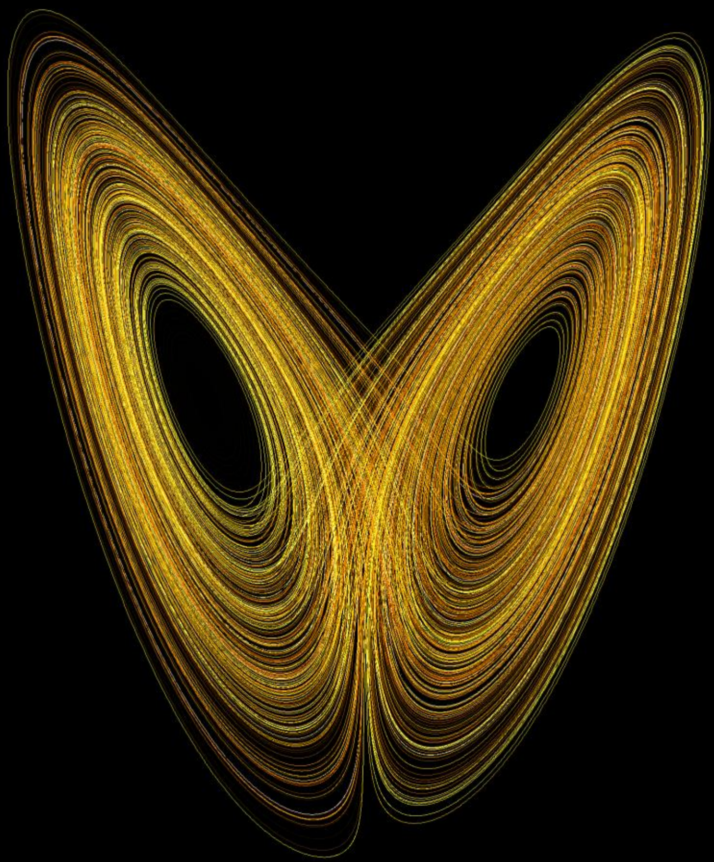
Zwischen Gier und Verstand
–
das Nash-Gleichgewicht in wirtschaftspolitischen Entscheidungssituationen



Noah Leidinger

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

Bereits Oskar Morgenstern, der Mitbegründer der Spieltheorie, setzte sich am Beginn seiner Karriere im Wiener Konjunkturforschungsinstitut mit Wirtschaftspolitik auseinander. Durch die hohe Komplexität der Sachverhalte, die die damaligen ökonomischen Modelle seines Erachtens vollkommen unzureichend darstellten, kam er schließlich zur Spieltheorie. Dort fand und entwickelte er ein neues Werkzeug, Modelle zu bauen und die Komplexität der Realität mathematisch zu verarbeiten.[1]

Die Spieltheorie ist seit ihrem Beginn stark mit der Ökonomie als wissenschaftlicher Disziplin verbunden. In dieser Arbeit wird die Frage gestellt, inwieweit die Spieltheorie in der Praxis und nicht nur in der Theorie in wirtschaftspolitischen Entscheidungssituationen verwendet werden kann.

Dazu wird mit einem Beispiel aus der Realität, dem Google Jobs Dilemma, sowie zwei fiktiven, aber praxisrelevanten Entscheidungssituationen, das Konzept des Nash-Gleichgewichts in reinen und gemischten Strategien erläutert. Dabei spielt stets die Interpretation der Ergebnisse in dieser Arbeit eine wichtige Rolle, um die Nützlichkeit der Spieltheorie in Bezug auf reale Entscheidungssituationen zu verdeutlichen.

Im letzten Kapitel wird schließlich auf die Anwendbarkeit in der Wirtschaft Bezug genommen. Zuerst wird auf die Kritik an den vereinfachten Modellen der Spieltheorie eingegangen. Schließlich wird gezeigt, was die Spieltheorie schon heute in Form von Ideenmodellen als strategisches Denkwerkzeug und mithilfe des sogenannten Mechanismusdesign für Politiker und Manager leisten kann.

2. Spieltheorie

2.1. Einführung in die Spieltheorie

Die Spieltheorie ist ein mathematisches Fachgebiet, das sich mit Entscheidungssituationen verschiedenster Art beschäftigt, sogenannten Spielen.[2]

In den meisten Entscheidungssituationen des Lebens gibt es mehrere voneinander abhängige Entscheider, die sich durch ihre Entscheidungen gegenseitig beeinflussen. Mit solchen Situationen befasst sich die Spieltheorie.[3]

Dementsprechend ist die Spieltheorie zwar ein mathematisches Fachgebiet, die soziale Komponente der Interaktion verschiedener Entscheidungsträger spielt aber eine essentielle Rolle.[4]

Obwohl die Spieltheorie in den Sozialwissenschaften sehr weit verbreitet ist, kann man von ihr aktuell nur eine Hilfe bei der Entscheidungsfindung, nicht aber konkrete Lösungen für reale Probleme erwarten. Diese Wissenschaft ist nämlich sehr jung und fokussiert sich deshalb großteils noch auf die Grundlagenforschung.[5]

2.2. Grundlagen der Spieltheorie

Bevor auf das Nash-Gleichgewicht selbst eingegangen wird, gilt es einige grundlegende Begriffe und Regeln der Spieltheorie zu klären.

Dazu soll ein tatsächliches Beispiel aus der Praxis herangezogen werden, mit dem sich im Jahre 2019 einige deutsche Jobportale konfrontiert sahen. Google stieg 2019 mit einer eigenen Jobanzeigenplattform in Deutschland in den dortigen Stellenanzeigenmarkt ein und war auch sofort Sichtbarkeitsmarktführer auf der eigenen Suchmaschine. Es war also auf Anhieb das Jobportal, welches bei Suchanfragen nach Jobs auf Google als erstes angezeigt wurde. Dabei aggregiert Google aktuell Stellenanzeigen von verschiedenen Jobplattformen, wird aber in Zukunft potentiell auch das Geschäft der eigenen Anzeigen immer weiter ausbauen. Anfangs ist Google aber noch abhängig von der Kooperation der Jobbörsen, wobei sich Stepstone als einer der deutschen Marktführer nicht darauf einließ.[6]

Genau diese Entscheidung kann man sehr gut spieltheoretisch analysieren. Dazu gilt es, sich zuerst einmal darüber Gedanken zu machen, welche Interessen die Jobplattformen haben. Jede Plattform an sich hat Interesse mit Google Jobs zu kooperieren, schließlich wird man dann von den Nutzern der Google Suchmaschine besser gefunden. Lässt sich aber eine Plattform auf Google Jobs listen, so werden das auch alle anderen tun, sonst hätten sie ja einen Nachteil. Wenn aber alle Plattformen Google nutzen, geht der Sichtbarkeitsvorteil wieder verloren, Google Jobs bekommt dafür sehr viel Macht und wird zum ernstzunehmenden Konkurrenten.

Um die Situation spieltheoretisch darzustellen, muss man diese Interessen mathematisch fassbar machen. Dazu ordnet man jeder Situation eine gewisse Zahl zu, eine sogenannte Auszahlung. Je höher die Zahl, desto besser findet der Spieler die Situation. Der Begriff Auszahlung hat also per se nichts mit Geld zu tun, sondern bezeichnet im Grunde nur, wie vorteilhaft ein gewisses Ergebnis für einen Spieler ist - ihre Einheit ist der Nutzen.[7]

Im Google Jobs Beispiel hat der Status-Quo den Nutzen 3. Die Situation, alleine auf Google Jobs gelistet zu sein und dadurch einen Sichtbarkeitsvorteil zu erhalten, hat den höchsten Nutzen, in diesem Fall 4. Wenn alle auf Google Jobs gelistet sind, gibt es einen neuen starken Konkurrenten, der Nutzen ist also geringer als im Status-Quo und beträgt nur 2. Wenn nur die Konkurrenz auf Google Jobs ist und man selbst nicht, hat man einen Sichtbarkeitsnachteil und damit den geringsten Nutzen von 1.

Die Auszahlungen verkörpern an dieser Stelle nur die Reihenfolge der Präferenzen, die Auszahlung 4 ist aber nicht unbedingt doppelt so gut wie die Auszahlung 2, sie ist aber auf jeden Fall besser. Den Nutzen kann man beispielsweise als den Anstieg oder Abfall des Umsatzes interpretieren, den die Jobplattformen durch die jeweilige Situation erleben. Das Spannende an diesem Modell ist, dass man die Entscheidungssituation sehr genau analysieren kann, ohne genaue Prognosen darüber zu machen, wie sich die verschiedenen Ergebnisse tatsächlich auf die Jobplattformen auswirken. Eine ungefähre Einschätzung der relativen Auswirkung reicht aus.[8]

Dass die Spieler festlegen können, welche Situation sie besser und welche sie schlechter finden, bezeichnet man in der Spieltheorie als Rationalität. Rationalität bedeutet, dass die Spieler wissen, welche Ereignisse ihnen mehr und welche ihnen weniger Nutzen bringen. Man spricht davon, dass sie Präferenzen haben. Rationalität in der Spieltheorie bedeutet also noch keinesfalls Vernunft.[9]

Um die Situation der Jobanzeigeseiten spieltheoretisch darstellen zu können, wird der Einfachheit halber angenommen, dass es nur zwei Spieler gibt, also in diesem Fall die beiden Jobportale STEP und TONE, welche folgend mit S und T abgekürzt werden. Das macht die Analyse weitaus einfacher und führt nicht zwingend zu einem Erkenntnisverlust. In einigen Fällen kann eine vereinfachte Situation sogar zu mehr Erkenntnissen führen, als ein sehr komplexes Modell.[10]

Man kann die Situation nun in Form einer Tabelle darstellen:

		T	
		V	K
S	V	(3, 3)	(1, 4)
	K	(4, 1)	(2, 2)

Tabelle: 1

Diese Darstellungsform einer spieltheoretischen Situation bezeichnet man als Bimatrix. Sie stellt Spiele zwischen zwei Spielern mit jeweils zwei Handlungsalternativen dar.[11]

Dieses Modell eignet sich zur Darstellung überraschend vieler Spiele und auch diese Arbeit wird sich, aus Gründen des Umfangs, auf derartige Modelle beschränken. Natürlich gibt es aber weitaus komplexere Modelle in der Spieltheorie.

Die Buchstaben V und K stehen in diesem Fall für die Handlungsmöglichkeiten beziehungsweise Strategien, Kooperation mit Google (K) und Verweigerung von Google (V). In den Klammern befinden sich jeweils die Auszahlungen der Situationen, die sich durch das Zusammenspiel der beiden jeweiligen Strategien ergeben. Die erste Zahl in den Klammern ist dabei immer die Auszahlung des linken Spielers, in diesem Fall des Spielers S, und die zweite Zahl die Auszahlung für den rechten Spieler, in diesem Fall T.[12]

3. Nash-Gleichgewicht in reinen Strategien

Nachdem die grundlegenden Begriffe der Spieltheorie geklärt sind, wird in diesem Kapitel das Konzept des Nash-Gleichgewichts erläutert.

3.1. Das Gefangenendilemma – Google Jobs

Das Gefangenendilemma ist das wahrscheinlich bekannteste Spiel der Spieltheorie. Es wird auch in dieser Arbeit zum Einstieg verwendet.[13]

Als Beispiel dient wieder Google Jobs, welches spannenderweise genau in das Modell des Gefangenendilemmas passt. Das Gefangenendilemma beschreibt nämlich ganz allgemein eine Situation, in der alle einen Anreiz haben eine Strategie X zu wählen. Wenn aber alle die Strategie X wählen, wäre es für alle besser gewesen, wenn sie alle Y gewählt hätten. So ist es auch im Google Jobs Beispiel für alle erstmal vorteilhaft mit Google Jobs zu kooperieren (K), wenn aber alle kooperieren, geht es ihnen schlechter, als wenn sie alle die Kooperation verweigert hätten (V).[14]

3.1.1. Beste Antwort und Dominanz

Es handelt sich bei diesem Spiel um ein statisches Spiel. Bei einem solchen Spiel treffen die beiden Spieler die Entscheidung gleichzeitig. Deshalb weiß keiner der beiden Spieler im Moment der Entscheidung, wie sich sein Gegenüber entscheiden wird. Daraus folgt, dass jeder Spieler für jede Strategie des Gegners überlegen muss, wie er auf die jeweilige gegnerische Strategie reagieren würde. Er muss also alle Szenarien durchdenken.[15]

Dabei sucht jeder Spieler i allgemein nach einer Strategie $\hat{s}_i \in S_i$, welche die sogenannte beste Antwort auf die Strategie s_{-i} seines Gegenspielers ist. Eine streng beste Antwort auf eine solche Strategiekombination ist so definiert, dass sie dem Spieler i den höchsten Nutzen all seiner Strategien bringt, insofern der Gegner s_{-i} spielt. Ist nur von einer besten und keiner streng besten Antwort die Rede, kann es auch andere Strategien von i geben, die eine gleich hohe Auszahlung wie die beste Antwort bieten. Wenn das der Fall ist, spricht man von schwach besten Antworten.[16, 17]

Eine beste Antwort $\hat{s}_i$ wird also mathematisch definiert als:

(1) $u_i(\hat{s}_i, s_{-i}) \geq u_i(s_i, s_{-i}) \; \forall \; s_i \in S_i$ [18]

Eine streng beste Antwort $\hat{s}_i$ wird entsprechend wie folgt definiert:

(2) $u_i(\hat{s}_i, s_{-i}) > u_i(s_i, s_{-i}) \; \forall \; s_i \in S_i \setminus \hat{s}_i$ [19]

In dem hier gewählten Beispiel des Gefangenendilemmas ist für den Spieler S die beste Antwort auf die Strategie V seines Gegners die Strategie K. Spannenderweise ist die beste Antwort auf die Strategie K seines Gegners ebenfalls die Strategie K. Es folgt, dass die Strategie K in allen Situationen die höchste Auszahlung liefert.

Man bezeichnet so eine Strategie $\hat{s}_i$, die für alle denkbaren Strategien des Gegners die streng beste Antwort ist, als streng dominant und alle anderen Strategien des Spielers i als streng dominiert. Mathematisch lässt sich eine strenge Dominanz wie folgt definieren:

(3) $u_i(\hat{s}_i, s_{-i}) > u_i(s_i, s_{-i}) \; \forall \; s_i \in S_i \setminus \hat{s}_i \land \forall \; s_{-i} \in S_{-i}$ [20]

Sieht man sich das Google Jobs Beispiel nun auch aus Sicht des Spielers T an, erkennt man, dass auch für ihn die Strategie K streng dominant ist.

Die Eliminierung strikt dominierter Strategien ist ein wichtiges spieltheoretisches Lösungskonzept. Denn kein Spieler würde je eine Strategie wählen, die niemals eine beste Antwort auf irgendeine Strategie seines Gegners ist, womit man strikt dominierte Strategien aus der Auszahlungsmatrix streichen kann.[21]

In dem Google Jobs Gefangenendilemma sind für beide Spieler die Strategien K streng dominant und deshalb jeweils die Strategien V streng dominiert. Nach Eliminierung strikt dominierter Strategien erhält man folgende Entscheidungstabelle:

		T
		K
S	K	(2, 2)

Tabelle: 2

Das Ergebnis des Spiels ist also, dass beide Spieler kooperieren und sich auf Google Jobs listen lassen sollen.

3.1.2. Nash-Gleichgewicht & Pareto-Effizienz

Das Ergebnis, dass beide kooperieren sollen, wirkt auf den ersten Blick irrational. Es hätten beide Spieler mehr davon, wenn sie beide verweigern, was eine Auszahlung von 3 statt 2 für S und T bedeuten würde.

Grund für diese scheinbar irrationale Lösung ist, dass die Spieler keine bindenden Verträge abschließen können. Wenn die beiden Spieler die Vereinbarung treffen, beide zu verweigern, kann sich jeder Spieler besser stellen, indem er von der Vereinbarung abweicht und die Strategie K wählt. Er bekommt dann eine Auszahlung von 4 anstatt von 3. Die scheinbar irrationale Lösung der beidseitigen Kooperation zeichnet sich dadurch aus, dass sie von sich aus stabil ist. Wenn nämlich beide Spieler K wählen, kann jeder Spieler sich durch Abweichen von dieser Strategie nur von 2 auf 1 verschlechtern, damit hat kein Spieler einen Anreiz von der Kooperationsstrategie abzuweichen.[22]

Solch eine Stabilität gibt es immer dann, wenn die Spieler Strategien spielen, die gegenseitig beste Antworten sind. Die beste Antwort auf Kooperation von S ist also Kooperation von T und vice versa. Genau dieses Gleichgewicht durch gegenseitig beste Antworten ist ein Nash-Gleichgewicht. Formal gesprochen ist ein Strategienvektor $\hat{s}$ ein Nash-Gleichgewicht, wenn für jeden Spieler die Strategie $\hat{s}_i$ aus dem Strategienvektor die beste Antwort auf die Strategie des anderen Spielers in diesem Stragienvektor ist. Mathematisch wird das wie folgt definiert:

(4) $u_i(\hat{s}_i) \geq u_i(s_i, \hat{s}_i)\ \forall\ s_i \in S_i \land \forall\ i \in \mathbb{N}$ [23]

Tatsächlich ist dieses Nash-Gleichgewicht ein Spezialfall. Es wurde bereits angesprochen, dass die Lösung der beidseitigen Kooperation mit Google Jobs etwas irrational wirkt, da sich beide besser stellen könnten, wenn sie sich unisono entscheiden, Google Jobs zu verweigern. Man bezeichnet solche Nash-Gleichgewichte als pareto-ineffizient.[24]

Gibt es also in einem Spiel neben dem Nash-Gleichgewicht noch eine andere Strategiekombination, durch die sich alle Spieler eine höhere Auszahlung beschaffen könnten, so ist das Gleichgewicht dieses Spiels ineffizient.[25]

Diese Ineffizienz wirkt auf den ersten Blick wie etwas Schlechtes, allerdings kann Pareto-Ineffizienz ein in der Praxis sehr nützliches Konzept sein. Die Ineffizienz ist nämlich immer zum Schaden der Spieler, nicht aber unbedingt zum Schaden der Gesellschaft. Man muss dazu nur an das Kartellrecht denken. Schafft es die Legislative, Gesetze so zu entwickeln, dass Unternehmen, die Kartellabsprachen machen wollen, niemals zu einer effizienten Lösung kommen, so ist das für den gesunden Wettbewerb optimal.[26]

3.1.3. Bewertung des Ergebnisses

Es ist immer sinnvoll, die Ergebnisse, die einem die spieltheoretische Analyse liefert, auf ihre Sinnhaftigkeit zu überprüfen. Dazu muss man sich vor allem die impliziten Annahmen des jeweiligen Modells ansehen.

Eine wichtige Annahme ist, dass es sich um ein Einmalspiel handelt und die Spieler sich per Definition nach dem Spiel nie wieder sehen.[27]

In der Realität sieht es nämlich mit Bezug auf Google Jobs so aus, dass jede Plattform bei ihrer Kooperation bedenken muss, dass alle anderen Plattformen ja sofort bemerken werden, wenn sie auf Google Jobs gelistet wird. Damit führt die Annahme des Einmalspiels bereits zu einem Problem, da es in der Realität eben kein Einmalspiel ist und alle Konkurrenten natürlich nachziehen würden, sobald sich ein Konkurrent auf die Plattform von Google begibt. Der Wert auf Google gelistet zu sein, ist also in Wahrheit geringer als in dem Einmalspiel, da man den Sichtbarkeitsvorteil maximal für ein paar Stunden hat.

Allerdings heißt das nicht, dass sich in der Realität nicht doch das im Modell gefundene Nash-Gleichgewicht einstellen würde. Angenommen alle Plattformen einigen sich auf die Verweigerung von Google. Es könnte nun eine kleine Plattform spekulieren, dass sich die großen Konkurrenten nicht extra wegen ihr auf Google Jobs listen werden. Wenn sie sich nun listen lässt, gerät die gesamte Vereinbarung aber stark ins Wanken, und sobald diese kleine Plattform dann erste große Erfolge mit Google erzielt, werden sich wieder alle listen lassen.

Obwohl das Modell sehr vereinfacht ist, zeigt sich also, dass die Einschätzung dahingehend, wie stabil verschiedene Vereinbarungen in der Realität sind, sinnvoll ist.

Die Darstellung dieser Situation als Einmalspiel ist wie gesagt recht unrealistisch, deshalb macht es Sinn noch einen Blick auf das wiederholte Gefangenendilemma zu werfen.

3.1.4. Wiederholtes Gefangenendilemma

Wenn man das Spiel nur begrenzt oft wiederholt, ist die beidseitige Wahl der Verweigerung von Google Jobs keine rationale Wahl. Geht man davon aus, dass das Spiel 500 Mal wiederholt wird, so wird man beim 500. Spiel so agieren wie bei einem Einmalspiel. Das liegt daran, dass man sich nach diesem letzten Spiel, genau wie nach einem Einmalspiel, nicht mehr sieht. Deshalb wird man im 500. Spiel das Nash-Gleichgewicht wählen. Begibt man sich aber gedanklich in das 499. Spiel, so wird klar, dass man in diesem genauso agieren muss, da im 500. Spiel ohnehin Kooperation gewählt wird. Für das 498. Spiel gilt entsprechend dasselbe. Per Rückwärtsinduktion kann man das Ganze immer weiter treiben bis man sich bei Spiel 1 befindet, in welchem es entsprechend auch am besten ist, das Nash-Gleichgewicht zu wählen.[28]

Allerdings kann man die Situation etwas umändern, indem man davon ausgeht, dass es nicht sicher ist, wie viele Spiele man spielt, es aber eine gewisse Wahrscheinlichkeit $1 - p$ gibt, mit der das Spiel in der nächsten Runde abbricht. Diese Annahme ist auch realitätsnäher als die, dass es eine fixe Anzahl an Spielen gibt. Im Google Jobs Beispiel kann man die Anzahl der Spiele nämlich auch damit gleichsetzen, wie lange der Markt für digitale Jobbörsen noch existieren wird, und dieser Zeitraum ist natürlich nicht fix festgelegt.[29]

Es wird davon ausgegangen, dass die beiden Plattformen S und T auf Basis einer gemeinsamen Vereinbarung eine Strategie spielen, bei der sie erst einmal bereit sind zu verweigern. Sobald sich aber eine der beiden Plattformen auf Google Jobs begibt, also kooperiert, wird sich auch die andere Plattform auf Google Jobs begeben. Diese Strategie wird als Grimm-Strategie bezeichnet.[30]

Die Auszahlung der Grimm-Strategie aus dem gesamten Spiel E, welches immer mit einer Wahrscheinlichkeit von p weitergeht, lautet für jeden der beiden Spieler wie folgt, insofern sich die beiden Spieler an ihre Abmachung (V, V) halten:

(5) $E[u(\text{V,V})] = 3 + p \cdot 3 + p^2 \cdot 3 + p^3 \cdot 3 + \ldots$ [31]

Entscheidet sich Spieler S oder Spieler T aber die Vereinbarung im N-ten Spiel zu brechen und mit Google Jobs zu kooperieren, bekommt er in den ersten $N - 1$ Runden eine Auszahlung von 3, die durch die beidseitige Verweigerung von Google Jobs entsteht. Im N-ten Spiel erhält er eine Auszahlung von 4 durch den Sichtbarkeitsvorteil, den er für kurze Zeit erhält, und danach eine Auszahlung von 2, da dann ja beide Plattformen auf Google Jobs gelistet sein werden. Die Auszahlungen für das gesamte Spiel lauten für den, die Vereinbarung brechenden Spieler, wie folgt:

(6) $E[u(\text{K}_\text{N}, \text{Grimm})] = 3 + p \cdot 3 + p^2 \cdot 3 + p^3 \cdot 3 + \ldots + p^{N-1} \cdot 3 + p^N \cdot 4 + p^{N+1} \cdot 2 + p^{N+2} \cdot 2 + p^{N+3} \cdot 2 + \ldots$ [32]

Setzt man die beiden Auszahlungen nun noch gleich, so ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit von $p = x$, bei der es egal ist, ob man sich an die Vereinbarung hält oder nicht, wobei p wie gesagt beschreibt, mit welcher Wahrscheinlichkeit das Spiel in der nächsten Runde weitergeht. Die genaue Berechnung von x übersteigt den Umfang dieser Arbeit. Ist p aber größer als x, so macht es durchaus Sinn, sich an die Vereinbarung zu halten.[33]

Und mit Blick auf das Beispiel Google Jobs ist p wohl recht hoch, da man diese Zahl in gewisser Weise dahingehend interpretieren kann, wie lange es den Markt der Jobbörsen noch geben wird.

Es zeigt sich also, dass die Annahme eines mehrfach wiederholten Spiels in diesem Fall auf mehr Kooperation zwischen den Jobplattformen und mehr Ablehnung von Google Jobs schließen lässt. Allerdings ist der beispielhaft geäußerte Einwand eines kleinen Konkurrenten, der sich doch einmal auf Google Jobs einlässt, immer noch relevant. So zeichnet sich nämlich die Grimm Strategie und jede auf ihr basierende Vereinbarung dadurch aus, dass selbst bei zufälligen Störungen der Vereinbarungen die gesamte Vereinbarung für immer vernichtet wird und schließlich doch wieder alle die pareto-ineffiziente Variante wählen.

3.2. Das Chicken-Game – Schedule Chicken

Das zweite sehr bekannte Spiel in Bezug auf das Nash-Gleichgewicht in reinen Strategien ist das Chicken-Game.[34]

Das Chicken-Game kann beispielsweise im Projektmanagement als hilfreiches Modell verwendet werden. Eine entsprechende Entscheidungssituation tritt dann ein, wenn beide Teams hinter ihren Planvorgaben zurückliegen, aber keines der Teams das erste sein will, das seine Verzögerung zugibt. Man bezeichnet diese Situation in Projektmanagement-Kreisen als Schedule Chicken.[35]

Für dieses Beispiel wird als Projekt ein Datenverarbeitungsprogramm angenommen, an dem zwei Teams arbeiten. Spieler UI ist das Team, das an der Benutzeroberfläche und den Grafiken arbeitet, Spieler UX das Team, das an Funktionen des Programmes arbeitet. Beide Teams liegen hinter ihrem Zeitplan zurück, sobald ein Team zugibt (Z), dass es hinter den Plänen zurückliegt, nimmt es die ganze Schuld für die Projektverspätung auf sich und das Team, das schweigt (S), bleibt ungestraft. Geben es beide gleichzeitig zu, bekommen sie beide einen Teil der Schuld. Gibt es aber keines der beiden Teams zu, werden sie am Ende ohne fertiges Projekt dastehen, was die schlechteste Situation für beide ist, da die Kunden enorm über die Unehrlichkeit und Unpünktlichkeit enttäuscht sein werden.

Die Entscheidungstabelle des Spiels lässt sich wie folgt darstellen:[36]

		UI	
		Z	S
UX	Z	(3, 3)	(2, 4)
	S	(4, 2)	(1, 1)

Tabelle: 3

Dieses Spiel kann man mit der iterativen Dominanz weder vereinfachen noch lösen.

Da allerdings für beide Spieler S die beste Antwort auf Z ist und Z die beste Antwort auf S, sind die Strategiekombinationen (S, Z) und (Z, S) Nash-Gleichgewichte. Allerdings helfen die Nash-Gleichgewichte in diesem Fall nicht sofort weiter. Es gibt nämlich ein Koordinationsproblem, da keiner der beiden Spieler, ohne mit dem anderen zu kommunizieren, weiß, welches der beiden Nash-Gleichgewichte gespielt wird.[37]

Wenn es verschiedene Nash-Gleichgewichte gibt, die auch noch genau asymmetrisch sind, das erste Gleichgewicht (S, Z) für den Spieler UX also genau das gleiche bedeutet, wie das zweite Gleichgewicht (Z, S) für den Spieler UI, so ist das Koordinationsproblem im Grunde nur durch Kommunikation oder Normen zu lösen.[38]

Es geht dabei darum, durch bestimmte Prozesse eine der Strategien zum sogenannten Fokus-Punkt zu machen. Der Fokus-Punkt ist ein Hilfsmittel bei der Koordination. So helfen beispielsweise kulturelle Konventionen dabei, Aufmerksamkeit auf eine Lösung zu lenken.[39]

Ist es also in der Software-Branche grundsätzlich üblich (Normen und Konventionen), dass es die kreativen Designer (UI) etwas laxer mit ihren Zeitplänen nehmen als die Programmierer (UX), wird sich der Fokuspunkt auf das Gleichgewicht richten, in dem der Spieler UI zugibt und der Spieler UX schweigt.[40]

Obwohl die Kommunikation und die auf ihrer Basis getroffenen Vereinbarungen in diesem Fall nicht bindend sind, tun beide Spieler gut daran, das Nash-Gleichgewicht zu spielen, das sie ausgemacht haben, da sie durch einseitiges Abweichen davon den größten Schaden nehmen würden.

In der Praxis spielt bei diesem Beispiel aber weder die Auswahl des Gleichgewichts, noch die Koordination der beiden Spieler die entscheidende Rolle. Durch diese spieltheoretische Analyse wurde klar, dass diese Situation immer zu einem Ergebnis führt, das für den Auftraggeber schlecht ist. Schließlich sind aus Sicht des Unternehmens, welches dieses Projekt in Auftrag gegeben hat, beide Nash-Gleichgewichte unvorteilhaft. Denn bei beiden Gleichgewichten wird der Auftraggeber von einem der Teams angelogen. In der Praxis muss der Auftraggeber aus dieser spieltheoretischen Analyse die Schlussfolgerung ziehen, dass er die grundlegende Situation verändern muss. Er muss die Situation so anpassen, dass sich Nash-Gleichgewichte ergeben, bei denen er von niemandem belogen wird. Das Management muss also versuchen, die Anreize so zu gestalten, dass es niemals zu so einem Spiel kommt. Die Veränderung von Spielen durch Anreizmechanismen ist eine in der Praxis sehr wichtige Thematik, welche in Kapitel 5.2.2. noch behandelt wird.[41]

In diesem Beispiel könnte man beispielsweise eine Regel einführen, die besagt, dass man, sobald ein Team Rückstände eingesteht, auch alle anderen Teams dahingehend überprüft, ob sie im Plan liegen. Liegen auch andere Teams zurück, so werden diese härter dafür bestraft als das Team, welches die Rückstände als erstes gemeldet hat.

4. Nash-Gleichgewicht in gemischten Strategien

Bisher war immer nur davon die Rede, dass man eine einzige Strategie spielt. Es gibt aber beispielsweise auch den Fall, dass man eine Strategie mit 1/3 Wahrscheinlichkeit spielt und eine andere mit 2/3 Wahrscheinlichkeit. Man bezeichnet das als eine gemischte Strategie. Die Strategie des Spielers besteht dann nicht mehr in der Auswahl einer Strategie, sondern in der Wahl einer Wahrscheinlichkeitsverteilung über alle seine einzelnen Strategien.[42]

Die einzelnen Strategien, die bisher betrachtet wurden, bezeichnet man als reine Strategien.[43]

Eine Besonderheit der gemischten Strategien ist der Zufallsmechanismus. Man geht nämlich davon aus, dass der Spieler seine Wahrscheinlichkeitsverteilung festlegt, dann aber immer den Zufall entscheiden lässt, welche Strategie in einem beliebigen Spiel gespielt wird. Man kann sich das so vorstellen, dass ein Spieler immer auf Basis eines Würfelwurfes seine Strategie auswählt, seinen Würfel aber so zinkt, dass die Wahrscheinlichkeiten, dass er auf die Seite einer gewissen Strategie fällt, den Wahrscheinlichkeiten der eigenen Verteilung entspricht. Einen Zufallsmechanismus zu verwenden ist aus mathematischen Gründen wichtig. Es gibt aber auch eine intuitive Begründung dafür, warum dieser Zufallsmechanismus Sinn macht. Durch den Zufallsmechanismus weiß man nämlich selbst nicht genau, welche Strategie man in einem spezifischen Fall spielen wird. Weil man es selbst nicht weiß, kann einen der Gegner nicht durchschauen und kann ebenso nur mit Wahrscheinlichkeiten rechnen.[44]

Für das nächste Beispiel werden zwei fiktive Spieler angenommen. Der erste Spieler ist ein großer Stahlkonzern namens VAUST, folgend mit V abgekürzt, mit zwei Fabriken in den Regionen OST und WEST. Der zweite Spieler ist eine staatliche Kontrollinstanz, die als STAAT bezeichnet wird, die Einhaltung von Umweltauflagen überprüft und folgend mit

S abgekürzt wird. V hält jeden Monat in einer der beiden Fabriken die Auflagen nicht ganz ein, um Kosten zu sparen. S kann sich aber jeden Monat nur eine Kontrolle bei V leisten und muss sich daher immer für eine der beiden Fabriken entscheiden. Für S ist eine Kontrolle in OST besonders teuer, weil es sich zwar um eine kleine, dafür aber sehr komplexe Anlage handelt. Wenn S also in OST kontrolliert, V aber in WEST betrügt, ist das eine für S besonders teure Fehlkontrolle. Wenn S in OST V beim Betrug ertappt, ist der Gewinn für S hingegen nicht sehr hoch, da man die Strafen, die S kassieren kann, gegen die hohen Kosten abwägen muss. In West hingegen ist die Kontrolle günstiger. Eine Kontrolle, die ins Leere geht, bringt also weniger Verlust, entsprechend muss S den Strafeinnahmen auch weniger Kosten gegenrechnen - der Gewinn bei erfolgreicher Kontrolle ist also höher. Für V ist es besonders unvorteilhaft, wenn es in OST erwischt wird, da die Fabrik dort ziemlich komplex ist und ohnehin mit engen Margen arbeitet. Eine Strafzahlung bringt dort den Standortbetrieb also ziemlich in Schwierigkeiten. Da der Standort aber klein ist, ist erfolgreicher Betrug in OST auch nicht besonders gewinnbringend. In West hingegen hat V eine größere Fabrik, erfolgreicher Betrug ist also sehr profitabel. Da der Standort finanziell ohnehin sehr stabil ist, fällt auch eine Strafzahlung nicht so schwer ins Gewicht wie in OST. Daraus ergibt sich folgende Auszahlungsmatrix:

		V	
		OST	WEST
S	OST	(1, -2)	(-2, 2)
	WEST	(-1, 1)	(2, -1)

Tabelle: 4

Es handelt sich bei diesem Spiel um ein Diskoordinationsspiel, während S immer Koordination erreichen will, um V beim Betrug zu erwischen, will V immer das Gegenteil erreichen, um nicht erwischt zu werden.[45]

Wie man an den Auszahlungen sehen kann, gibt es keine dominanten Strategien. Auch kann man für das Spiel kein Nash-Gleichgewicht in reinen Strategien finden, da es in jedem Feld der Matrix einen Spieler gibt, der sich durch einseitiges Abweichen besserstellen kann.

Um das Spiel spieltheoretisch zu lösen, muss man sich die erwarteten Auszahlungen für jede reine Strategie jedes Spielers errechnen. Es wird dafür angenommen, dass der Gegenspieler mit einer Wahrscheinlichkeit p die Strategie OST spielt und mit einer Wahrscheinlichkeit $1 - p$ die Strategie West.[46]

(7) $u_{\mathrm{S}}(\mathrm{OST}) = p_{\mathrm{V}} \cdot 1 + (1 - p_{\mathrm{V}}) \cdot (-2)$

(8) $u_{\mathrm{S}}(\text{WEST}) = p_{\mathrm{V}} \cdot (-1) + (1 - p_{\mathrm{V}}) \cdot 2$

(9) $u_{\mathrm{V}}(\text{OST}) = p_{\mathrm{S}} \cdot (-2) + (1 - p_{\mathrm{S}}) \cdot 1$

(10) $u_{\mathrm{V}}(\text{WEST}) = p_{\mathrm{S}} \cdot 2 + (1 - p_{\mathrm{S}}) \cdot (-1)$

Eine gemischte Strategie kann ein Spieler nur dann sinnvollerweise spielen, wenn die erwarteten Auszahlungen aller reinen Strategien, die in der gemischten Strategie mit einer positiven Wahrscheinlichkeit enthalten sind, gleich sind. Denn wenn einem eine Strategie x eine höhere erwartete Auszahlung bringt als eine andere Strategie y, kann man sich durch eine Kombination der beiden immer nur schlechter stellen, als würde man einfach nur x spielen.[47]

Es gilt also die erwarteten Auszahlungen, die die beiden Spieler für ihre reinen Strategien erhalten, jeweils gleichzusetzen:

(11) $p_{\mathrm{V}} \cdot 1 + (1 - p_{\mathrm{V}}) \cdot (-2) = p_{\mathrm{V}} \cdot (-1) + (1 - p_{\mathrm{V}}) \cdot 2 \Rightarrow \; p_{\mathrm{V}} = 2/3$

(12) $p_{\mathrm{S}} \cdot (-2) + (1 - p_{\mathrm{S}}) \cdot 1 = p_{\mathrm{S}} \cdot 2 + (1 - p_{\mathrm{S}}) \cdot (-1) \Rightarrow \; p_{\mathrm{S}} = 1/3$

Das Nash-Gleichgewicht besteht also darin, dass V in 2/3 der Fälle in OST betrügt und S in 1/3 der Fälle in OST kontrolliert.

Diese Situation zeichnet sich wie gesagt dadurch aus, dass bei den gegebenen Wahrscheinlichkeiten des Gegners, die eigenen reinen Strategien dieselbe Auszahlung liefern. Deshalb ist die Situation stabil. Würde der Gegenspieler seine Wahrscheinlichkeit ändern, so würde eine der beiden Strategien, die man zur Auswahl hat, eine höhere Auszahlung bieten, woraufhin man nur mehr diese Strategie spielen würde.[48]

Damit hat keiner der beiden Spieler jeweils einen Anreiz, seine Strategien nicht mit der gegebenen Wahrscheinlichkeit zu spielen. Jedem Spieler ist egal, mit welcher Wahrscheinlichkeit er seine reinen Strategien spielt. Keiner der Spieler kann sich durch eigenständiges Abweichen von den Wahrscheinlichkeiten verbessern. Genau diese Situation ist ein Nash-Gleichgewicht in gemischten Strategien. Dieses Nash-Gleichgewicht wirkt aber in vielerlei Hinsicht schwächer als das bei reinen Strategien. Von diesem Nash-Gleichgewicht kann man abweichen, ohne direkten Schaden zu nehmen. Es gibt keinen Anreiz dazu, im Gegensatz zu den bisher betrachteten Nash-Gleichgewichten verschlechtert sich die eigene Situation dadurch aber nicht. Man bezeichnet solche Gleichgewichte, bei denen man sich durch Abweichen zwar nicht verbessern kann aber auch nicht verschlechtert, als nicht strikt.[49]

Ein Nash-Gleichgewicht in gemischten Strategien kann übrigens niemals strikt sein. Dafür müsste man sich durch Abweichen von der gemischten Strategie verschlechtern können. Das würde aber bedeuten, dass man sich verschlechtert, weil man eine reine Strategie öfter spielt als im Gleichgewicht und die andere weniger oft. Da aber beide reinen Strategien im Gleichgewicht per Definition dieselben Auszahlungen haben, ist so eine Verschlechterung nicht möglich.[50]

Ein weiterer Aspekt, der auffällt, ist, dass die Bedingung für das Gleichgewicht eines Spielers nicht von seiner eigenen, sondern von der gemischten Strategie des anderen Spielers abhängt. Wie man an den Gleichungen (7), (8), (9) und (10) erkennt, ist die erwartete Auszahlung des einen Spielers immer durch die Wahrscheinlichkeitsverteilung des anderen definiert.[51]

Auf den ersten Blick entsteht das Gefühl, dass im Gleichgewicht der andere die ganze Macht über einen hat. Da man aber auf der anderen Seite auch die ganze Macht über den Gegner hat, gleicht sich das wieder aus. Es herrscht ein Gleichgewicht.

4.1. Reaktionskurven

Weicht der Gegenspieler von seiner Gleichgewichtsstrategie ab, so wird bei einem selbst plötzlich eine reine Strategie besser als die andere, woraufhin man nur mehr diese andere reine Strategie spielen wird. Man kann dieses Verhalten mit sogenannten Reaktionskurven, r, veranschaulichen. Dazu muss man sich für jeden der beiden Spieler ansehen, welche der beiden reinen Strategien eine höhere Auszahlung als die andere bekommt, wenn der Gegenspieler seine Wahrscheinlichkeiten ändert. In diesem Fall wird bei Spieler V die Option WEST attraktiver, sobald sich p_{S}, also die Wahrscheinlichkeit, dass S die Strategie OST spielt, über 1/3 erhöht. Wenn S p_{S} aber reduziert, wird für V sofort OST attraktiver. Für S gilt in Bezug auf p_{V} genau das Gegenteil.[52]

Vor allem für komplexere Spiele ist die hier dargestellte Methode der Gleichgewichtsberechnung etwas umständlich. Deshalb wird im Folgenden noch der anfangs etwas weniger intuitive, aber eigentlich einfachere Weg der Herleitung des Gleichgewichts durch partielles Ableiten dargestellt.[53]

Dazu muss man zuerst die Auszahlungserwartung jedes Spielers für das ganze Spiel aufstellen. Diese ergibt sich durch die Multiplikation der erwarteten Auszahlung jeder reinen Strategie mit der Wahrscheinlichkeit, dass die jeweilige reine Strategie gespielt wird:[54]

(13) $u_{\mathrm{S}}(q_{\mathrm{S}}, q_V) = p_{\mathrm{S}} \cdot \left(p_{\mathrm{V}} \cdot 1 + (1 - p_{\mathrm{V}}) \cdot (-2)\right) + (1 - p_{\mathrm{S}}) \cdot (p_{\mathrm{V}} \cdot (-1) + (1 - p_{\mathrm{V}}) \cdot 2) = 6 \cdot p_{\mathrm{S}} \cdot p_{\mathrm{V}} - 3 \cdot p_{\mathrm{V}} - 4 \cdot p_{\mathrm{S}} + 2$

(14) $u_{\mathrm{V}}(q_{\mathrm{S}}, q_{\mathrm{V}}) = p_{\mathrm{V}} \cdot (p_{\mathrm{S}} \cdot (-2) + (1 - p_{\mathrm{S}}) \cdot 1) + (1 - p_{\mathrm{V}}) \cdot \left(p_{\mathrm{S}} \cdot 2 + (1 - p_{\mathrm{S}}) \cdot (-1)\right) = (-6) \cdot p_{\mathrm{S}} \cdot p_{\mathrm{V}} + 2 \cdot p_{\mathrm{V}} + 3 \cdot p_{\mathrm{S}} - 1$

Es gilt nun für jeden Spieler die Auszahlungsfunktion partiell nach seiner eigenen Wahrscheinlichkeitsverteilung abzuleiten:[55]

(15) $\frac{\partial u_{\mathrm{S}}(q_{\mathrm{S}},\ q_{\mathrm{V}})}{\partial p_{\mathrm{S}}} = 6 \cdot\ p_{\mathrm{V}} - 4$

(16) $\frac{\partial u_{\mathrm{F}}(q_{\mathrm{S}},\ q_{\mathrm{V}})}{\partial p_{\mathrm{V}}} = -6 \cdot\ p_{\mathrm{S}} + 2$

Beim partiellen Ableiten nach der eigenen Wahrscheinlichkeit p stellt man in mathematischer Sprache die Frage, wie sich die Auszahlungen verändern, wenn man p minimal verändert. Wobei man unter minimal versteht, dass die Veränderung gegen 0 geht. Um das Nash-Gleichgewicht zu finden, setzt man diese partielle Ableitung schließlich gleich 0. Man stellt also eigentlich dieselbe Frage, die auch vorhin, etwas weniger mathematisch gestellt wurde. Man fragt, wann es egal ist, mit welcher Wahrscheinlichkeit man seine eigenen reinen Strategien spielt, wann also die reinen Strategien die gleichen erwarteten Auszahlungen aufweisen. Das ist genau dann der Fall, wenn eine Änderung von p die Auszahlungen nicht mehr verändert, wenn die partielle Ableitung also null ist.

Man macht mit dem partiellen Ableiten also im Grunde das Gleiche wie mit der Gleichsetzung der erwarteten Auszahlungen. Stellt man die partielle Ableitung ∂ von jedem der Spieler im selben Koordinatensystem dar, ergibt sich folgendes Bild:

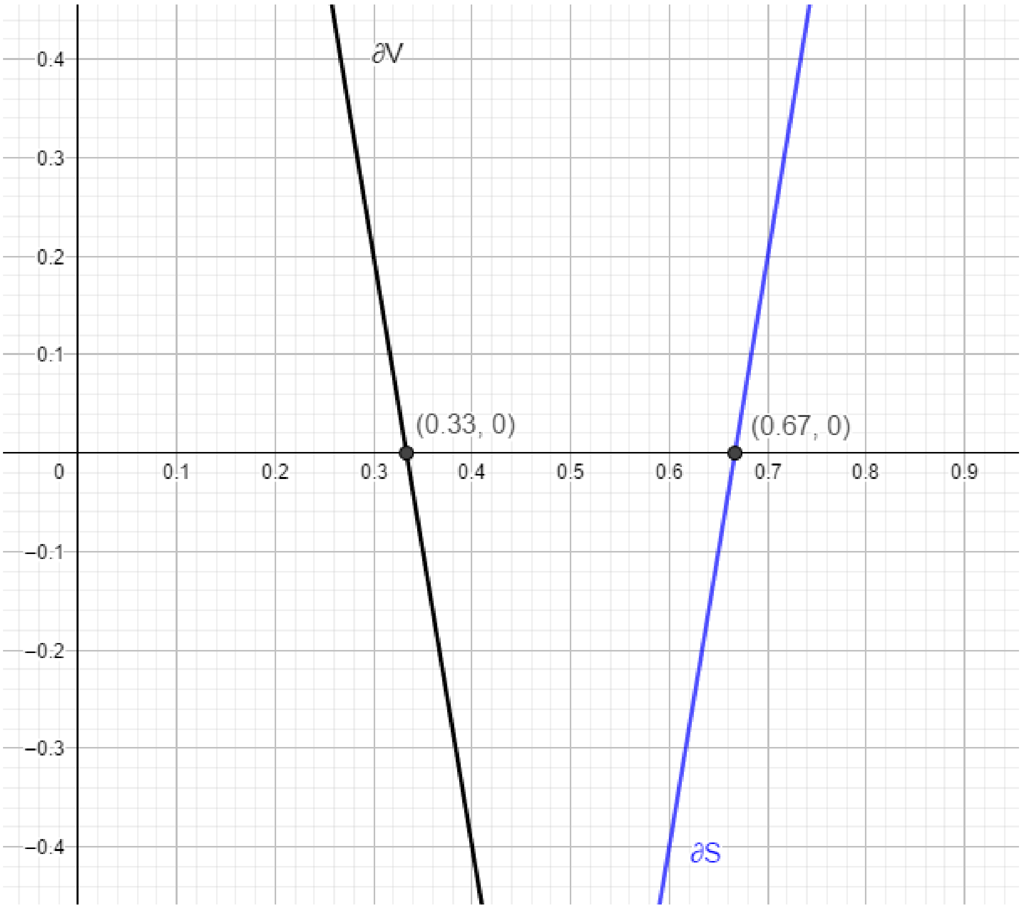


Abb. 1: Grafische Darstellung der partiellen Ableitungsfunktionen von S und V

Jede der beiden partiellen Ableitungen ist also abhängig von der gemischten Strategie, die der Gegner spielt. Der X-Wert in der Grafik steht jeweils für die Wahrscheinlichkeit, dass der Gegner seine Strategie OST spielt. Der Y-Wert gibt den Wert der eigenen partiellen Ableitung bei dieser gegnerischen Wahrscheinlichkeit an. Wie man sieht, ist die partielle Ableitung von V null, wenn S die Strategie OST mit einer Wahrscheinlichkeit von 1/3 spielt. Für S ist die partielle Ableitung null, wenn V seine Strategie OST mit einer Wahrscheinlichkeit von 2/3 spielt. An Abb. 1 kann man erkennen, dass eine Erhöhung von p_{S} zur Folge hat, dass die partielle Ableitungsfunktion von V in den negativen Bereich geht. Das bedeutet, dass die Strategie OST für ihn unattraktiver ist als die Strategie West. Wird hingegen p_{S} gesenkt, ist die Strategie OST attraktiver als die Strategie West. Genau umgekehrt verhält es sich für S und die Wahrscheinlichkeit p_{V}. Dass die partielle Ableitungsfunktion von S eine positive und die von V eine negative Steigung aufweist, kann man sehr einfach erklären. Wenn die Wahrscheinlichkeit der Strategie OST des Gegners steigt, wird für V die Option in OST zu betrügen immer unattraktiver, da er dort vermehrt ertappt wird. Für S hingegen wird die Option in OST zu kontrollieren immer attraktiver, da er dort vermehrt erfolgreich kontrolliert.

Man kann die gesamte Situation mit den schon erwähnten Reaktionskurven, r,darstellen:[56]

$$(17)\ r_{\mathrm{S}} \begin{cases} \{0\} \text{ für } p_{\mathrm{V}} < 2/3 \\ [0,1] \text{ für } p_{\mathrm{V}} = 2/3 \\ \{1\} \text{ für } p_{\mathrm{V}} > 2/3 \end{cases}$$

$$(18)\ r_{\mathrm{F}} \begin{cases} \{1\} \text{ für } p_{\mathrm{S}} < 1/3 \\ [0,1] \text{ für } p_{\mathrm{S}} = 1/3 \\ \{0\} \text{ für } p_{\mathrm{S}} > 1/3 \end{cases}$$

An der grafischen Darstellung der Reaktionskurven erkennt man sehr gut, dass sich die beiden Kurven genau im Punkt des Nash-Gleichgewichts schneiden. Darüber hinaus erkennt man, dass es bei der gegnerischen Nash-Gleichgewicht-Wahrscheinlichkeit ganz egal ist, mit welcher Wahrscheinlichkeit man seine eigene Strategie OST spielt, was die Voraussetzung für das gemischte Nash-Gleichgewicht ist.[57]

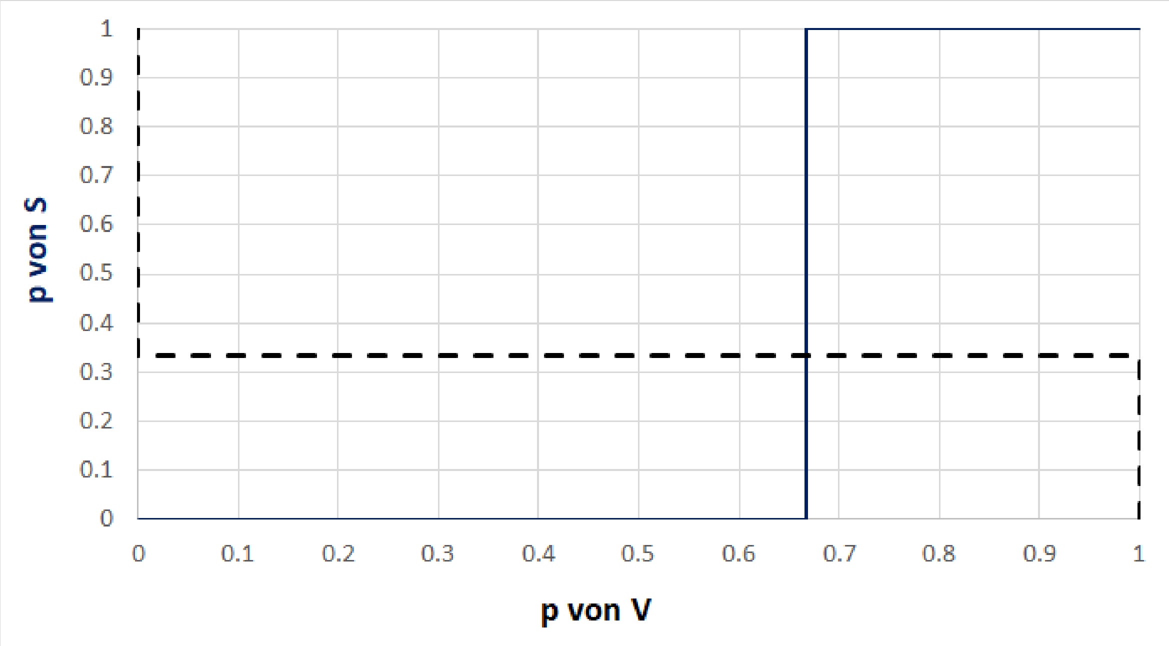


Abb. 2: Reaktionskurven von V und S

4.2. Gemischte Strategien in der Realität

Das Konzept der gemischten Strategien wirkt teilweise unrealistisch und wenig intuitiv. Schon die Grundannahme, dass ein Zufallsmechanismus die endgültige Entscheidung trifft, scheint, vor allem in Bezug auf Wirtschaft, nicht sehr realistisch. Diese Probleme beschäftigen Spieltheoretiker bis heute und sind häufige Kritikpunkte an der Spieltheorie.[58, 59]

Allerdings gibt es Fälle, wie das Beispiel mit dem betrügerischen Stahlkonzern VAUST, in denen gemischte Strategien eine sehr gute Annäherung dafür darstellen, was tatsächlich passiert. So ist es tatsächlich realistisch, dass eine Kontrollbehörde es sich nicht leisten kann, alle Fabriken von jedem Konzern zu untersuchen. In diesem Fall ist die sinnvollste Methode, jede Fabrik ein bisschen zu untersuchen. Wenn es aber nur vollständige Kontrollen gibt, es also nicht möglich ist, ein bisschen zu untersuchen, ist die beste Variante, die Wahl der zu untersuchenden Fabrik immer zufällig zu wechseln. Auf diese Weise kann der Stahlkonzern sich nur schlecht auf die Kontrollen einstellen. Es ist also sehr sinnvoll in diesem Fall eine gemischte Strategie zu spielen und einen Zufallsmechanismus zu nutzen.[60]

Darüber hinaus sind Entscheidungen, die auf einem Zufallsmechanismus basieren, in der Realität oft mit sehr vielen Vorteilen verbunden. Die oft sehr negative Einstellung gegenüber dem Zufall als validem Entscheidungsmechanismus wird dem nicht gerecht. Deshalb sind gemischte Strategien in vielen Fällen sinnvoller und praktikabler als gemeinhin angenommen wird.[61]

5. Nash-Gleichgewicht in der Wirtschaft

Dieses Kapitel erläutert die Frage, welche Anwendungsmöglichkeiten es für das Nash-Gleichgewicht in wirtschaftspolitischen beziehungsweise wirtschaftlichen Entscheidungen gibt, und wo die aktuellen Grenzen der sinnvollen Anwendung liegen.

Dabei kann man oft nicht pauschal sagen, dass ein gewisses Modell gut oder schlecht, für die Praxis relevant oder nicht relevant ist. Schließlich gibt es ganz unterschiedliche Faktoren, nach denen man Modelle der Spieltheorie und ihre Ergebnisse bewerten kann.

So kann ein Modell gut sein, weil es einen bestimmten Sachverhalt der Realität besonders gut beschreibt. Ein Modell kann gut sein, weil es mathematisch sehr ausgeklügelt ist und neue Konzepte entwirft, für die Realität aber nicht wirklich brauchbar ist. Ein Modell kann aber auch gut sein, wenn es kein absolut realistisches Abbild der Realität, dafür aber Handlungsanweisungen oder Sichtweisen für die Praxis liefert, die so bisher noch nicht in Betracht gezogen wurden.

5.1. Kritik an der Spieltheorie

Die Spieltheorie hat viele Kritiker und nicht alle setzen die Entwicklung des Nash-Gleichgewichts in den Sozialwissenschaften mit der Entdeckung der DNA in der Biologie auf eine Stufe der Wichtigkeit, wie der Wirtschaftswissenschaftler und Spieltheoretiker Roger B. Myerson das tut.[62]

Eine sehr häufige Kritik an der Spieltheorie ist, dass die Modelle ohnehin vereinfacht und damit unrealistisch sind, weshalb eine Anwendung von Spieltheorie mit Bezug auf die Praxis keinen Sinn macht.[63]

Noch etwas drastischer formulierte es der Philosoph und Erfolgsautor Nassim Nicholas Taleb in seinem Buch „The Black Swan“:

> „Any reduction of the world around us can have explosive consequences since it rules out some sources of uncertainty; it drives us to a misunderstanding of the fabric of the world.”[64]

Es ist korrekt, dass Modelle die Realität vereinfachen, womit man die Welt einfacher sieht als sie ist. Denkt, beziehungsweise handelt man nun nur mehr auf Basis dieser vereinfachten Welt, so wird das nicht lange gutgehen. Wer also die ganze Zeit nur auf die Landkarte schaut, wird einen verzerrten Blick auf die Realität bekommen und das kann drastische Konsequenzen haben.

Allerdings bedeutet das Verwenden eines Modelles nicht, dass man die Realität aus den Augen verliert. Selbst ein vereinfachtes Modell kann durchaus praxisrelevante Erkenntnisse liefern.

An dieser Stelle ist die anfänglich besprochene Unterscheidung wichtig. Modelle sind heute vielfach tatsächlich noch nicht in der Lage die reale Welt ganz genau zu beschreiben. Sie sind aber sehr wohl in der Lage, neue Sichtweisen zu liefern, die auch für reale Entscheidungen sehr hilfreich sein können.[65, 66]

5.2. Komplexe Systeme und Ideenmodelle

In der jungen Wissenschaft komplexer Systeme beschäftigt man sich mit komplexen Systemen wie zum Beispiel Märkten.[67]

In dieser Wissenschaft geht es im Grunde darum, Modelle zu finden, die komplexe Systeme, wie eben Märkte, Ameisenkolonien oder das Immunsystem, beschreiben können. Dabei hat sich herausgestellt, dass in vielen Fällen, vor allem zu Beginn der Forschung, sogenannte Ideenmodelle weitaus hilfreicher sind als traditionelle Modelle, in welchen man versucht, alles detailliert und exakt darzustellen. Ideenmodelle sind dazu da, ein Grundverständnis von einem System oder Phänomen zu schaffen.[68]

Auch viele der heute besonders populären Modelle der Spieltheorie sind reine Ideenmodelle. Das wohl populärste Ideenmodell der Spieltheorie ist das Gefangenendilemma, welches in dieser Arbeit in Bezug auf Google Jobs schon ausführlich erläutert wurde. Und trotz der Einfachheit des Modells lieferte es durchaus spannende Erkenntnisse über diese komplexe wirtschaftliche Situation.

So brachte dieses einfache Ideenmodell die Erkenntnis, dass einfach nur zu kooperieren und auf den guten Willen der anderen zu hoffen, eine unzureichende Strategie ist, um gegen Google Jobs anzutreten. Von dieser Erkenntnis ausgehend, kann man sich nun weitere Konzepte überlegen, die Jobplattformen zu einem für sie vorteilhaften Verhalten bringen, allerdings übersteigen solche Überlegungen den Umfang dieser Arbeit.

Daran sieht man, dass die Kritiker der Spieltheorie durchaus recht haben, dass die Modelle teils sehr unrealistisch sind. Ihre Schlussfolgerung, dass die Erkenntnisse der Spieltheorie deshalb keinen Wert in der Praxis haben können, ist aber falsch.

Folgendes Zitat des britischen Statistikers George Edward Pelham Box beschreibt diesen Zusammenhang sehr passend:

> „All models are wrong, but some are useful."[69]

5.3. Anwendung in der Praxis

In der Wirtschaftspolitik steht man vor der Herausforderung, Probleme in sehr komplexen Situationen zu lösen. Egal, ob es darum geht, das einwandfreie Funktionieren von Märkten zu garantieren oder ein gutes System der sozialen Sicherheit zu erschaffen, die Situationen der Wirtschaftspolitik sind immer komplex und haben viele Facetten.[70]

Man steht nun aber nicht nur vor der Herausforderung, diese facettenreichen Situationen zu durchblicken, sondern soll auch noch Systeme erschaffen und Eingriffe durchführen, die die Situationen verbessern. Dabei ist es wichtig, keine Komponenten unbeachtet zu lassen, die dazu führen, dass die eigentlich guten Absichten der Eingriffe zu negativen Konsequenzen führen. Systematisches Durchdenken von diesen komplexen Situationen ist entsprechend unumgänglich.[71]

Die falsche Wirtschaftspolitik transformierte beispielsweise Venezuela, das im Jahre 1970 noch Mitglied der 20 reichsten Länder der Welt war, Stück für Stück zu einem der heute ärmsten Länder Lateinamerikas.[72]

Dabei kann die richtige Wirtschaftspolitik Millionen von Menschen aus der Armut retten, wie beispielsweise China in den vergangenen Jahren demonstrierte.[73]

Die Spieltheorie ist heute noch vielfach zu schlecht entwickelt, um wirkliche realistische Abbildungen der Realität zu schaffen und wie ein Computerprogramm die richtigen Lösungen für komplexe Situationen auszuwerfen. Vor allem im Rahmen der Wirtschaftspolitik, wenn die eigenen Handlungen entscheidende Auswirkungen auf ganze Staaten haben, sollte das blinde Vertrauen auf Modelle vermieden werden.

Vielfach führt die Komplexität von Modellen dazu, dass man zwar viele Faktoren der Realität abbildet, alle allerdings nicht 100 prozentig realistisch. Je mehr Faktoren man abbildet, desto mehr akkumulieren sich diese Ungenauigkeiten, und das Modell liefert ein Ergebnis, das zwar gut aussieht, in der Realität aber so nicht funktioniert. Deshalb sind einfache Modelle oft vorzuziehen. Auch tendiert man bei sehr komplexen Modellen mit einem eindeutigen Ergebnis gerne dazu, die Ergebnisse direkt zu übernehmen, anstatt sie nochmals zu überdenken. Das passiert bei einfachen Modellen, die einem eine ungefähre Richtung vorgeben oder eine neue Sichtweise zeigen, eher nicht.

Bei sehr komplexen und genauen Modellen ist aktuell die Grenze zwischen praktischer Anwendbarkeit der Spieltheorie in der Wirtschaft und rein theoretischer Arbeit zu ziehen. Das heißt aber nicht, dass sich diese Grenze in Zukunft nicht verschieben kann.

5.3.1. Strategisches Denken

Der große Wert, den Spieltheorie für Entscheider in der Wirtschaft heute bieten kann, liegt darin, dass sie es ermöglicht strategisch und systematisch zu denken. Sie erlaubt es - selbst in ganz einfachen Ideenmodellen - durchzudenken, welche Konsequenzen die eigenen Aktionen und Maßnahmen haben und wie sich die Handlungen der anderen Spieler auf die Gesamtsituation und einen selbst auswirken.[74]

Versucht man eine Situation spieltheoretisch darzustellen, muss man sich Gedanken darüber machen, wer überhaupt die Spieler sind. Man muss sich Gedanken darüber machen, welche Optionen und Handlungsalternativen diese Spieler haben und welche Auszahlungen sie besitzen, was sie also wollen. Alleine zur Darstellung einer Situation als Spiel ist man also gefordert, systematisch und strategisch zu denken, wodurch alleine in diesem Prozess schon ein großer Wert liegt.[75]

Vor allem in der Wirtschaftspolitik ist es sehr wichtig sich klar zu machen, wie gewisse Eingriffe von den Gruppen wahrgenommen werden, die davon betroffen sind.[76]

So mag beispielsweise eine Erhöhung des Mindestlohns aus der Perspektive des Politikers dazu führen, dass Unternehmen die Löhne erhöhen müssen und die Geringverdiener des Landes mehr Geld verdienen. Aus Sicht der Unternehmen könnte es aber beispielsweise auch einen Anreiz bedeuten, möglichst keine neuen Mitarbeiter einzustellen, sondern lieber Maschinen zu kaufen, da die Mitarbeiter zu teuer sind.

Der amerikanische Ökonom Thomas Sowell sieht als die Gründe hinter ökonomischem Irrtümern und Fehlentscheidungen, dass viele die Wirtschaft fälschlicherweise als Nullsummenspiel betrachten, die Rolle des Wettbewerbs an Märkten nicht beachten und nur an die sofortigen Konsequenzen einer gewissen Handlung denken und nicht an die langfristigen.[77]

Auch der französische Ökonom, Frédéric Bastiat, hat bereits im 19. Jahrhundert erkannt, dass alle ökonomischen Eingriffe nicht nur einen sofortigen Effekt haben, sondern auch eine Reihe an darauffolgenden Konsequenzen, die oft übersehen werden.[78]

Genau hier kann die Spieltheorie nützlich sein. Denkt man eine Situation als strategisches Spiel durch, muss man sich Gedanken machen über die Spieler, die mitspielen, die Auszahlungen, die diese Spieler haben sowie die Handlungsmöglichkeiten, die ihnen offenstehen. Dabei wird man erkennen, dass viele Situationen der Wirtschaft keine Nullsummenspiele sind. Der Einfluss des Wettbewerbs auf die Situation wird mit Sicherheit klar werden. Man wird auch den Fehler vermeiden, immer nur auf die offensichtlichste Konsequenz zu blicken.

Natürlich mag es offensichtlich scheinen, dass man wichtige Entscheidungen strategisch durchdenken muss, tatsächlich passiert das in der Praxis aber oft nicht. Baut man die Spieltheorie aber stringent in die eigenen Entscheidungen ein, ist man gezwungen, strategisch zu denken. Mit spieltheoretischen Überlegungen wären beispielsweise auch die Mitglieder des amerikanischen Kongresses im Jahre 1971 gut beraten gewesen, als sie ihre eigenen Wahlkampfkosten mit einem Gesetz für TV-Werbung reduzieren wollten. Der Federal Election Campaign Act verpflichtete die TV-Netzwerke dazu, politischen Akteuren den geringsten Preis für ihre Kampagnen zu geben, den ein kommerzieller Kunde im selben Jahr bezahlt hat. Aus Sicht des Kongresses war der Effekt scheinbar offensichtlich. Sie würden ab sofort sehr günstige Preise bei ihren Kampagnen bekommen, da große kommerzielle Kunden bestimmt in der Lage sind gute Deals herauszuschlagen und der beste Deal ist, in Folge des Gesetzes, auch der Deal der Politiker. Allerdings führte der Eingriff dazu, dass die TV-Netzwerke bei den nächsten Kampagnen mehr Geld verdienten als zuvor und die Politiker mehr zahlen mussten. Aus Sicht der Netzwerke war nämlich klar, dass in Jahren politischer Wahlkämpfe keine Rabatte oder sonstige Preissenkungen für kommerzielle Kunden gewährt werden, um möglichst viel Geld von den Politikern verlangen zu können. Hätte man sich im Kongress spieltheoretisch mit dieser Situation auseinandergesetzt, wäre sofort klar geworden, dass so ein Effekt mit hoher Wahrscheinlichkeit eintreten würde.[79]

5.3.2. Mechanismusdesign

Beim Mechanismusdesign versucht man Situationen durch die richtigen Anreizmechanismen so zu verändern, dass ein gewünschtes Verhalten entsteht. In der Wirtschaftspolitik sind Anreizmechanismen ein zentraler Aspekt, ob es um das Patentrecht, Eigentumsrechte, das Kartellrecht oder Subventionen von umweltfördernden Maßnahmen geht. Alle diese Maßnahmen verändern die Spiele und ihre Auszahlungen mithilfe von Anreizen.[80]

Das Mechanismusdesign kann in diesem essentiellen Bereich der Wirtschaftspolitik ein sehr hilfreiches Werkzeug sein, neue Sichtweisen bieten und zu besser durchdachten Lösungen führen.

Außerdem kann die Spieltheorie beispielsweise in Verhandlungen mit Außenhandelspartnern helfen, zu zeigen, dass die kurzfristige Optimierung der eigenen Lage nicht unbedingt auch langfristig zur besten Lösung führt. Ein bekannter Spruch besagt, dass das Ganze mehr als die Summe seiner Teile ist. Das stimmt auch im Wirtschaftskontext. Die optimale langfristige Lösung kann eine Summe an Entscheidungen sein, die alle im Moment der Entscheidung nicht den meisten Vorteil gebracht haben.[81]

Die spieltheoretische Betrachtung hilft darüber hinaus zu erkennen, welchen Wert die verschiedenen Spieler miteinbringen, wie groß also die Wertschöpfung der verschiedenen Parteien ist. Diese Erkenntnis kann dazu beitragen, das Gegenüber nicht immer als Gegner zu sehen, sondern als Mitspieler mit dem man durch Kooperation das beste Ergebnis für alle herausholen kann, da man erkennt, dass beide Parteien gegenseitig Wert schaffen.[82]

Schon Karl Marx hat kritisiert, dass Philosophen die Welt nur anders interpretieren, wo es doch eigentlich darauf ankommt, sie zu verändern.[83]

In der Wirtschaftspolitik ist das keine neue Erkenntnis, doch sie muss ergänzt werden. Entscheidend ist, wie man die Welt beziehungsweise Wirtschaft verändert und genau bei dieser Frage kann die Spieltheorie, wenn auch nur in Form von Ideenmodellen, schon heute eine große Hilfe sein.

6. Ein Ausblick

Wichtig ist am Schluss noch anzumerken, dass die in dieser Arbeit vorgestellten spieltheoretischen Modelle, in Form der Bimatrix-Spiele, sehr einfach sind. Die extensive Darstellung mit Konzepten wie Drohungen, Bluff, verschiedenen Informationstypen und Phasen, erlaubt heute vielfach komplexere Modelle, die auch in der Wirtschaft noch realistischere Ergebnisse liefern können.[84]

Auch reichte der Umfang dieser Arbeit nicht, um sich mit dem Thema der Rationalitätstheorien, wie beispielsweise der Prospect Theory von Kahneman und Tversky zu befassen. Gerade in diesem Bereich hat die Spieltheorie in Kombination mit empirischer wirtschaftspsychologischer Forschung noch eine lange Reise vor sich, um sich von den vielfach vereinfachten Annahmen, wie dem stets nach Gewinn strebendem Homo Oeconomicus, zu verabschieden.

Das heißt aber wiederum nicht, dass die hier dargestellten Modelle nicht schon angewendet werden können. Ein komplexeres Modell ist nicht unbedingt besser, weil es mehr Faktoren der Realität berücksichtigt. Vielmehr liegt die Kunst darin, Modelle auf die relevanten Faktoren zu beschränken, um so den höchstmöglichen Erkenntnisgewinn zu haben.[85]

Man muss sich immer wieder ins Gedächtnis rufen, dass die Spieltheorie trotz ihres hohen Bekanntheitsgrades in wissenschaftlichen Kreisen eine sehr junge Wissenschaft ist. Dennoch sollten Spieltheoretiker nicht warten, ihre Modelle in die Praxis zu überführen, bis die Modelle in jeglicher Hinsicht perfekt sind. Wie in dieser Arbeit, am anschaulichsten wohl am Google Jobs Beispiel, gezeigt wurde, können schon einfache Ideenmodelle für die Praxis relevante Erkenntnisse liefern.

Ein populärwissenschaftlicher Ansatz, der die Grundkonzepte der Spieltheorie in die Köpfe der Manager und Politiker bringt, hat mit Sicherheit großes Potential und kann zu durchdachteren, kreativeren und besseren Entscheidungen in der Wirtschaft führen. Bei der Recherche für diese Arbeit wurde klar, dass genau solche Werke, die sich auf die Grundlagen beschränken und zeigen, wie man die Spieltheorie schon heute produktiv nutzen kann, Mangelware sind.

Literaturverzeichnis

1. Literatur in Papierform

Ableitinger, Christoph u.a.: Nash-Gleichgewicht und Minimax-Lösung – Gegenüberstellung zweier Konzepte der Spieltheorie. In: Mathematica Didactica. 2010, 33. Jg., S.58-78.

Bieta, Volker u.a.: Spieltheorie für Führungskräfte. Was Manager vom Militär über Strategie lernen können. Wien: 1998.

Bohnet, Iris: Kooperation und Kommunikation. Eine ökonomische Analyse individueller Entscheidungen. Tübingen: 1997 (Die Einheit der Gesellschaftswissenschaften. Bd. 98).

Diekmann, Andreas: Spieltheorie. Einführung, Beispiele, Experimente. Hamburg: 2009.

Mitchell, Melanie: Complexity. A Guided Tour [Elektronische Version]. New York: 2009.

Möstl, Rainer u.a.: Der Unternehmerführerschein. Entrepreneur’s Skills Certificate Modul B. Linz: 2015.

Nalebuff, Barry u.a.: Coopetition. 1. A revolutionary mindset that combines competition and cooperation; 2. The Game Theory strategy that’s changing thee game of business. London: 2002.

Napel, Stefan u.a.: Einführung in die Spieltheorie [Elektronische Version]. 8. Auflage. Berlin: 2019.

Nasher, Jack: Deal! Du gibst mir was ich will! München: 2015.

Riechmann, Thomas: Spieltheorie. 3., vollst. überarb. Auflage. München: 2010.

Rieck, Christian: Spieltheorie. Eine Einführung. 10., überarb. Auflage. Eschborn: 2010.

Sowell, Thomas: Basic Economics. A Common Sense Guide to the Economy. 5. Auflage. New York: 2015.

Taleb, Nassim Nicholas: The Black Swan. The Impact of the Highly Improbable [Elektronische Version]. London: 2008.

Winter, Stefan: Grundzüge der Spieltheorie. Ein Lehr- und Arbeitsbuch für das (Selbst-)Studium. Berlin: 2015.

Zitelmann, Rainer: Kapitalismus ist nicht das Problem, sondern die Lösung. Eine Zeitreise durch fünf Kontinente. 3. Auflage. München: 2019.

2. Online zur Verfügung gestellte Materialien

Barroso, Guillem: All models are wrong, but some are useful. 03.05.2018. URL: https://www.lacan.upc.edu/admoreWeb/2018/05/all-models-are-wrong-but-some-are-useful-george-e-p-box/. (Zugriff: 03.09.2019)

Bastiat, Frédéric: Essays on Political Economy. New York: 1874. In: Project Gutenberg. URL: http://www.gutenberg.org/files/15962/15962-h/15962-h.htm#e2. (Zugriff: 05.09.2019)

Beus, Johannes: Google Jobs in Deutschland: Marktführer über Nacht. 28.05.2019. URL: https://www.sistrix.de/news/google-jobs-in-deutschland-marktfuehrer-ueber-nacht/. (Zugriff: 12.08.2019)

Bruno, Frey u.a.: God does not play dice, but people should: random selection in politics, science and society. Zürich: 2014 (Working Paper Series. Nr. 144). Als Download: http://www.econ.uzh.ch/static/wp/econwp144.pdf. (Zugriff: 07.10.2019)

Egger Edeltraud u.a.: CSCW: Decision Theory versus Game Theory. IEMS'95. International Conference on Industry, Engineering and Management Systems. Paper. Cocoa Beach: 1995. Als Download: https://www.econ.tuwien.ac.at/hanappi/Papers/Egger_Hanappi_1995.pdf. (Zugriff: 05.08.2019)

Myerson, Roger: NASH EQUILIBRIUM AND THE HISTORY OF ECONOMIC THEORY. Chicago: 1999. Als Download: http://home.uchicago.edu/rmyerson/research/jelnash.pdf. (Zugriff: 05.12.2018)

Neckowicz, Kristy Tan: Winning the Game of Schedule Chicken. In: Project Management Institute (Hg.): PMI Global Congress 2011 – North America. Paper. Dallas u.a.: Oktober 2011. URL: https://www.pmi.org/learning/library/winning-game-schedule-chicken-6237. (Zugriff: 14.08.2019)

Abbildungsverzeichnis

[1] Vgl. Napel, Stefan u.a.: Einführung in die Spieltheorie [Elektronische Version]. 8. Auflage. Berlin: 2019. S. 419-421.
[2] Vgl. Rieck, Christian: Spieltheorie. Eine Einführung. 10., überarb. Auflage. Eschborn: 2010. S. 21.
[3] Vgl. Egger Edeltraud u.a.: CSCW: Decision Theory versus Game Theory. IEMS'95. International Conference on Industry, Engineering and Management Systems. Paper. Cocoa Beach: 1995, S. 3f. Als Download: https://www.econ.tuwien.ac.at/hanappi/Papers/Egger_Hanappi_1995.pdf. (Zugriff: 05.08.2019)
[4] Vgl. Diekmann, Andreas: Spieltheorie. Einführung, Beispiele, Experimente. Hamburg: 2009. S. 12.
[5] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 23.
[6] Vgl. Beus, Johannes: Google Jobs in Deutschland: Marktführer über Nacht. 28.05.2019. URL: https://www.sistrix.de/news/google-jobs-in-deutschland-marktfuehrer-ueber-nacht/. (Zugriff: 12.08.2019)
[7] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 39f.
[8] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 175.
[9] Vgl. Diekmann, Spieltheorie, S. 82.
[10] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 352f.
[11] Vgl. Ableitinger, Christoph u.a.: Nash-Gleichgewicht und Minimax-Lösung – Gegenüberstellung zweier Konzepte der Spieltheorie. In: Mathematica Didactica. 2010, 33. Jg., S.60.
[12] Vgl. Riechmann, Thomas: Spieltheorie. 3., vollst. Überarb. Auflage. München: 2010. S. 5-7.
[13] Vgl. Napel, Einführung, S. 2.
[14] Vgl. Bohnet, Iris: Kooperation und Kommunikation. Eine ökonomische Analyse individueller Entscheidungen. Tübingen: 1997 (Die Einheit der Gesellschaftswissenschaften. Bd. 98). S.11.
[15] Vgl. Riechmann, Spieltheorie, S. 21f.
[16] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 203.
[17] Vgl. Riechmann, Spieltheorie, S. 23f.
[18] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 203.
[19] Vgl. Riechmann, Spieltheorie, S. 23f.
[20] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 204.
[21] Vgl. Napel, Einführung, S. 60.
[22] Vgl. Napel, Einführung, S. 6.
[23] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 204.
[24] Vgl. Riechmann, Spieltheorie, S. 43.
[25] Vgl. Winter, Stefan: Grundzüge der Spieltheorie. Ein Lehr- und Arbeitsbuch für das (Selbst-)Studium. Berlin: 2015. S. 35.
[26] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 52f.
[27] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 216.
[28] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 319.
[29] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 320.
[30] Vgl. ebd.
[31] Vgl. Riechmann, Spieltheorie, S. 147.
[32] Vgl. ebd.
[33] Vgl. Riechmann, Spieltheorie, S. 154f.
[34] Vgl. Diekmann, Spieltheorie, S. 38f.
[35] Vgl. Neckowicz, Kristy Tan: Winning the Game of Schedule Chicken. In: Project Management Institute (Hg.): PMI Global Congress 2011 – North America. Paper. Dallas u.a.: Oktober 2011. URL: https://www.pmi.org/learning/library/winning-game-schedule-chicken-6237. (Zugriff: 14.08.2019)
[36] Vgl. Diekmann, Spieltheorie, S. 38f.
[37] Vgl. Napel, Einführung, S. 104.
[38] Vgl. Diekmann, Spieltheorie, S. 42f.
[39] Vgl. Napel, Einführung, S. 101.
[40] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 216.
[41] Vgl. Nalebuff, Barry u.a.: Coopetition. 1. A revolutionary mindset that combines competition and cooperation; 2. The Game Theory strategy that’s changing thee game of business. London: 2002. S. 67.
[42] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 80.
[43] Vgl. Napel, Einführung, S. 36.
[44] Vgl. Winter, Grundzüge, S. 52-54.

[45] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 77.
[46] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 81.
[47] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 85.
[48] Vgl. Winter, Grundzüge, S. 57.
[49] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 83.
[50] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 85.
[51] Vgl. Napel, Einführung, S. 77.
[52] Vgl. Winter, Grundzüge, S. 57.
[53] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 82.
[54] Vgl. Winter, Grundzüge, S. 56.
[55] Vgl. Winter, Grundzüge, S. 56-58.
[56] Vgl. Napel, Einführung, S. 75.
[57] Vgl. Winter, Grundzüge, S. 59-62.
[58] Vgl. Napel, Einführung, S. 403.
[59] Vgl. Napel, Einführung, S. 76.
[60] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 91.
[61] Vgl. Bruno, Frey u.a.: God does not play dice, but people should: random selection in politics, science and society. Zürich: 2014 (Working Paper Series. Nr. 144), S. 13-15. Als Download: http://www.econ.uzh.ch/static/wp/econwp144.pdf. (Zugriff: 07.10.2019)
[62] Vgl. Myerson, Roger: NASH EQUILIBRIUM AND THE HISTORY OF ECONOMIC THEORY. Chicago: 1999, S. 1. Als Download: http://home.uchicago.edu/rmyerson/research/jelnash.pdf. (Zugriff: 05.12.2018)
[63] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 115.
[64] Taleb, Nassim Nicholas: The Black Swan. The Impact of the Highly Improbable [Elektronische Version]. London: 2008. S. 16.
[65] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 23.
[66] Vgl. Taleb, Swan, S. 155.
[67] Vgl. Mitchell, Melanie: Complexity. A Guided Tour [Elektronische Version]. New York: 2009. S. 4
[68] Vgl. Mitchell, Complexity, S. 210-212.
[69] Barroso, Guillem: All models are wrong, but some are useful. 03.05.2018. URL: https://www.lacan.upc.edu/admoreWeb/2018/05/all-models-are-wrong-but-some-are-useful-george-e-p-box/. (Zugriff: 03.09.2019)
[70] Vgl. Möstl, Rainer u.a.: Der Unternehmerführerschein. Entrepreneur’s Skills Certificate Modul B. Linz: 2015. S. 75.
[71] Vgl. Sowell, Thomas: Basic Economics. A Common Sense Guide to the Economy. 5. Auflage. New York: 2015. S. 5f.
[72] Vgl. Zitelmann, Rainer: Kapitalismus ist nicht das Problem, sondern die Lösung. Eine Zeitreise durch fünf Kontinente. 3. Auflage. München: 2019. S. 128-137.
[73] Vgl. Sowell, Economics, S. 6.
[74] Vgl. Bieta, Volker u.a.: Spieltheorie für Führungskräfte. Was Manager vom Militär über Strategie lernen können. Wien: 1998. S. 223.
[75] Vgl. Nalebuff, Coopetition, S. 15.
[76] Vgl. Nalebuff, Coopetition, S. 59.
[77] Vgl. Sowell, Economics, S. 627.
[78] Vgl. Bastiat, Frédéric: Essays on Political Economy. New York: 1874. In: Project Gutenberg. URL: http://www.gutenberg.org/files/15962/15962-h/15962-h.htm#e2. (Zugriff: 05.09.2019)
[79] Vgl. Nalebuff, Coopetition, S. 158f.
[80] Vgl. Diekmann, Spieltheorie, S. 66.
[81] Vgl. Bieta, Führungskräfte, S. 129f.
[82] Vgl. Nasher, Jack: Deal! Du gibst mir was ich will! München: 2015. S. 182.
[83] Vgl. Nalebuff, Coopetition, S. 67.
[84] Vgl. Diekmann, Spieltheorie, S. 10.
[85] Vgl. Rieck, Spieltheorie, S. 41.