist Kooperation rationale Strategie:

Unterbietet ein Unternehmen das andere, so kann ersteres kurzfristig einen hohen Gewinn erzielen.

In der nächsten Runde wird das zweite Unternehmen seinen Preis auch senken, so dass der Gewinn sinken und weiterhin niedrig bleiben wird.

→ Kumulativer Gewinnverlust überwiegt jeden kurzfristigen Gewinn.

→ Es ist nicht rational zu unterbieten.

→ Erwarteter Gewinn aufgrund Kooperation überwiegt den Gewinn aufgrund des unterbotenen Preises.

2.10 Einführung in die Spieltheorie

→ Bei **endlicher Anzahl von Wiederholungen** ist das einzige rationale Ergebnis für beide Unternehmen, in jeder Runde einen niedrigen Preis zu verlangen.

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Allgemeine Volks-
wirtschaftslehre für
WiMa und andere
(AVWL I)
WS 2007/08

Sequenzielle Spiele

→ Spiel, bei dem die Spieler jeweils abwechselnd handeln und dabei auf die Handlungen und Reaktionen der Mitspieler reagieren

→ Beispiel: Stackelberg-Modell

→ Hier kommt es darauf an, mögliche Handlungen und rationale Reaktionen jedes Spielers zu durchdenken.

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Beispiel: Einführung neuer Frühstücksflocken (modifiziert)

		Unternehmen B	
		Knusprig	Süß
Unternehmen A	Knusprig	-5, -5	10, 20
	Süß	20, 10	-5, -5

Annahme: Unternehmen 1 führt Frühstücksflocken zuerst ein

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

→ extensive Form eines Spiels:

Darstellung möglicher Handlungen in einem Spiel in Form eines Entscheidungsbaums

Unt. 1
- Knusprig — Unt. 2
  - Knusprig — -5, -5
  - Süß — 10, 20
- Süß — Unt. 2
  - Knusprig — 20, 10
  - Süß — -5, -5

Allgemeine Volkswirtschaftslehre für WiMa und andere (AVWL I)
WS 2007/08

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

→ Unternehmen 1 schafft durch seine Wahl der Frühstücksflocken (süß) eine feststehende Tatsache.

→ Unternehmen 2 hat dadurch im Grunde nur noch eine einzige Wahlmöglichkeit: knusprig.

→ „first-mover-advantage“: Derjenige, der zuerst handelt, hat einen Vorteil.

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-
Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Welche Entscheidungen kann ein Unternehmen treffen, um sich auf dem Markt einen Vorteil zu verschaffen?

→ Durchführung einer **strategischen Handlung:**

Handlung, die einem Spieler einen Vorteil verschafft, indem sie sein Verhalten einschränkt

→ eindeutige Festlegung einer Handlung

In unserem Beispiel:
Unternehmen 1 muss sich auf die Produktion von süßen Frühstücksflocken festlegen, z.B. durch entsprechende Werbekampagnen.

→ Drohung muss glaubhaft sein.

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Beispiel für eine leere Drohung:
Preisbildung bei Computern

		Unternehmen 2: Hoher Preis	Unternehmen 2: Niedriger Preis
Unternehmen 1	Hoher Preis	100, 80	80, 100
	Niedriger Preis	20, 0	10, 20

Androhung eines niedrigen Preises durch Unternehmen 1, falls Unternehmen 2 einen niedrigen Preis berechnet:

→ führt nicht zu Erhöhung des Preises von Unternehmen 2

→ Unternehmen 1 schneidet immer viel schlechter ab, wenn es niedrigen Preis verlangt,

→ Drohung ist unglaubwürdig!

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Eintrittsabschreckung

Wie kann ein etabliertes Unternehmen einen potenziellen neuen Konkurrenten davon überzeugen, dass ein Markteintritt unrentabel wäre?

Beispiel:
Markteintrittsmöglichkeiten in einen Markt mit etabliertem Monopol

- unwiederbringliche Kosten für Eintrittskandidaten von 80 Mio. € zum Bau einer Betriebsstätte
- unwiederbringliche Kosten für Monopolisten von 50 Mio. € zur Erweiterung der Kapazitäten

2.10 Einführung in die Spieltheorie

		Potenzieller Eintrittskandidat: Markt-eintritt	Potenzieller Eintrittskandidat: Kein Markt-eintritt
Etabliertes Unternehmen	Hoher Preis (Anpassung)	100, 20	200, 0
	Niedriger Preis (Preiskrieg)	70, -10	130, 0

→ Glaubt der Eintrittskandidat, dass sich der Monopolist nach dem Markteintritt anpassen wird, ist der Markteintritt profitabel.

→ Androhung eines Preiskrieges durch Monopolisten ist unglaubwürdig, da es in seinem eigenen Interesse ist, sich nach erfolgtem Markteintritt anzupassen.

Allgemeine Volks-wirtschaftslehre für WiMa und andere (AVWL I)
WS 2007/08

2.10 Einführung in die Spieltheorie

Was passiert, wenn der Monopolist jetzt seine Kapazitäten ausweitet, um später einen Preiskrieg führen zu können?

Modifizierte Auszahlungsmatrix:

		Potenzieller Eintrittskandidat	
		Markt-eintritt	Kein Markt-eintritt
Etabliertes Unternehmen	Hoher Preis (Anpassung)	50, 20	150, 0
	Niedriger Preis (Preiskrieg)	70, -10	130, 0

→ Androhung eines Preiskrieges durch Monopolisten ist nun vollkommen glaubwürdig.

Prof. Dr. Sabine Jokisch
Institut für Wirtschafts-Wissenschaften,
Universität Ulm

2.10 Einführung in die Spieltheorie

→ Konkurrent weiß, dass sein Markteintritt einen Preiskampf auslöst, und verzichtet deshalb auf den Markteintritt.

→ Monopolist kann nach erfolgreicher Marktabschreckung weiter einen hohen Preis ansetzen.

→ Monopolist wird seine Zusatzkapazitäten niemals einsetzen müssen.