Serviceteil

J. Weimann und J. Brosig-Koch, *Einführung in die experimentelle Wirtschaftsforschung*,
https://doi.org/10.1007/978-3-642-32765-0

Anhang A

A.1. Grundlegende spieltheoretische Begriffe

A.1.1 Gegenstand der Spieltheorie

Die Spieltheorie befasst sich mit der Analyse strategischer Interaktionen. Eine solche liegt vor, wenn Akteure sich durch ihre Entscheidungen wechselseitig in dem Nutzen beeinflussen, den sie in einer Entscheidungssituation erfahren können. Betrachten wir beispielhaft eine strategische Interaktion zwischen zwei Spielern A und B. Beide haben eine vorgegebene Anzahl möglicher Aktionen, die sie in einer bestimmten Situation ausführen können. Beide Spieler wollen durch die Wahl ihrer Aktion einen möglichst hohen Nutzen für sich realisieren, aber die Frage, welche Aktion die beste für Spieler A ist, hängt davon ab, welche Aktion Spieler B durchführt, und die beste Aktion für Spieler B hängt davon ab, was A tut. In dieser wechselseitigen Abhängigkeit besteht die strategische Interaktion. Beispielsweise könnten A und B Unternehmen sein, die auf dem gleichen Markt agieren. Die Frage, welchen Preis A wählen soll, um seinen Gewinn zu maximieren, hängt davon ab, welchen Preis B wählt. Genauso hängt die Wahl des gewinnmaximalen Preises von B davon ab, welchen Preis A setzt.

Die Spieltheorie analysiert solche strategischen Interaktionen aus der Perspektive einer normativen Theorie, d. h. sie fragt nicht danach, wie sich reale Personen wohl in einer strategischen Interaktion verhalten werden, sondern sie setzt voraus, dass die Spieler strikt rational i. S. d. Erwartungsnutzentheorie entscheiden. Die Spieltheorie beschreibt, welche Gleichgewichte (siehe ► Abschn. A.1.3) sich unter dieser Voraussetzung einstellen. Die Verhaltensannahmen, die die Spieltheorie trifft, sind sehr umfassend. So setzt sie nicht nur voraus, dass Spieler stets die Aktion wählen, die ihnen die höchste Auszahlung (gemessen als Nutzen) gewährt. Sie unterstellt auch, dass sich Spieler dabei strategisch verhalten. Das bedeutet, dass sie sich der strategischen Interaktion vollständig bewusst sind und die strikt rationalen Überlegungen der anderen Spieler ihrerseits voll rational berücksichtigen. Dazu ist es notwendig zu unterstellen, dass die Rationalität der Spieler gemeinsames Wissen (englisch „Common Knowledge“) ist. Das bedeutet, dass allen Spielern bekannt ist, dass alle Spieler sich rational und strategisch verhalten, und allen ist bekannt, dass dies allen bekannt ist, und allen ist bekannt, dass allen bekannt ist, dass dies allen bekannt ist usw.

Die formale Analyse strategischer Interaktionen wird dadurch möglich, dass sie als „Spiel“ abgebildet werden (siehe ► Abschn. A.1.2). Die Beschreibung dieses Spiel formalisiert die Interaktion in einer Weise, die sie einer analytischen Behandlung zugänglich macht. Die Identifikation eines Gleichgewichts in einem solchermaßen beschriebenen Spiel liefert eine Prognose darüber, wie sich die einzelnen Spieler verhalten werden, wenn sie den Verhaltensannahmen der Theorie entsprechen.

Innerhalb der experimentellen Wirtschaftsforschung werden überwiegend strategische Interaktionen betrachtet, die relativ einfach strukturiert sind (dies ist wichtig, um sicherzustellen, dass das Verhalten der Versuchspersonen nicht durch grundlegende Verständnisprobleme verzerrt wird), so dass sich die Theorie hier besonders einfach testen lässt. In der theoretischen Forschung werden dagegen auch sehr komplexe Spiele betrachtet. Komplexität entsteht beispielsweise dadurch, dass man gemischte Strategien der Spieler zulässt. Das bedeutet, dass Spieler nicht darüber entscheiden, welche Aktion sie wählen, sondern lediglich die Wahrscheinlichkeit festlegen, mit der sie die verschiedenen möglichen Aktionen wählen. Spiele können statisch sein (alle Spieler entscheiden simultan i.S.v. kein Spieler weiß, welche Strategien die anderen Spieler gewählt haben, wenn er oder sie selbst am Zug ist) oder dynamisch (Spieler entscheiden sequentiell). Wenn wenigstens ein Spieler nicht genau über die Präferenzen eines anderen Spielers bezüglich der möglichen Spielausgänge informiert ist, kann dies ebenfalls dazu führen, dass strategische Situationen komplex werden. Man bezeichnet diese Art von Spielen als Spiele mit unvollständiger Information. Solche Spiele können unter bestimmten Voraussetzungen in Spiele mit imperfekter Information überführt werden, das heißt Spiele, in denen nicht alle Züge der Spieler beobachtbar sind. Der Vorteil der Überführung besteht darin, dass für Spiele mit imperfekter Information Lösungskonzepte existieren, die eine Prognose des Verhaltens erlauben.

A.1.2 Die Beschreibung eines Spiels

In gewisser Weise ähnelt die Beschreibung eines Spiels den Beschreibungen, die man bei Gesellschaftsspielen findet. Als erstes wird angegeben, wer Spieler ist, d. h. wer im Laufe des Spiels Entscheidungen treffen kann (nur das sind Spieler). Grundsätzlich ist die Zahl der Spieler nicht beschränkt, wenn man davon absieht, dass es mindestens zwei sein müssen, weil andernfalls keine strategische Interaktion entstehen kann. Um die Darstellung zu vereinfachen, führen wir zunächst eine Notation ein.

Wir nummerieren die Spieler mit $i = 1, 2, \ldots, n$. Für jeden der Spieler wird der sogenannte Strategienraum S_i definiert. Dabei handelt es sich um die Menge der möglichen Strategien s_i, die dem Spieler i insgesamt zur Verfügung stehen, d. h. aus denen er wählen kann. Der Strategienraum eines Spielers definiert damit die Handlungsoptionen, die dem Spieler zur Verfügung stehen. Diese sind fest vorgegeben, der Spieler kann sie nicht verändern und neue Strategien kreieren. Ein Strategienprofil $s = (s_1, s_2, \ldots, s_n)$ enthält eine Kombination von n Strategien der n Spieler. Mit $s_{-i} = (s_1, \ldots, s_{i-1}, s_{i+1}, \ldots, s_n)$ bezeichnet man ein Strategienprofil, das aus der Sicht des Spielers i die Strategien der $n-1$ anderen Spieler enthält. $S = S_1 \times S_2 \times \ldots \times S_{n-1} \times S_n$ bezeichnet alle möglichen Strategiekombinationen, die in dem Spiel möglich sind. Auf diese Menge der möglichen Spielausgänge ist die Auszahlungsfunktion definiert, denn sie ordnet jedem Element von S eine reelle Zahl zu: u_i: $S \to \Re$, $i \in \{1, \ldots, n\}$. Bei dieser Funktion handelt es sich einfach um eine Bewertung jedes einzelnen Spielausgangs durch jeden Spieler. Die Auszahlungsfunktion ist also nichts anderes als eine Abbildung der Präferenzen, die die Spieler über die möglichen Spielausgänge besitzen.

Zu der Beschreibung eines Spiels gehört neben der Angabe der Spieler, ihrer Strategiemengen und Auszahlungsfunktionen auch die Information darüber, welcher Spieler wann eine Entscheidung treffen kann und über welche Information er zum Zeitpunkt dieser Entscheidung verfügt. Bei statischen Spielen entscheiden alle Spieler simultan und kennen deshalb zum Zeitpunkt der Entscheidung auch nicht die Strategien, die die anderen Spieler gewählt haben. Bei einem dynamischen Spiel entscheiden die Spieler nacheinander (ähnlich wie beim Schach). Bei Spielen mit perfekter Information können die Spieler die Züge beobachten, die die Spieler durchführen, die vor ihnen ziehen. Aber diese Beobachtbarkeit kann eingeschränkt sein, d. h. es kann sein, dass bestimmte Züge nicht beobachtet werden können. In dem Fall handelt es sich um Spiele mit imperfekter Information.

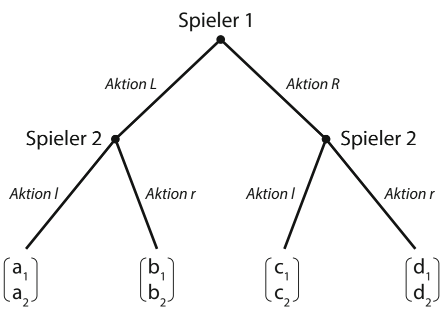
Statische Spiele werden durch ihre sogenannte Normalform notiert. Diese enthält die Strategienräume und die Auszahlungsfunktionen aller Spieler. Bei zwei Spielern und einer diskreten Zahl von Strategien kann dies in Form einer Matrix erfolgen. ◘ Tab. A.1 zeigt die Normalform eines 2×2 Spiels, d. h. für zwei Spieler (A, B), die jeweils zwei Strategien zur Verfügung haben: (a_1, a_2) für Spieler A und (b_1, b_2) für Spieler B.

Die Werte in den Tabellenfeldern geben die Auszahlungen an die beiden Spieler bei der entsprechenden Strategiekombination an. π_{B11}

Tab. A.1 Normalform eines 2 × 2 Spiels

Spieler B ↓	**Spieler A →**	a_1	a_2
b_1		π_{B11}, π_{A11}	π_{B12}, π_{A12}
b_2		π_{B21}, π_{A21}	π_{B22}, π_{A22}

Abb. A.1 Extensive Form eines 2 × 2 Spiels



bezeichnet zum Beispiel die Auszahlung an den Spieler B bei der Strategiekombination (a_1, b_1).

Bei einem dynamischen Spiel erfolgt die Angabe mit der sogenannten extensiven Form. Dabei handelt es sich um einen Spielbaum, dessen Knoten die Punkte bezeichnet, an denen ein Spieler eine Entscheidung treffen kann, und dessen Äste die Aktionen bezeichnen, die an einem Knoten zur Wahl stehen. An den Endknoten stehen die Auszahlungen, die realisiert werden, wenn der entsprechende Endknoten im Spiel erreicht wird. Abb. A.1 zeigt einen Spielbaum für den Fall eines dynamischen Spiels zweier Spieler, die an jedem Knoten zwei Aktionen wählen können.

Eine Strategie in einem dynamischen Spiel sagt dem Spieler, welche Aktion er an welchem Knoten wählen soll. Dabei werden alle möglichen Knoten erfasst, so dass eine Strategie ein vollständiger Plan ist, der den Spieler anweist, was zu tun ist, gleichgültig an welche Stelle des Spiels er gelangt. Da der Spieler 2 in dem Beispiel zwei Knoten hat, an denen er jeweils zwischen zwei Aktionen zu entscheiden hat, stehen ihm insgesamt $2^2 = 4$ Strategien zur Verfügung.

A.1.3 Das Nash-Gleichgewicht

Wie kommt man von der reinen Beschreibung eines Spiels zu einer Lösung bzw. zu einer Analyse der strategischen Interaktion? Die Grundidee besteht darin, dass nach Situationen – besser gesagt nach Strategiekombinationen – gesucht wird, die ein Gleichgewicht in dem Sinne darstellen, dass keiner der Spieler mehr einen Anlass hat, sein Verhalten zu ändern, wenn er sich in diesem Gleichgewicht befindet. Das wichtigste Gleichgewichtskonzept, das dabei zur Anwendung kommt, ist das des Nash-Gleichgewichts, das auf John Nash (1950) zurückgeht. Der Originalartikel, in dem das Gleichgewichtskonzept vorgestellt und das Nash-Theorem bewiesen wird, umfasst nur eine Seite, aber er hat die Wirtschaftstheorie revolutioniert und John Nash den Nobelpreis eingebracht.

Um das Nash-Gleichgewicht zu erläutern, empfiehlt es sich zunächst zu erklären, was eine „beste Antwort“ ist. In einem Zwei-Personen-Spiel versteht man darunter eine Strategie, die bei gegebener Strategie des anderen Spielers die eigene Auszahlung maximiert. Bei mehr als zwei Spielern gilt die Definition analog, nur dass hier die Strategien aller anderen Spieler als gegeben angesehen werden. Ein Nash-Gleichgewicht ist nichts anderes als eine Strategiekombination, für die gilt, dass jede darin enthaltene Strategie gleichzeitig beste Antwort auf die anderen in der Kombination enthaltenen Strategien ist. Ein Nash-Gleichgewicht besteht deshalb aus wechselseitig besten Antworten aller beteiligten Spieler. Die große Bedeutung dieses Gleichgewichtskonzepts ist dadurch zu erklären, dass John Nash bewiesen hat, dass jedes Spiel mit einer endlichen Zahl von Spielern und einer endlichen Zahl von Strategien je Spieler mindestens ein solches Gleichgewicht besitzt. Damit ist klar, dass es für einen Großteil der strategischen Interaktionen auch eine Lösung in Form eines Nash-Gleichgewichts gibt. Für Theoretiker ist dies eine äußerst vorteilhafte Situation. Wenn sie sich an die Analyse eines solchen Spiels begeben, können sie sicher sein, dass es eine Lösung gibt – man muss sie nur noch finden. Allerdings liefert das Nash-Gleichgewicht nicht immer plausible Prognosen, so dass mit der Zeit weitere Lösungskonzepte entwickelt wurden. Eines davon schauen wir uns im nächsten Abschnitt an.

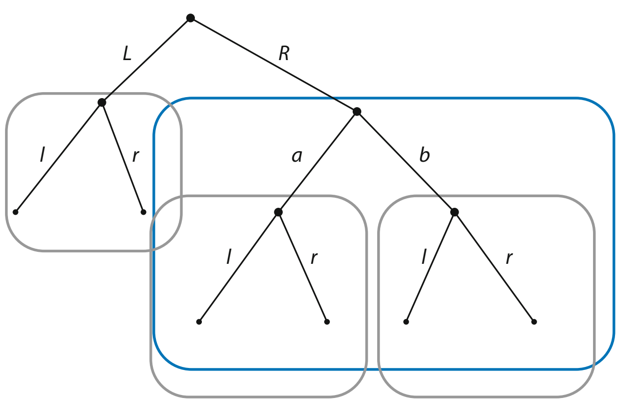
Der Beweis von Nash sagt nicht, dass es für jedes Spiel genau ein Gleichgewicht gibt, sondern dass es mindestens ein Gleichgewicht gibt. Das schließt ein, dass es mehrere geben kann. Wenn das der Fall ist, dann stellt sich die Frage, welches der Gleichgewichte am Ende realisiert wird bzw. worin die Prognose der Spieltheorie besteht. Dieses Problem der Gleichgewichtsauswahl hat die Spieltheoretiker lange beschäftigt, ohne dass eine allgemeine Lösung erreicht worden wäre. Häufig kann man einzelne Gleichgewichte nicht als „besonders" hervorheben, sondern muss sich damit zufriedengeben, dass es eben mehrere Gleichgewichte gibt. Der Beweis von Nash setzt zudem voraus, dass auch gemischte Strategien zugelassen sind, also Wahrscheinlichkeitsverteilungen über den Strategienraum des Spielers. Ein schönes Beispiel dafür ist der Elfmeter beim Fußball. Kein Schütze wählt eine reine Strategie (z. B. „schieße immer nach rechts"). Die Schützen mischen. Mal wählen sie die linke, mal die rechte Ecke.

A.1.4 Extensive Form und Teilspielperfektheit

So wie in statischen Spielen existieren auch in dynamischen Spielen Nash-Gleichgewichte. Das Problem ist, dass es hier zu viele davon gibt. Es kann sein, dass eine Strategiekombination ein Nash-Gleichgewicht bildet, das gewissermaßen „unterwegs", also auf dem Weg durch den Spielbaum, vorsieht, dass einer der Spieler nicht seine beste Antwort spielt. Ein solches Gleichgewicht ist wenig plausibel.

Um die nicht-plausiblen Nash-Gleichgewichte aussortieren zu können, müssen wir zunächst den Begriff des Teilspiels einführen. In einem Spielbaum besteht ein Teilspiel aus einem Knoten und allen seinen Nachfolgern. ◘ Abb. A.2 zeigt eine vereinfachte extensive Form,[1] die über insgesamt vier Teilspiele (ohne das Gesamtspiel) verfügt.

Mit der Kenntnis darüber, was ein Teilspiel ist, können wir nun das „teilspielperfekte Gleichgewicht" einführen, das auf Reinhard Selten (1965) zurückgeht und das seinem Entdecker ebenfalls den Nobelpreis eingebracht hat. Ein teilspielperfektes Gleichgewicht ist eines, für das gilt, dass es in allen Teilspielen ein Nash-Gleichgewicht ist und im Gesamtspiel ebenfalls. Damit sind Strategien, die nicht



◘ **Abb. A.2** Teilspiele in einer extensiven Form

[1] Die Auszahlungen und die Bezeichnung der Spieler an den Knoten sind der Einfachheit halber weggelassen.

beste Antworten enthalten, keine Kandidaten mehr für ein teilspielperfektes Gleichgewicht und das oben geschilderte Problem ist gelöst.

Um teilspielperfekte Gleichgewichte zu bestimmen, wendet man das Prinzip der Rückwärtsinduktion an. Dazu identifiziert man zunächst für alle Teilspiele am Ende des Spielbaums die Nash-Gleichgewichte. Danach ersetzt man das Endteilspiel durch die Auszahlungen, die in diesem Gleichgewicht resultieren (liegen mehrere Gleichgewichte vor, muss man eines der Gleichgewichte auswählen). Danach wiederholt man beide Schritte für das auf diese Weise reduzierte Spiel. Das Verfahren wird dann solange fortgesetzt, bis man alle Züge im gesamten Spiel bestimmt und damit das teilspielperfekte Nash-Gleichgewicht gefunden hat. Das Verfahren muss für jedes der Nash-Gleichgewichte wiederholt werden, die in dessen Verlauf identifiziert werden.[2]

Die bisherigen Ausführungen fokussieren auf Spiele mit vollständiger Information. Es soll nicht verschwiegen werden, dass es auch spezifische Lösungskonzepte für Spiele mit unvollständiger Information gibt, sogenannte Bayesianische Gleichgewichte. Für diesbezügliche Ausführungen seien interessierte Leser auf einschlägige Lehrbücher für Spieltheorie verwiesen. Die zuvor dargestellten Lösungskonzepte sollten ausreichen, um die wesentlichen strategischen Anreize in den hier beschriebenen experimentellen Studien zu verstehen.

[2] Brosig-Koch et al. (2015) untersuchen, inwiefern diese Fähigkeit in verschiedenen Altersgruppen ausgeprägt ist. Sie finden, dass es Menschen grundsätzlich schwer fällt, das Prinzip der Rückwärtsinduktion anzuwenden. Allerdings reduzieren sich diese Schwierigkeiten mit dem Alter. Auch sind Teams besser in der Lage rückwärts zu induzieren als einzelne Entscheider (Brosig-Koch et al. 2014).

Anhang B

B.1. Wichtige Experimente

In diesem Anhang werden wichtige Experimenttypen der experimentellen Wirtschaftsforschung vorgestellt. Die Darstellung beschränkt sich auch hier auf das Wesentliche und ist dafür gedacht, Lesern, die mit den entsprechenden Anordnungen nicht vertraut sind, einen Einblick zu geben. Es wird jeweils das grundlegende Design des Experiments vorgestellt, ohne dass auf die vielen Varianten, die es zu diesen Basisanordnungen gibt, eingegangen werden kann. Außerdem werden wir kurz den ökonomischen Hintergrund der Experimente erläutern und die aus unserer Sicht wichtigsten Befunde nennen.

B.1.1 Gefangenendilemmaspielexperiment und öffentliches-Gut-Experiment

Das Gefangenendilemma ist ein Spiel, mit dem sich ein grundlegender und in der Ökonomik sehr wichtiger Konflikt zwischen individueller und kollektiver Rationalität abbilden lässt. Man könnte auch sagen, dass mit dem Gefangenendilemma eine Art „Kooperationsparadoxon" abgebildet wird, das man wie folgt zusammenfassen kann: Gerade dadurch, dass die Spieler vollständig rational (also ohne einen Fehler zu begehen) das Ziel verfolgen, ihre eigene Auszahlung zu maximieren, geraten sie in ein Gleichgewicht, zu dem es eine Alternative gibt, bei der alle Spieler eine höhere Auszahlung erreichen könnten, wenn sie auf die rationale Verfolgung ihres Eigeninteresses verzichtet hätten.

Bei dem in ◘ Tab. B.1 dargestellten Gefangenendilemmaspiel handelt es sich um ein Zwei-Personen-Spiel, in dem beide Spieler zwei Strategien haben und simultan zwischen diesen auswählen. Diese seien mit D (für Defektion) und K (für Kooperation) bezeichnet.

Beide Spieler verfügen über eine dominante Strategie. Gleichgültig, ob der andere Spieler K oder D wählt, es ist immer beste Antwort selbst D zu wählen. Damit ist das Nash-Gleichgewicht dieses Spiels (D_A, D_B) und beide Spieler realisieren eine Auszahlung von 3. Die kooperative Lösung (K_a, K_B) würde ihnen eine Auszahlung verschaffen, die doppelt so hoch ist, aber die ist unter den Regeln des Spiels für rationale und strikt eigennützige Spieler nicht erreichbar, weil K niemals beste Antwort ist. Kooperation könnte beide Spieler besserstellen, aber gerade diese Kooperation ist aus der Sicht des einzelnen auszahlungsmaximierenden Spielers nicht rational.

In ein solches Kooperationsparadoxon können auch größere Gruppen mit n Spielern geraten. Das öffentliches-Gut-Spiel wird in der experimentellen Wirtschaftsforschung benutzt, um das Phänomen öffentlicher Güter abzubilden. Das Standardverfahren besteht dabei darin, den sogenannten „Voluntary Contribution Mechanism" (VCM) anzuwenden, der auf Isaac & Walker (1988) zurückgeht. In dem VCM-Spiel verfügt jeder Spieler über eine Anfangsausstattung in Höhe von z_i. Es stehen zwei Anlageformen zu Verfügung, in die beliebige Anteile von z_i investiert werden können. Eine private Anlage, die pro investierter Einheit p an den Spieler auszahlt, der investiert hat, und eine öffentliche Anlage, bei der jeder Spieler eine Auszahlung in Höhe von a/n

◘ **Tab. B.1** Normalform eines Gefangenendilemmaspiels (die erste Zahl gibt die Auszahlung des Spielers A, die zweite Zahl die des Spielers B an)

Spieler A ↓	**Spieler B→**	K_B	D_B
K_A		6, 6	1, 7
D_A		7, 1	3, 3

multipliziert mit der Summe der investierten Beiträge erhält. Der Parameter a beschreibt die marginale Produktivität des öffentlichen Gutes. Bezeichnen wir mit b_i die Investition des i-ten Spielers in die öffentliche Anlage, dann sieht die Auszahlungsfunktion dieses Spiels wie folgt aus:

$$\pi_i = (z_i - b_i)\, p + \frac{a}{n} \sum_{i=1}^{n} b_i$$
$$\text{mit} \quad a > p > \frac{a}{n}.$$

Gegeben diese Parameter ist es im simultanen öffentliches-Gut-Spiel für rationale und strikt eigennützige Spieler dominante Strategie, keine Investition in das öffentliche Gut zu leisten. Wählen die Spieler ihre dominante Strategie, erzielen sie eine Auszahlung in Höhe von pz_i. Würden alle Spieler ihre gesamte Ausstattung in die öffentliche Anlage investieren, wäre die Auszahlung an jeden Spieler $az_i > pz_i$. Damit erhält man das gleiche Resultat wie im Zwei-Personen-Gefangenendilemma. Strikt rationale Verfolgung des Eigeninteresses führt zu einer Auszahlung, die kleiner ist als die, die erreicht werden kann, wenn alle Spieler darauf verzichten, ihr Eigeninteresse zu verfolgen.

Die öffentliche Anlage in dem Spiel erfüllt die Bedingungen, die ein öffentliches Gut charakterisieren: Es erfolgt kein Konsumausschluss und es gibt keine Rivalität im Konsum. Öffentliche Güter spielen in modernen Gesellschaften eine überaus große Rolle. Klimaschutz, die Bereitstellung von Umweltgütern oder Landesverteidigung sind prominente Beispiele für öffentliche Güter. Analog zum Gefangenendilemma spricht man beim öffentliches-Gut-Spiel von einem sozialen Dilemma, in dem sich die Spieler befinden.

Die Experimente zum öffentliches-Gut-Spiel werden in der Regel wiederholt durchgeführt, häufig über 10 Runden. Ziel ist es zu untersuchen, ob die Versuchspersonen in der Lage sind, dem Dilemma zu entkommen und eine effiziente Lösung durch kooperatives Verhalten herbeizuführen. Im eindeutigen teilspielperfekten Gleichgewicht dieses wiederholten Spiels sollte in jeder Runde striktes Freifahren beobachtet werden. Es gibt eine Vielzahl von Experimenten, deren reproduzierbare Ergebnisse folgendermaßen skizziert werden können. Die Kooperationsrate liegt in den ersten Runden bei ca. 40 bis 50 % des effizienten Niveaus, sinkt dann aber im Verlauf des Experiments auf eine Größenordnung von etwa 10 % ab.[1] Damit wird zwar die Prognose des strikten Freifahrens in diesen Experimenten widerlegt, die beobachtete Differenz zwischen der effizienten und der realisierten Gesamtauszahlung ist dennoch sehr hoch, obwohl die Versuchspersonen (häufig Studierende der Wirtschaftswissenschaft) das Dilemma genau kennen und wissen, dass sie ihre Gesamtauszahlung durch Kooperation massiv erhöhen könnten. Die Bereitstellung öffentlicher Güter ist also auch unter idealen Laborbedingungen ein nicht einfach zu lösendes Problem.

B.1.2 Ultimatumspielexperiment

Das Ultimatumspiel bildet auf sehr einfache Weise eine Verhandlungssituation zwischen zwei Personen ab. Es geht um die Aufteilung eines vorgegebenen Geldbetrages in Höhe von x. Die beiden Spieler haben unterschiedliche Rollen. Als erstes ist der sogenannte „Proposer" am Zug. Er (oder sie) kann dem zweiten Spieler – dem „Responder" – ein Angebot machen, indem er ihm (oder ihr) einen Anteil ax anbietet $(0 \le a \le 1)$ und $x(1-a)$ für sich selbst verlangt. Auf der zweiten Stufe des Spiels hat der Responder zu entscheiden, ob er die vorgeschlagene Aufteilung akzeptiert oder nicht. Akzeptiert er, wird entsprechend aufgeteilt und das Spiel ist beendet. Lehnt er das Angebot ab, endet das Spiel ebenfalls und beide Spieler erhalten eine Auszahlung von Null. Das Angebot des Proposer ist also ein Ultimatum, das nicht weiter verhandelt werden kann (daher der Name des Spiels).

[1] Für einen frühen Überblick vergleiche Ledyard (1995), für einen jüngeren selektiven Überblick Chaudhuri (2011).

Das teilspielperfekte Gleichgewicht dieses Spiels wird durch Rückwärtsinduktion ermittelt. Auf der letzten Stufe wird der Responder jedes Angebot annehmen, das ihn besser stellt als die Ablehnung. Da er bei Ablehnung eine Auszahlung von Null bekommt, wird er damit jedes Angebot mit einer Auszahlung größer Null annehmen. Bei einem Angebot von Null ist der Responder indifferent zwischen Annehmen und Ablehnen. Dies antizipiert der Proposer. Seine beste Antwort auf diese Strategie des Responder besteht darin, ihm den kleinstmöglichen Anteil von x anzubieten und für sich den maximal möglichen Rest zu beanspruchen. Dies wird der Responder akzeptieren. Im Gleichgewicht des Ultimatumspiels kommt es also zu einer extrem ungleichen Aufteilung.

Erstmals experimentiert wurde das Ultimatumspiel von Güth et al. (1982). Ziel war es dabei zu überprüfen, ob die spieltheoretische Prognose zutrifft, obwohl sie dem Responder eine sehr unfaire Aufteilung zumutet. Es zeigte sich, dass die Responders nicht mit den gleichgewichtigen Auszahlungen einverstanden waren und deshalb häufig ungleiche Angebote ablehnten, obwohl sie sich dadurch gegenüber einer Annahme verschlechterten. Die Proposers antizipierten dieses Verhalten und boten für gewöhnlich deutlich höhere Anteile an als es das Gleichgewicht vorsieht. Häufig wird eine Aufteilung von 50 : 50 angeboten und diese wird immer akzeptiert. Verlangt der Proposer einen größeren Anteil für sich, muss er auch bei Angeboten von 80 : 20 oder 70 : 30 durchaus damit rechnen, dass der Responder ablehnt. Diese Resultate haben sich seitdem in einer großen Zahl von Experimenten zum Ultimatumspiel immer wieder bestätigt. Das Ultimatumspiel gilt zurecht als eines der am besten untersuchten Spiele in der experimentellen Wirtschaftsforschung.[2]

B.1.3 Diktatorspielexperiment

Das Diktatorspiel ist dem Ultimatumspiel ähnlich, aber es sieht für den Responder nicht die Möglichkeit vor, das Angebot des Proposer abzulehnen. Der Responder wird also auf die Rolle des sogenannten „Receiver“ reduziert. Dadurch wird der Proposer zum „Diktator“, der allein festlegen kann, wie der Betrag x zwischen den beiden Spielern aufgeteilt wird. Genau genommen handelt es sich bei dem Diktatorspiel nicht um ein Spiel im spieltheoretischen Sinne, denn es gibt keine strategische Interaktion mit dem Receiver. Die Abwesenheit einer strategischen Interaktion macht das „Spiel“ aber gerade interessant, denn man kann davon ausgehen, dass die Entscheidung des Diktators nicht von Erwartungen bezüglich des Verhaltens des Receivers beeinflusst ist. Das aber bedeutet, dass sich in seiner Entscheidung ausschließlich seine Präferenz über die möglichen Auszahlungsaufteilungen ausdrückt. Deshalb kann man das Diktatorspielexperiment dazu benutzen, Auskunft über diese Art der Präferenzen zu bekommen.

Es liegt nahe, die Ergebnisse des Ultimatumspielexperiments mit denen von Diktatorspielexperimenten zu vergleichen (siehe beispielsweise Forsythe et al. 1994). Dabei zeigt sich, dass die Abgaben der Diktatoren deutlich niedriger ausfallen als die der Proposers im Ultimatumspielexperiment. Das legt nahe, dass ein Teil der Angebote, die im Ultimatumspielexperiment beobachtet werden, von der Erwartung getrieben ist, dass zu niedrige Angebote abgelehnt werden könnten. Dessen ungeachtet zeigen sich auch in Diktatorspielexperimenten relativ hohe Abgaben an den Receiver. Es wurde allerdings auch beobachtet, dass das Abgabeverhalten sehr sensitiv auf einzelne Elemente des Designs reagiert. Wir berichten in Teil 2 des Buches ausführlicher über diese Effekte.

2 Für einen Überblick siehe Güth & Kocher (2014).

B.1.4 Vertrauensspielexperiment und Gift-Exchange-Experiment

Das Vertrauensspielexperiment („Trust Game" oder manchmal auch „Investment Game") wurde von Berg et al. (1995) in die Literatur eingeführt. Es bezeichnet ein sequentielles Zwei-Personen-Spiel, in dem zunächst beide Versuchspersonen eine Anfangsausstattung A bekommen. Der erstziehende Spieler (der sogenannte „Trustor") hat die Möglichkeit, einen beliebigen Anteil $0 \leq \alpha \leq 1$ an den zweiten Spieler (den sogenannten „Trustees") abzugeben. Der Abgabebetrag wird von dem Experimentator verdreifacht, d. h. beim Trustee kommt der Betrag $3\alpha A$ an. Auf der zweiten Stufe des Spiels hat der Trustee die Möglichkeit einen beliebigen Teil $0 \leq \beta \leq 1$ seiner Ausstattung $(A + 3\alpha A)$ an den Trustor zurückzugeben.

Das teilspielperfekte Gleichgewicht dieses Spiels ist leicht mittels Rückwärtsinduktion zu bestimmen: Auf der zweiten Stufe hat der Trustee keinen Anlass dem Trustor etwas zurückzugeben, denn er hat eine dominante Strategie und die besteht darin $\beta = 0$ zu wählen, weil jedes positive β seine Auszahlung reduziert. Die beste Antwort, die der Trustor auf diese Strategie geben kann, ist es $\alpha = 0$ zu wählen, d. h. nichts an den Trustee abzugeben. Damit kommt es im Gleichgewicht zu keiner Abgabe und damit auch nicht zu dem effizienten Ergebnis, das bei einer Abgabe durch die Verdreifachung des Betrages erzielbar ist. Im Gleichgewicht ist die Auszahlung deshalb für beide Spieler gleich A. Würde der Trustor seine gesamte Anfangsausstattung an den Trustee senden, wäre die Gesamtauszahlung an beide Spieler gleich $4A$. Gibt der Trustee $2A$ an den Trustor zurück, könnten beide Spieler dadurch, dass sie vertrauen (Erstziehender) und sich vertrauenswürdig (Zweitziehender) verhalten, ihre Auszahlung gegenüber dem Gleichgewicht verdoppeln.

Das Vertrauensspielexperiment hat eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Gefangenendilemma, denn in beiden Fällen ist das Nash-Gleichgewicht (bzw. das teilspielperfekte Gleichgewicht) ineffizient. Anders ausgedrückt: durch Abweichung vom eigennützigen Rationalverhalten können die Spieler insgesamt in beiden Fällen erhebliche Gewinne realisieren. Im Gefangenendilemma setzt das allerdings wechselseitige Kooperationsbereitschaft voraus und im Vertrauensspielexperiment eben Vertrauen und Vertrauenswürdigkeit. Die experimentelle Überprüfung des Vertrauensspiels läuft deshalb auf die Frage hinaus, ob und in welchem Umfang reale Menschen unter Laborbedingungen in der Lage sind, Vertrauen zu haben und sich als vertrauenswürdig zu erweisen.

Die sequentielle Struktur des Vertrauensspiels schafft Raum für reziprokes Verhalten. Darunter versteht man, dass Menschen auf „nettes" Verhalten anderer Menschen mit ebenfalls „nettem" Verhalten reagieren und bereit sind solche Menschen zu bestrafen, die ihnen geschadet haben. Im Vertrauensspielexperiment zeigt sich, dass Reziprozität durchaus eine Erhöhung der Gesamtauszahlung zur Folge haben kann.

Eng mit dem Vertrauensspielexperiment verwandt und unmittelbar auf reziprokes Verhalten abzielend ist das Gift-Exchange-Spiel, das vor allem von Fehr et al. (z. B. 1998) untersucht worden ist. Dieses Spiel hat in der Regel einen ganz speziellen Rahmen (einen sogenannten „Frame"), denn es wird als ein Spiel zwischen Arbeitgeber und Arbeitnehmern präsentiert. Die Versuchspersonen, die die Arbeitgeber repräsentieren, offerieren den Arbeitnehmern Lohnangebote. Die Arbeitnehmer wählen aus den Angeboten aus und entscheiden dann über die Arbeitsanstrengung, die sie als Gegenleistung für den Lohn erbringen wollen. Die Anstrengung verursacht Kosten, d. h. je mehr sich die Arbeitnehmer bei gegebenem Lohn anstrengen, umso geringer ist ihre Auszahlung und umso höher ist die der Arbeitgeber. Deshalb haben die Arbeitnehmer auf der zweiten Stufe des Spiels eine dominante Strategie, die darin besteht, die minimal mögliche Anstrengung zu wählen. Die beste Antwort der Arbeitgeber darauf ist es, den geringstmöglichen Lohn anzubieten. Damit erhalten wir wiederum ein ineffizientes teilspielperfektes Gleichgewicht, denn würden die Arbeitgeber höhere Löhne zahlen und die Arbeitnehmer dafür höhere Anstrengungsniveaus wählen, könnten sich beide Seiten gegenüber dem Gleichgewicht verbessern. Die Ähnlichkeit zum Vertrauensspiel ist offensichtlich, aber das Gift-Exchange-Spiel betont noch stärker den Austausch von „nicht-besten Antworten", der zu einer Erhöhung der Gesamtauszahlung führen kann.

Die experimentellen Befunde sowohl zum Vertrauensspiel als auch zum Gift-Exchange-Spiel sprechen dafür, dass reziprokes Verhalten relativ häufig gewählt wird. Menschen sind demnach sehr wohl in der Lage, durch Vertrauen und Vertrauenswürdigkeit, aber auch durch den Austausch von „Geschenken" eine Erhöhung der Gesamtauszahlung zu realisieren. Allerdings gelingt dies nicht perfekt. In vielen Experimenten ist eben nicht die maximale Gesamtauszahlung zu beobachten, die in diesen Spielen erreichbar ist, und insbesondere das Verhalten der Zweitziehenden im Vertrauensspielexperiment ist nicht immer darauf ausgerichtet, die gesamte Auszahlung gleichmäßig zwischen den beiden Spielern zu verteilen. Häufig sind die Rückgaben an den Trustor so gestaltet, dass sie ihn so stellen, dass er durch die Abgabe an den Trustee keinen Nachteil erleidet (aber eben auch keinen Vorteil).

B.1.5 Marktexperimente

Mit „Marktexperimente" wird keine spezielle Versuchsanordnung bezeichnet, sondern eine ganze Klasse von Experimenten. Es geht dabei um die Abbildung von Marktprozessen im Labor. Insbesondere geht es dabei um die Frage, wie die Preisbildung auf Wettbewerbsmärkten vonstattengeht und ob Märkte bzw. Marktteilnehmer in der Lage sind, allein auf der Grundlage der individuellen Entscheidungen von Anbietern und Nachfragern in ein effizientes Marktgleichgewicht zu gelangen. Das Verfahren, das dabei häufig zur Anwendung kommt, lässt sich grob wie folgt beschreiben.

Der Experimentator teilt die Versuchspersonen in Anbieter und Nachfrager ein. Jeder Anbieter erhält dann eine private Information darüber, welche Kosten ihm entstehen, wenn er eine Einheit des fiktiven Gutes verkauft, das auf dem Labormarkt gehandelt wird. Diese Kosten sind zugleich sein Reservationspreis, denn zu einem Preis, der unter diesen Kosten liegt, sollte der Anbieter nicht verkaufen. Sein Gewinn ist bei jeder realisierten Transaktion gleich *Kaufpreis – Kosten*. Die Nachfrager erhalten die Information, welche Auszahlung sie erhalten, wenn sie eine Einheit des Gutes erwerben. Ihr Gewinn ist gleich *Auszahlung – Kaufpreis*. Die Auszahlung stellt somit für die Nachfrager ihre maximale Zahlungsbereitschaft dar. Die Verteilung der Kosten und Auszahlungen kann beispielsweise so vorgenommen werden, dass sich insgesamt eine mit dem Preis steigende Angebotsmenge ergibt und eine mit dem Preis fallende Nachfragemenge sowie ein Marktgleichgewicht, das – wenn es realisiert wird – die Gesamtauszahlung maximiert, die durch Handel im Markt erreicht werden kann. Die Frage ist dann, ob die privaten Informationen über die jeweiligen eigenen Reservationspreise und Auszahlungen ausreichen, damit ein solches Gleichgewicht resultiert. Die Ergebnisse der Marktexperimente von beispielsweise Smith (1962) zeigen, dass auch unter diesen eingeschränkten Informationen der Marktteilnehmer ein solches Marktgleichgewicht erreicht werden kann. Ob und wie schnell das geschieht, hängt jedoch von dem konkreten Design der Märkte ab, das heißt, auf welche Art und Weise die Preisforderungen der Anbieter und die Gebote der Nachfrager ausgetauscht und akzeptiert werden. Als besonders robust hat sich hier das Design der sogenannten doppelten Auktion (englisch „Double Auction") erwiesen, das von Vernon Smith entwickelt wurde. Vernon Smith wurde für seine Forschung zur Funktionsweise von Märkten als erstem experimentellen Wirtschaftsforscher im Jahr 2002 der Nobelpreis verliehen.

Anzumerken ist an dieser Stelle, dass experimentelle Märkte in einem wichtigen Punkt von vollständigen Wettbewerbsmärkten abweichen. Auf diesen herrscht per Annahme sowohl bei den Anbietern als auch bei den Nachfragern atomistische Konkurrenz, das heißt, die Akteure haben keinerlei Preissetzungsspielraum und agieren deshalb als „Preisnehmer". Das ist bei den Labormärkten aufgrund der Beschränkungen bezüglich der Versuchspersonenzahl erkennbar anders. Dennoch hat insbesondere Vernon Smith gezeigt, dass sich bei doppelten Auktionen Preise und Mengen einstellen, die denen im Gleichgewicht eines vollständig kompetitiven Marktes entsprechen. Der strategische Spielraum, den die Spieler in Labormärkten besitzen, wirkt sich hier also nicht auf die Effizienz der Allokation aus.

B.1.6 Lotteriewahl-Experimente

Innerhalb der ökonomischen Forschung spielen Entscheidungen unter Risiko eine wichtige Rolle. Risiko ist ein sehr wichtiger Faktor in vielen realen Entscheidungssituationen. Die Welt ist stochastisch und deshalb weiß man in den seltensten Fällen mit Sicherheit, welche Konsequenzen eine Entscheidung tatsächlich haben wird. Für die Abbildung von Entscheidungen unter Risiko ist die sogenannte Risikopräferenz sehr wichtig. Damit ist die Einstellung der Entscheiderin bzw. des Entscheiders zum Risiko gemeint. Eine Funktion von Lotteriewahl-Experimenten ist es, ganz allgemein das Verhalten in risikobehafteten Situationen zu analysieren oder spezifische Informationen zur Risikopräferenz von Versuchspersonen zu erheben.

Das Vorgehen bei solchen Experimenten lässt sich einfach an einem Versuch erläutern, der dazu benutzt werden kann, die Risikopräferenz einer Entscheiderin bzw. eines Entscheiders zu ermitteln. Ganz grundsätzlich ist die Lotteriewahl kein Spiel, denn es findet keine strategische Interaktion zwischen Versuchspersonen statt. Es geht hier lediglich darum, eine Entscheidung zwischen verschiedenen Lotterien zu treffen. In einem typischen Experiment wird den Versuchspersonen beispielsweise eine Lotterie vorgelegt, die mit der Wahrscheinlichkeit p eine Auszahlung von X realisiert und mit $(1-p)$ eine Auszahlung von Null. Der Erwartungswert dieser Lotterie ist damit pX. Dann bietet man der Versuchsperson an, diese Lotterie gegen eine sichere Auszahlung zu verkaufen und variiert dabei den Verkaufspreis. Dabei interpretiert man die sichere Auszahlung als eine Lotterie, die mit der Wahrscheinlichkeit 1 diese Auszahlung hat. Aus den Entscheidungen der Versuchsperson kann man dann auf die Risikopräferenz schließen (siehe dazu die Ausführungen im ▶ Abschn. 10.1 im zweiten Buchteil). Möchte man den Reservationspreis für die Lotterie direkt ermitteln, findet häufig das *Becker-DeGroot-Marschak* Verfahren Anwendung (Becker et al. 1964; siehe auch dazu ▶ Abschn. 10.1 des zweiten Buchteils). Dieses Verfahren soll sicherstellen, dass die Versuchspersonen ihren wahren Reservationspreis für die Lotterie angeben. Man legt der Versuchsperson dazu beispielsweise eine Liste mit aufsteigend sortierten Preisen vor und bittet sie den Preis zu benennen, ab dem sie die Lotterie zu verkaufen bereit ist. Dann wird aus der Menge der aufgelisteten Preise einer per Zufallszug ausgewählt. Liegt der Preis über der von der Versuchsperson genannten Schwelle, wird die Lotterie zu dem gezogenen Preis verkauft. Liegt der Preis darunter, wird die Lotterie ausgeführt und die Versuchsperson bekommt entweder X oder Null – je nach Ausgang der Lotterie.

Unter der Regel des *Becker-DeGroot-Marschak* Verfahrens ist es schwach dominante Strategie seinen wahren Reservationspreis als Grenze anzugeben. Liegt dieser unter pX, offenbart die Versuchsperson damit, dass sie risikoavers ist, weil sie eine sichere Auszahlung einer Lotterie vorzieht, deren Erwartungswert über dieser sicheren Auszahlung liegt. Ist der Preis gleich pX, spricht man von risikoneutralem Verhalten, und bei einem Preis, der über pX liegt, spricht man von risikofreudigem Verhalten. Voraussetzung für die Anwendbarkeit dieses Verfahrens ist, dass sich die

Versuchspersonen gemäß der Annahmen der Erwartungsnutzentheorie verhalten.

Lotteriewahl-Experimente werden aber nicht nur dazu verwendet, Risikopräferenzen aufzudecken. Sie werden beispielsweise auch dafür genutzt, um grundlegende Annahmen der Erwartungsnutzentheorie, die das Verhalten unter Risiko abbildet, und ihrer Alternativen zu testen. Prominente Beispiele für die Aufdeckung von systematischen Abweichungen von der Erwartungsnutzentheorie sind das Ellsberg-Paradox und das Allais-Paradox. Die Ergebnisse der diesbezüglichen Experimente implizieren eine Verletzung des Unabhängigkeitsaxioms, das der Erwartungsnutzentheorie zugrunde liegt.

Literatur zum Anhang

Becker, G. M., M.H. DeGroot, J. Marschak (1964): Measuring utility by a single-response sequential method. *Systems Research and Behavioral Science*, 9(3), 226–232.

Berg, J., J. Dickhaut, K. McCabe (1995): Trust, Reciprocity, and Social History. *Games and Economic Behavior*, 10 (1), 122–142.

Brosig-Koch, J., Heinrich, T., Helbach, C. (2014): Does truth win when teams reason strategically? *Economics Letters*, 123 (1), 86–89.

Brosig-Koch, J., T. Heinrich, C. Helbach (2015): Exploring the capability to reason backwards: An experimental study with children, adolescents, and young adults. *European Economic Review*, 74, 286–302.

Chaudhuri, A. (2011). Sustaining Cooperation in Laboratory Public Goods Experiments: A Selective Survey of the Literature. *Experimental Economics*, 14(1), 47–83.

Fehr E., E. Kirchler, A. Weichbold, S. Gächter (1998): When social norms overpower competition: Gift exchange in experimental labor markets. *Journal of Labor Economics*, 16, 2, 324–351.

Forsythe, R., J.L. Horowitz, N.E. Savin, M. Sefton (1994): Fairness in simple bargaining experiments. *Games and Economic Behavior*, 6(3), 347–369.

Güth, W., M.G. Kocher (2014): More than thirty years of ultimatum bargaining experiments: Motives, variations, and a survey of the recent literature. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 108, 396–409.

Güth, W., R. Schmittberger, B. Schwarze (1982): An experimental analysis of ultimatum bargaining. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 3, 367–388.

Isaac, R. M., J. M. Walker, (1988): Group Size Effects in Public Goods Provision: The Voluntary Contributions Mechanism. *Quarterly Journal of Economics*, 103(1), 179–99.

Ledyard, J. O. (1995): Public Goods: A Survey of Experimental Research. In J.H. Kagel, A.E. Roth (Hrsg.): *The Handbook of Experimental Economics.* Princeton University Press, 111–194.

Nash, J. F. (1950): Equilibrium points in n-person games. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 36(1), 48–49.

Selten, R. (1965): Spieltheoretische Behandlung eines Oligopolmodells mit Nachfrageträgheit. *Zeitschrift fur die gesamte Staatswissenschaft*, 121, 301–324.

Smith, V. L. (1962): An experimental study of competitive market behavior. *Journal of Political Economy*, 70, 111–137:

Sachverzeichnis

O

P

Q

R

S

T