

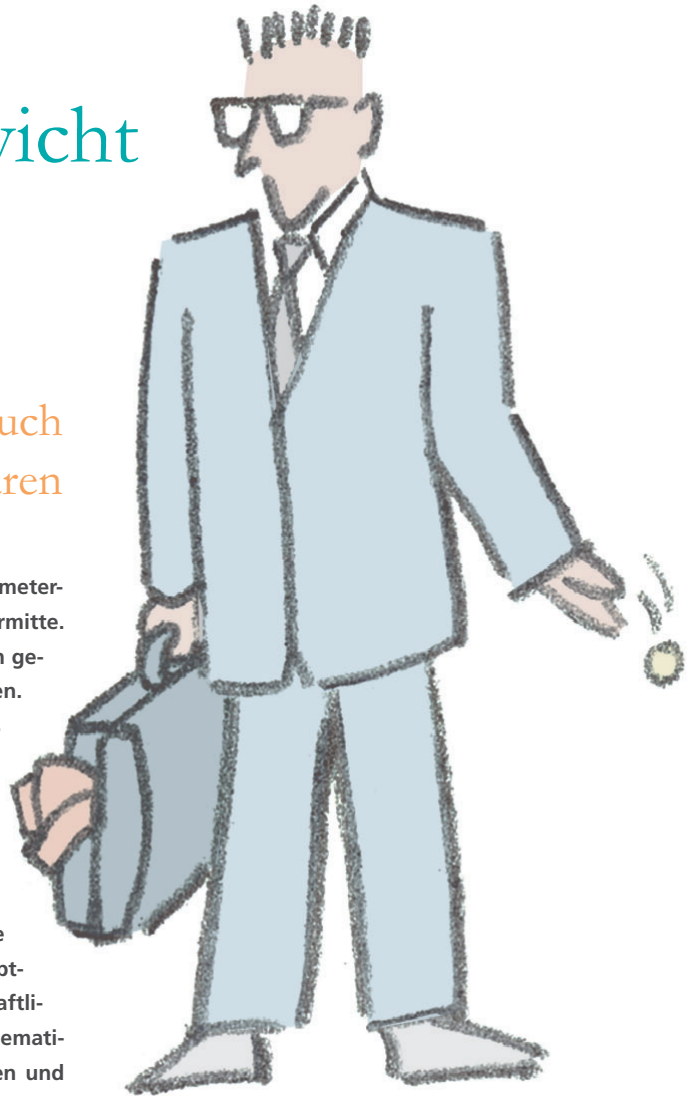
Das Nash-Gleichgewicht und das Modell des homo oeconomicus

Die Spieltheorie versucht auch ökonomisches Handeln zu erklären

Elfmeterschießen im Fußball: Der Schütze bewegt sich auf den Elfmeterpunkt zu und donnert den Ball aus vollem Lauf direkt in die Tormitte. Gleichzeitig ist der Torhüter auf Verdacht in eine der beiden Ecken gesprungen. Der „Bluff“ des Elfmeterschützen ist also aufgegangen.

Nun sagen Sie vielleicht: „Das ist aber doch ziemlich riskant! Was wäre, wenn der Torwart die Nerven behält und einfach stehen bleibt. Dann wird der Ball mit Sicherheit gehalten.“

Mit Hilfe der Spieltheorie kann erklärt werden, dass es durchaus nützlich sein kann, ab und zu dieses Risiko einzugehen. Wie Sie noch sehen werden, kann damit die Erfolgsquote des Schützen zumindest geringfügig gesteigert werden. Auch andere Sportarten können in ähnlicher Weise analysiert werden. Das Hauptanwendungsgebiet spieltheoretischer Modelle sind aber wirtschaftliche Problemstellungen. Im Grunde ist die Spieltheorie eine mathematische Disziplin zur Beschreibung von strategischen Entscheidungen und kann als ein Zweig der Entscheidungstheorie betrachtet werden.



Spieltheoretiker möchten für die Beteiligten in einer strategisch interdependenten Situation Handlungsempfehlungen entwickeln, die *in sich widerspruchsfrei* sind. Es darf also nicht vorkommen, dass dann, wenn sich alle anderen gemäß diesen Empfehlungen verhalten, irgendjemand einen Anreiz hat, von der Handlungsempfehlung abzuweichen.

Dies ist bereits das Wesentliche, was dem zentralen spieltheoretischen Konzept zugrunde liegt, **nämlich dem des Nash-Gleichgewichts**.

Nun stellt sich die Frage, ob es denn überhaupt für jedes Spiel ein solches Nash-Gleichgewicht gibt. Die Frage kann positiv beantwortet werden. Allerdings gilt dieser Existenzsatz nur dann, wenn auch sogenannte **gemischte Strategien** betrachtet werden. Dabei müssen die Spieler eine Wahrscheinlichkeitsverteilung über ihren jeweiligen Aktionsraum angeben. Nun ist es zunächst schwer zu vermitteln, dass eine

optimale Strategie den Einsatz eines Zufallsmechanismus empfehlen soll.

Zuweilen liegt aber genau darin die Lösung – etwa beim Elfmeterschießen. Die Kalkulation sieht im Einzelnen wie folgt aus: Zunächst sei angenommen, die Schützen würden immer möglichst scharf und gezielt in eine der beiden Ecken schießen – unvorhersehbar für den Torwart, ob nun linke oder rechte Ecke. Die Schüsse seien so scharf, dass der Torwart nicht abwarten darf. Am besten springt er auf Verdacht in eine der Ecken – unvorhersehbar für den Schützen, ob nun links oder rechts. Eine simple Wahrscheinlichkeitsrechnung geht nun wie folgt: Mit 50 Prozent Wahrscheinlichkeit erwischt der Torwart gerade die richtige Ecke. Weiter sei angenommen, dass die Schüsse so gut platziert sind, dass selbst dann noch 50 Prozent der Schüsse durchgehen. Falls also der Torwart immer springt und der Schütze immer eine der Ecken anpeilt, so liegt die Erfolgswahrscheinlichkeit des Elfmeterschützen bei 75 Prozent. (vgl. Abb. 1)

Was ändert sich nun, wenn der Schütze als Zusatzoption in die Tormitte schießen kann? Wenn der Torwart auch in diesem Fall springt, so hat der Schütze eine Trefferquote von 100 Prozent. Bleibt der Torwart aber einfach stehen, so wird er jeden Ball halten (Trefferquote des Schützen: 0 Prozent). Bleibt andererseits der Torwart stehen, obwohl der Schütze eine der Ecken anvisiert, so hat der Schütze wieder eine Trefferquote von 100 Prozent.

Sie können sich leicht selbst überlegen, dass keiner der vier Fälle in der obigen Matrix ein Nash-Gleichgewicht sein kann. Immer hätte einer der beiden einen Anreiz, seine Strategie zu wechseln.

Abbildung 2 illustriert dieses Beispiel grafisch und auch, wie das gemischte Nash-Gleichgewicht bestimmt werden kann. Auf der x-Achse ist die Wahrscheinlichkeit aufgetragen, mit der der Torwart einfach stehen bleibt. Die rote Linie gibt die Trefferquote an, falls der Schütze in die Ecke zielt. Rot gepunktet erscheint die Trefferquote für das Donnern in die Tormitte. Dort, wo sich beide Linien schneiden, liegt das gemischte Nash-Gleichgewicht. Der Torwart sollte mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,2 einfach stehen bleiben und der Schütze mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,2 in die Mitte halten.

Warum? Stellen Sie sich vor, der Torwart würde öfter stehen bleiben, etwa mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,4. Die rote Linie ist dann bei 85 Prozent, die rot gepunktete nur bei 60 Prozent Trefferquote und das bedeutet, dass der Torschütze dann immer in die Ecken zielen sollte. Analog hätte der Schütze einen Anreiz, vom Nash-Gleichgewicht abzuweichen, falls der Torwart weniger oft stehen bleibt, etwa mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,1. Diesmal ist nämlich der Wert für die rot gepunktete Linie mit 90 Prozent viel höher und deshalb sollte der Elfmeterschütze dann immer in die Tormitte schießen. Nur dort, wo sich die beiden Linien schneiden, liegt kein Anreiz zum Ändern der Strategie vor. Die Trefferquote liegt dann bei 80 Prozent und damit um 5 Prozent höher, als wenn Elfmeterschützen immer in die Ecken schießen würden.

Fairness versus ökonomisches Handeln

Nun sind mathematische Modelle der Wirtschaftswissenschaften in jüngster Zeit etwas in Misskredit geraten. Manche gehen gar so weit, solche Modelle mitverantwortlich für die aktuelle Finanzkrise zu machen. Basierten nicht auch die Computerprogramme der Spekulanten auf mathematischen Methoden?

Ernst zu nehmender ist aber eine grundsätzliche Kritik an der vorherrschenden wirtschaftswissenschaftlichen Strömung – der Neoklassik. Diese gibt nämlich individuelle Verhaltensweisen einfach axiomatisch vor und kümmert sich wenig um empirische Beobachtungen oder um die psychologischen Grundlagen menschlichen Verhaltens.

Wie andere neoklassische Modelle basiert die klassische Spieltheorie auf der Annahme vollständiger Rationalität. Der *homo oeconomicus* ist vollständig informiert über sämtliche Alternativen und kennt alle relevanten Randbedingungen. Er kann all diese Informationen in beliebig kurzer Zeit verarbeiten und die *optimalen* Entscheidungen treffen, welche seinen Erwartungsnutzen maximieren. Ferner handelt der homo oeconomicus nur im Eigeninteresse, die Nutzen anderer Beteiligten interessieren ihn nicht.

Diese Verhaltensannahmen sind offensichtlich unrealistisch und trotzdem ist es interessant, zu welchen Lösungen spieltheoretische Modelle kommen. Diese Ergebnisse eignen sich nämlich als Referenzpunkte, mit denen tatsächlich beobachtetes Verhalten verglichen werden kann.

Außerdem stehen gerade bekannte Spieltheoretiker – etwa der Nobelpreisträger Reinhard Selten – den neueren Strömun-

		Torwart	
		Springen	Stehenbleiben
Schütze	Gezielt in eine Ecke	75 %	100 %
	Direkt in die Mitte	100 %	0 %

Abbildung 1: Spielmatrix – Erfolgsquote des Elfmeterschützen

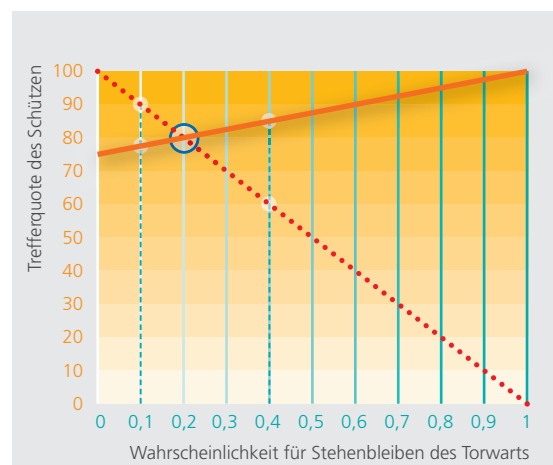


Abbildung 2: Grafische Darstellung des gemischten Nash-Gleichgewichts

gen in den Wirtschaftswissenschaften mehr als aufgeschlossenen gegenüber. Die Stichworte hierzu lauten: Behavioral Economics, Neuroeconomics, aber auch Evolutionäre Spieltheorie und Experimentelle Spieltheorie.

Menschliches Handeln zielt nicht nur auf Gewinnmaximierung ab

Eines der am besten experimentell getesteten Spiele ist das Ultimatum-Spiel. Einem der Spieler wird die Rolle des „Proposers“ zugewiesen. Dieser hat dem zweiten Spieler vorzuschlagen, wie ein fixer Geldbetrag – etwa 100 Euro – zwischen den beiden Beteiligten aufgeteilt werden soll. Der zweite Spieler, der „Responder“, hat nur die Wahl, entweder diesen Vorschlag unverändert zu akzeptieren oder aber abzulehnen. Im letzteren Fall gehen beide Spieler leer aus. Welche rationale Empfehlung hat nun die klassische Spieltheorie in einer solchen Situation anzubieten? Angenommen, es müssen ganze Eurobeträge angeboten werden, dann ergibt sich als Nash-Gleichgewicht, dass der Proposer dem zweiten Spieler einen Euro anbietet und die restlichen 99 für sich behält. Warum? – Der Proposer unterstellt, dass der zweite Spieler rational handeln wird, und da ein Euro mehr wert ist als überhaupt nichts, wird dieser die vorgeschlagene Aufteilung nicht ablehnen. Daraus folgt, dass es eine rationale Verhaltensweise des ersten Spielers ist, eben genau diese Aufteilung vorzuschlagen, denn 99 Euro sind mehr wert als 98 und deshalb werden dem Responder nicht einmal zwei Euro angeboten. So weit die Aussagen der Theorie dazu, wie sich zwei homo oeconomici verhalten sollten.

Aber ein dringender Tipp: Sollten Sie jemals die Gelegenheit haben, an einem derartigen Experiment teilzunehmen, verhalten Sie sich lieber nicht so. Es ist ein durchgängiges Ergebnis von Experimenten zum Ultimatum-Spiel, dass die Proposer

beträchtliche Geldbeträge anbieten – etwa 40 Euro – und andererseits die Responder manchmal durchaus bereit sind, auf 25 Euro oder mehr einfach so zu verzichten. Ökonomisch formuliert: Die Responder nehmen eventuell erhebliche Kosten auf sich, um ein als unfair empfundenen Verhalten des ersten Spielers zu bestrafen. „Was denkt sich dieser unverschämte Kerl? Er will 80 Euro behalten und mich mit 20 Euro abspeisen? Dann gehen wir lieber beide leer aus!“ Das Schöne daran: Der andere „verliert“ ja viermal so viel wie man selbst bei dieser „irrationalen“ Strafaktion – ein erhebendes Gefühl, nicht wahr?

Die unkalkulierbaren Gefühle

Gefühle kommen also ins Spiel. Neid, Schadenfreude, Frustration und das Gerechtigkeitsgefühl sollten also besser einkalkuliert werden, wenn man es mit realen Menschen zu tun hat und nicht mit einem fiktiven homo oeconomicus. Insbesondere Fairnessnormen haben beim Ultimatum-Spiel offensichtlich eine wichtige Bedeutung. Häufig wird in den Experimenten nämlich die faire 50-50-Aufteilung angeboten. Viele bieten freilich auch etwas weniger an, aber besser nicht zu wenig, da sonst die Ablehnung droht. Das spieltheoretische Experiment kann auch mit Methoden der Neuroökonomie kombiniert werden. So wurde etwa bei Teilnehmern des Ultimatum-Spiels parallel das Gehirn gescannt. Dabei konnte festgestellt werden, dass bei Respondern, die später ablehnten, die Neuronen in Hirnregionen feuerten, welche für Ekelgefühle zuständig sind. Offensichtlich haben als unfair empfundene Angebote entsprechende Gefühle ausgelöst. Des Weiteren löst unfaires Verhalten Aggressionen aus – auch eine Korrelation zwischen hohem Testosteronspiegel und erhöhter Ablehnungsquote konnte festgestellt werden. Die zentrale Bedeutung der Fairnessnorm sorgt beim Ultimatum-Spiel zuweilen auch für kuriose Ergebnisse. Es kommt praktisch nie vor, dass ein Proposer eine Aufteilung vorschlägt, bei der er selbst deutlich weniger bekommt. Falls aber doch, so kann auch dies riskant sein. Der Spieltheoretiker Werner Güth berichtete dazu eine nette Anekdote anlässlich eines Vortrags an der Universität Tübingen. Ein Proposer hatte eine 20-80-Aufteilung vorgeschlagen, aber der Responder fand dieses Angebot so unangemessen, dass er sogar die 80 Euro ablehnte. „Was denkt sich dieser unverschämte Kerl? Glaubst er, ich hätte die 80 Euro nötig? Kommt nicht in Frage! Da gehen wir lieber beide leer aus!“

Übrigens: Mit Schimpansen wurde eine vereinfachte Version des Experiments durchgespielt. Dabei ging es dann um Rosinen. Die Schimpansen akzeptierten durchgängig unfaire Angebote ihrer Artgenossen. Wenn ihnen eine von zehn Rosinen angeboten wurde, so begnügten sie sich damit – besser als gar keine Rosine. Bei Tieren scheint das Modell des homo oeconomicus also zu funktionieren.

Prof. Dr.-Ing. Rainer Berkemer lehrt Allgemeine BWL mit dem Schwerpunkt Produktionsmanagement an der AKAD Hochschule Stuttgart. 2007 promovierte er an der Universität Stuttgart zum Thema „Strategisches Umweltverhalten: Beiträge von Spieltheorie und Kybernetik zur Modellierung umweltökonomischer Problemstellungen“.

Kontakt: rainer.berkemer@akad.de

