

# Menschliche Entscheidungen und Rationalität

Anton Brandl

Betreuer: Heiko Niedermayer

Seminar Future Internet WS2013/14

Lehrstuhl Netzarchitekturen und Netzdienste

Fakultät für Informatik, Technische Universität München

Email: brandlan@in.tum.de

## KURZFASSUNG

Ziel dieser Publikation ist es, einen Überblick über wichtige Theorien menschlichen Verhaltens in Entscheidungssituationen zu geben. Es wird dabei auf folgende drei Forschungsfelder eingegangen: Die Rational-Choice Theorien, Theorien begrenzter Rationalität und Grundlagen der Spieltheorie. Dabei werden grundlegende Modelle miteinander verglichen und anhand von Studien bewertet. Es wird gezeigt, dass es gute Möglichkeiten zur Vorhersage menschlichen Verhaltens gibt, jedoch keine dieser Verfahren ein Patentrezept darstellt.

## Schlüsselworte

Begrenzte Rationalität, Rational-Choice Theorie, Spieltheorie, Heuristiken, IKT

## 1. EINLEITUNG

Beim Entwurf eines Systems ist es wichtig, ein Augenmerk auf den Benutzer zu richten, welcher das System später bedienen soll. Im Gegensatz zu Maschinen sind die Verhaltensweisen von Menschen aber hochgradig nichttrivial. Um dennoch ein gelingendes Konzept entwerfen zu können, lohnt es sich, menschliches Verhalten zu erforschen.

Bei der Lektüre von Publikationen der Verhaltensforschung fällt auf, dass sich die Theorien zum menschlichen Verhalten teilweise stark unterscheiden. Auf der einen Seite stehen Theorien, welche besagen, dass Menschen nach einem rationalen Schema Entscheidungen treffen, um so einen möglichst großen Nutzen zu erlangen. Da jeder Mensch seinen Nutzen maximieren möchte, lassen sich daraus relativ einfach aussagekräftige Modelle erarbeiten. Mit solchen Modellen ist es dann möglich, das Verhalten einzelner Personen vorherzusagen und dieses bewusst zu steuern.

Gegen solche Modelle sprechen jedoch Beispiele, aus denen hervorgeht, dass der Mensch nicht immer den eigenen Nutzen maximiert und teilweise sogar gänzlich irrational handelt. Grundlegend ist die Annahme, dass der Mensch beschränkt ist und zum Zeitpunkt seiner Entscheidungen nicht auf alle möglichen Informationen zugreifen kann. So werden in der Praxis häufig Heuristiken angewandt, um dennoch eine akzeptable Entscheidung treffen zu können.

Im ersten Abschnitt wird ein Überblick über die Spieltheorie gegeben, da sie durch ihre normativen Modelle einen wichtigen Beitrag zum untersuchten Thema leistet.

Im zweiten Abschnitt wird auf die Rational Choice Theorie (RC-Theorie) eingegangen.

Der dritten Abschnitt wird dem Forschungsprogramm der „begrenzten Rationalität“ gewidmet. Dieses ist versucht Lücken der RC-Theorie zu füllen und wird deshalb auch oft mit dieser verglichen.

Abschließend wird auf die Bedeutung der Verhaltensforschung für die Internet- und Kommunikationstechnologie hingewiesen.

## 2. DIE SPIELTHEORIE

### 2.1 Einleitung

Bei einem Fußballspiel kommt es zum Elfmeterschießen. Der Torwart steht nicht ganz in der Mitte zwischen den beiden Pfosten. Dadurch ist es schwieriger für ihn, einen Ball zu fangen, wenn der Schütze in das entferntere, rechte Eck zielt. Dies weiß ein Schütze und zielt deshalb oft auf die freie Seite. Diese Verhaltensweise kennt ein erfahrener Torwart natürlich und kann so den Schützen gezielt steuern, auf eine bestimmte Seite zu schießen. Dadurch hat der Torwart den Vorteil, sich schon in Gedanken darauf vorbereiten zu können, um dann rechtzeitig auf die rechte Seite zu hechten. Dies erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass der Torwart den Ball abwehren kann.

Ein erfahrener Schütze weiß allerdings auch, dass ein Torwart diese Taktik manchmal gezielt anwendet. Er kann sich also dafür entscheiden, scheinbar irrational auf die besser geschützte linke Hälfte zu schießen, da der Torwart dies nicht erwartet. Doch was ist, wenn der Torwart diese Taktik voraus sieht? Eine ähnliche Fragestellung untersucht [13]. Das Nash Gleichgewicht (Abschnitt 2.2) bietet eine Lösung für dieses Spiel.

Die Spieltheorie beschäftigt sich mit derartigen Entscheidungen für mehrere beteiligte Akteure. Ein wesentlicher Bestandteil sind die Erwartungen über die Entscheidungen der Spieler, welche die Entscheidungen aller Spieler beeinflussen. Das Ziel der Spieler ist immer ihren persönlichen Nutzen zu maximieren. Sie handeln egoistisch und helfen den anderen Spielern nur, wenn sie dadurch einen Vorteil erlangen.

### 2.2 Das Nash-Gleichgewicht

Das Nash-Gleichgewicht ist ein elementares Lösungskonzept der Spieltheorie. Es ist nur dann erreicht, wenn sich beide Spieler in einer stabilen Situation befinden, wenn es sich also für keinen der Spieler lohnt, die Strategie zu ändern.

**Tabelle 1: Einfaches Spiel**

		Student 2	
		Anstrengen	Entspannen
Student 1	Anstrengen	(2,2)	(1,1)
	Entspannen	(1,1)	(0,0)

### 2.2.1 Beispiel

Diese Situation wird an folgendem Beispiel deutlich: Es gebe zwei Studenten, welche zusammen an einem Projekt arbeiten. Beide haben die Wahl, sich für das Gelingen der Arbeit anzustrengen, oder sich zu entspannen und zu hoffen, dass der Partner genügend arbeitet.

Falls keiner der Beiden sich anstrengt, wird das Ergebnis für beide sehr schlecht werden. Strengt nur einer sich an, bekommt das Team eine durchschnittliche Note. Bei beidseitiger Anstrengung wird die Note für Beide am Besten.

Tabelle 1 zeigt die Nutzenfunktion für beide Spieler in Abhängigkeit ihrer Strategien. Einer schlechten Note wird der Nutzenwert 0 zugewiesen, einer durchschnittlichen Note der Wert 1 und einer guten Note den Wert 2.

Nun gibt es für jeden Spieler eine Entscheidung. Die Voraussetzung für ein Nash-Gleichgewicht ist, dass es für keinen Spieler einen Anreiz gibt, von der eigenen Strategie abzuweichen. Beim Prüfen der Fälle fällt auf, dass deshalb nur eine Strategienkombination stabil ist. Dies ist auch intuitiv, denn nur wenn sich beide Studenten anstrengen, können sie den maximalen Nutzen erlangen. Bei allen anderen Strategiekombinationen kann die Situation durch einen Studenten verbessert werden und ist deshalb nicht stabil.

### 2.2.2 Verschiedene Arten von Gleichgewichten

Es gibt zwei verschiedene Arten von Nash-Gleichgewichten: Pure strategy Gleichgewichte und mixed strategy Gleichgewichte. Eine „pure strategy“ bedeutet, dass es eine Ideallösung gibt, welche immer die beste Lösung ist. Die Strategie muss selbst dann noch gut sein, wenn der Gegner von dieser Strategie weiß. Im klassischen Gefangenendilemma (Abschnitt 2.3) wäre das Gestehen eine solche pure strategy. Beidseitiges Gestehen ist ein pure strategy Gleichgewicht, da keiner der beiden Spieler durch Abweichen von der Strategie einen Vorteil erlangt.

Eine mixed strategy bezeichnet das Auswählen einer Strategie mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit. Das Verhalten ist also randomisiert. Eine mixed strategy kann also durch die Variation der Wahrscheinlichkeiten, eine bestimmte Strategie auszuwählen, verändert werden. Natürlich ist das mixed strategy Nash Gleichgewicht eine Besetzung von Wahrscheinlichkeiten für die Strategien durch beide Spieler, von der keiner der beiden Spieler von sich aus abweichen will. [19]

Beim Beispiel des Elfmeterschießens (Abschnitt 2.1) kann den Strategien „nach links schießen“ und „nach rechts schießen“ entsprechend eine gewisse Wahrscheinlichkeit zugewiesen werden. In [13] wurde gezeigt, dass für dieses Spiel ein solches Gleichgewicht existiert.

**Tabelle 2: Haftstrafen beider Spieler in Jahren**

		Spieler 2	
		Schweigen	Gestehen
Spieler 1	Schweigen	(4,4)	(15,1)
	Gestehen	(1,15)	(10,10)

## 2.3 Probleme der Spieltheorie

Ein Nash-Gleichgewicht muss allerdings nicht zwingend die Ideallösung sein. Dieses Problem sieht man unter Anderem beim Gefangenendilemma: Zwei Gefangene werden unabhängig voneinander befragt und aufgefordert, ihre gemeinsame Tat zu gestehen. Die beiden Gefangenen werden im Modell Spieler genannt und versuchen ihren Nutzen zu maximieren. In diesem Fall ist der Nutzen besonders hoch, wenn der Richterspruch angenehm ausfällt.

Für die Dauer der Haftstrafe hängt es davon ab, ob die Spieler die Tat gestehen, bzw. ob einer der Spieler die Tat gesteht. Kooperieren beide Angeklagte, so erhalten sie ein strafmilderndes Urteil und damit eine Haftstrafe von nur 10 Jahren. Gesteht keiner der Beiden, so können sie nicht überführt werden und erhalten für einige kleinere Vergehen eine Haftstrafe von nur jeweils 4 Jahren. Um einen Anreiz für ein Geständnis zu geben, wird die Kronzeugenregelung angewandt, welche eine Strafreduktion von drei Jahren mit sich bringt, fall nur einer der Angeklagten gesteht. Somit wird im letzten Fall ein Angeklagter für 1 Jahr inhaftiert, der andere für 15 Jahre. Die Strafen in Abhängigkeit der Aktionen der Spieler sind in Tabelle 2 zusammengefasst. [9]

Die Spieltheorie geht davon aus, dass Spieler 1 bei seiner Entscheidung mögliche Entscheidungen seines Gegenspielers berücksichtigt. Die möglichen Entscheidungen sind in diesem Fall sehr überschaubar: Für den Fall, dass sich Spieler 2 entschieden hat, die Tat zu gestehen, bringt ein Geständnis einen größeren Nutzen mit sich, als zu schweigen. Der Spieler wird dann nämlich statt 15 Jahren nur 10 Jahre inhaftiert. Doch auch für den Fall, dass Spieler 2 an seiner Lüge festhält ist ein Geständnis besser, denn dann reduziert sich die Strafe von 4 Jahren auf 1 Jahr. Die Strategie zu Gestehen ist in jedem Fall die bessere Alternative, man nennt sie deshalb dominant. [9]

Obwohl also eine gemeinsame Lüge zusammen nur zu 8 Jahren Haft führt, werden sich die rational handelnden Spieler laut Spieltheorie für ein Geständnis entscheiden, welches zu insgesamt 20 Jahren Haft führt (siehe Abschnitt 2.2). Erstere Strategie ist nicht stabil, da es einen guten Grund gibt, von der Strategie abzuweichen. Dieses Prinzip funktioniert, da die beiden Spieler keinen bindenden Vertrag vereinbaren können.

Was aber geschieht, wenn es sich um ein wiederholtes Spiel handelt. Wenn also die beiden Angeklagten auch in der Zukunft vorhaben, Verbrechen zusammen zu begehen. Dann hat das Abweichen von der gemeinsamen Strategie, nicht zu gestehen, negative Folgen. Es gibt zwei Varianten solcher wiederholter Spiele: Mit einer begrenzten, oder mit einer unbegrenzten Anzahl an Wiederholungen.

Falls die Spieler wissen, dass die gespielte Wiederholung die

letzte ist, werden sie sich wieder wie im Spiel ohne Wiederholungen verhalten und den Mitspieler verraten, da sie nach dem letzten Spiel nicht mehr auf ihn angewiesen sind. Da beide Spieler dies tun, wird das zweitletzte Spiel das letzte Spiel, in dem eine Entscheidung gefunden werden muss. Jetzt verhält es sich wieder wie im letzten Spiel, da man ja sowiso davon ausgeht, vom Gegenspieler im letzten Zug verraten zu werden. Durch Induktion kann dies theoretisch bis zum ersten Spiel fortgesetzt werden. Demnach verhalten sich die Spieler wie im Einzelfall.[20]

Ist die Zahl der Wiederholungen hingegen unbegrenzt, so stellt sich dieses Phänomen logischerweise nicht ein.

Ein praktisches Problem der Spieltheorie ist, dass es nicht immer offensichtlich ist, welche Art von Spiel gerade gespielt wird. Dies kann ein Grund für falsche Verhaltensprognosen und irrationales Verhalten sein.

### 3. DIE RATIONAL CHOICE THEORIE

Rationales Verhalten bedeutet laut Rational Choice Theorie, dass eine feste Entscheidungstheorie angewandt und nach ihr gehandelt wurde. Dabei kann das Ziel sehr unterschiedlich sein. Die klassische RC-Theorie im Sinne des homo-oeconomicus Modells sieht dabei die reine Nutzenmaximierung als Ziel. Dieses Modell ist jedoch überholt und es konnte öfters gezeigt werden, dass es nicht der Realität entspricht. (vgl. Kapitel 4) Menschen maximieren nicht immer ihren eigenen Nutzen. Andere Modelle sehen das Ziel in der Maximierung des erwarteten Nutzens (Neumann-Morgenstern-Theorie), oder des subjektiv erwarteten Nutzens (SEU-Theorie).

Der Begriff der Rational Choice Theorie (kurz RC-Theorie) wird vielfach verwendet, wenn gezeigt werden soll, dass menschliches Verhalten durchdacht ist und einem rationalen Aufbau genügt. Die Theorie besagt, dass Menschen mit eingeschränkten Ressourcen versuchen, das beste Ergebnis zu erhalten. Das beste Ergebnis ist definiert, als das Szenario mit dem höchsten Nutzen.

Es folgen vier wichtige Axiome für die RC-Theorie:

1. Akteure stehen im Zentrum des Interesse.
2. Die Akteure besitzen beschränkte Ressourcen.
3. Es gibt mindestens zwei Wahlalternativen. Für die Alternativen existieren Präferenzen.
4. Es existiert eine klare Entscheidungsregel, welche entscheidet, wie sich der Akteur verhält.

Die Akteure sind normalerweise Personen. Man kann die Modelle aber auch auf andere Bereiche anwenden, denn auch Staaten oder Organisationen können als Akteure interpretiert werden. (vgl. auch [12])

Die Ressourcen der Akteure können verschiedenartig sein. Darunter fallen materielle Güter, oder Geld. Natürlich kann aber auch Zeit als ein Gut interpretiert werden, ebenso soziale Anerkennung. Grundsätzlich streben die Akteure nach einer Maximierung der Ressourcen. Restriktionen

können durch Regelungen und Gesetze gegeben sein und schränken den Handlungsspielraum ein.

Präferenzen sind als Vorlieben der Akteure zu verstehen. Um Aussagen über die Präferenzen eines Akteurs zu treffen wird eine Nutzenfunktion eingeführt, welche die Güter auf einen ordinalen Nutzenwert abbildet. So können verschiedene Alternativen nach ihrem Nutzen gegenübergestellt werden. Der Akteur präferiert die Alternative mit dem höchsten Nutzenwert.

Entscheidungsregeln können je nach RC-Theorie sehr unterschiedlich geartet sein. Meistens geht es bei der Entscheidungsregel allerdings um Maximierung. Bei der Neumann-Morgenstern-Theorie wird der erwartete, bei der SEU-Theorie der subjektiv erwartete Nutzen maximiert. Der subjektiv erwartete Nutzen kann variieren, je nachdem, wie wichtig ein bestimmtes Gut für den Akteur ist. Es gibt allerdings auch andere Entscheidungsregeln. Ein Beispiel für eine solche Regel ist Minimax. Es ist eine sehr pessimistische Regel, die vom schlechtest möglichen Fall ausgeht. Sie versucht das größte Unglück in einem Szenario zu vermindern. [3]

## 4. BEGRENZTE RATIONALITÄT

### 4.1 Einleitung: Der Framing-Effekt

Obwohl die Rational-Choice Theorie in vielen Fällen gut verwendet werden kann, um Menschliches Verhalten zu modellieren, gibt es dennoch verschiedene Studien und Beispiele, welche der Theorie des rationalen Agenten teilweise widersprechen.

Die Präsentation von Auswahlmöglichkeit bei einer Entscheidungsfrage (choice architecture) scheint einen Einfluss auf die Entscheidung von Menschen zu haben, obwohl die Information immer noch dieselbe ist. Der Effekt wird als Framing-Effekt bezeichnet. [6]

Laut RC-Theorie dürfte die Entscheidung aber nicht von der Präsentation der Alternativen abhängig sein.

### 4.2 Definition

Die Rational-Choice Theorie geht davon aus, dass die Akteure alle nötigen Informationen zur Verfügung haben und dann gezielt abwägen, welche Entscheidung den größten Nutzen nach sich zieht. Eine Gegenbewegung zeigt sich im Forschungsprogramm der Begrenzten Rationalität (bounded rationality, BR) ab. Diese gründet auf der kognitiven Beschränktheit von Menschen. Dadurch würde nicht immer die optimale Entscheidung getroffen.

Dieses Feld ist kein Modell oder eine Theorie, sondern eine ganze Sammlung von Theorien. Laut [14] ist der Hauptgegner der BR die RC-Theorie. Der Begriff der begrenzten Rationalität wird jedoch häufig auch anders interpretiert und nur auf das Entscheidungsmodell des „satisficing“ eingeschränkt und der Rational-Choice Theorie untergeordnet (ein Beispiel ist [3]).

Die begrenzte Rationalität grenzt sich von Optimierung und Irrationalität ab[16]. Die Akteure versuchen dabei rational zu handeln und schaffen dies auch zu einem gewissen Grad.

Das Gebiet der begrenzten Rationalität (BR) ist sehr weitläufig und hat in punkto Komplexität und Studienanzahl eine ähnliche Größenordnung, wie die Rational-Choice Theorie. [14]

Theorien der BR sind folgende Punkte gemein:

1. Die kognitiven Leistungsfähigkeit von Menschen ist beschränkt
2. Diese Beschränkung beeinflusst die Entscheidungen der Menschen
3. Je komplexer die Entscheidung, desto stärker werden die Entscheidungen beeinflusst.

Beschränkungen (constraints) können verschiedene Formen annehmen. Eine triviale Beschränkung ist fehlende Information. Der Mensch besitzt ein stark begrenztes Kurzzeitgedächtnis und kann so nur wenige Informationen gleichzeitig verarbeiten [18]. Alleine aus diesem Grund können nicht alle verfügbaren Informationen aufgenommen werden, manchmal liegen Akteuren auch schlicht wichtige Informationen nicht vor.

Aus diesem Grund ist es offensichtlich, dass die Beschränkung die Entscheidungen beeinflusst.

Studien zeigen, dass sich das vorhergesagte Verhalten von Menschen bei BR-Theorien und RC-Theorien stark unterscheiden kann. Dieser Effekt ist allerdings hauptsächlich bei sehr komplexen Entscheidungen zu bemerken. Ist die Entscheidung einfacher, so ist der Nachteil durch selektive Wahrnehmung (Beschränktheit) kleiner. Bei einfachen Spielen liegt zum Zeitpunkt der Entscheidungsfindung ein großer Teil der relevanten Informationen vor. So entspricht das Verhalten in der Anfangsphase eines Schachspiels meist nicht dem objektiven Idealverhalten (sofern ein solches existiert), da die Möglichkeiten eines Zuges sehr vielfältig sind und das Problem dadurch komplex. In der Endphase eines Schachspiels hingegen konvergieren die von beiden Theorien erwarteten Züge.

Im Laufe der Zeit haben sich aus der von Herbert Simons angestoßenen bounded rationality zwei Zweige ergeben: Der optimistische und der pessimistische Ansatz. Auf der einen Seite wird untersucht, wie es sein kann, dass Menschen trotz der Einschränkungen sehr gute Leistungen in komplexen Entscheidungsfragen erbringen können. Wie kann es sein, dass manche Leute sehr gut in einem Schachspiel entscheiden, während andere relativ schlechte Züge machen? Auf der anderen Seite wird das Phänomen untersucht, dass Menschen manchmal sogar in sehr einfachen Situationen nicht die optimale Option auswählen. Dies zeigt den großen Einfluss von Framing (Abschnitt 4.1) auf die Entscheidungen. Eine zentrale Theorie in diesem Forschungsfeld ist die von Kahneman und Tversky veröffentlichte Prospect Theory (Abschnitt 4.4)[14]

#### 4.2.1 Studie: Bereitschaft zur Organspende

Welchen Einfluss die Art der Fragestellung auf die Entscheidung hat, zeigt eine Untersuchung der Organspenden in

Europa. Es wurde die relative Anzahl der Organspender im Verhältnis zur Gesamtbevölkerung untersucht. Dabei wurden große Unterschiede festgestellt. Besonders interessant waren die Unterschiede bei Nachbarländern mit ähnlicher Mentalität, jedoch sehr unterschiedlichen Ergebnissen. So existierte in Deutschland ein Spenderanteil von 12 Prozent und in Österreich ein Anteil von 99,98 Prozent. Als Erklärung für diese große Varianz wurden verschiedene Hypothesen aufgestellt, doch es ist auffallend, dass in allen Ländern mit einer sehr hohen Beteiligung eine Zustimmung zu einer Organspende die Standardauswahl auf dem Formular war. Die Bevölkerung hatte trotzdem die Möglichkeit, sich gegen die Organspende zu entscheiden. (opt-out) Diese Länder sind in Abbildung 1 als blaue Balken gekennzeichnet. Andererseits war in Ländern mit relativ geringer Beteiligung die Ablehnung als gesetzlicher Standard definiert. Man musste also explizit einer Organspende im Todesfall zustimmen (opt-in). Die Regierung der Niederlande versuchte mit wenig Erfolg den Anteil der Spender zu erhöhen und versandten sowohl Informationsmaterial, als auch Formulare. Vielleicht wäre die Lösung aber viel einfacher gewesen: Eine Zustimmung als gesetzlichen Standard zu definieren. [7]

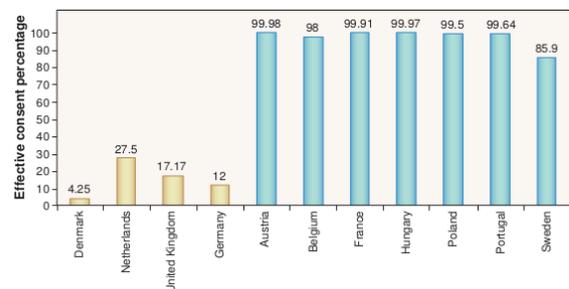


Abbildung 1: Organspender nach Land. Blau: opt-out, Silber: opt-in [7]

Es liegt der Schluss nahe, dass sich Menschen eher für eine Standardauswahl entscheiden. Verstärkt wird dieser Effekt, wenn die Entscheidung sehr komplex ist und erst abgewägt werden muss, welche Alternative die bessere ist. Ein möglicher Grund für die Bevorzugung des Standards ist die loss aversion (siehe Abschnitt 4.4). Wer sich für die Alternative entscheidet, lehnt schließlich gleichzeitig den Standard ab. Da die meisten Bürger allerdings unentschlossen sind und Angst vor Verlust haben, wollen sie sich nicht auf eine Alternative einlassen.

Weitere Erklärungen sind, dass ein Standard als Empfehlung einer Autorität interpretiert werden kann, oder einfach die Tatsache, dass eine Entscheidung nicht bequem ist und Anstrengungen mit sich zieht. [7]

Trotz derartiger Erklärungen steht diese Beobachtung im Gegensatz zu Rational-Choice Theorien.

#### 4.2.2 Rechtfertigung für Verhalten

Befragungen in den untersuchten Ländern ergaben, dass die meisten Menschen ihre Entscheidung für oder wider Organspende begründen konnten. Allerdings ist es nach Analyse der Studienergebnisse nahe liegend, dass die gefällten Entscheidungen hauptsächlich von der Präsentation der Al-

ternativen abhängig sind.

Dies würde aber bedeuten, dass die Argumente nicht dazu verwendet wurden, eine möglichst gute Entscheidung zu treffen, sondern um die eigene Entscheidung im Nachhinein zu begründen. Dies steht im Gegensatz zur Modellvorstellung eines rationalen Agenten, welcher daran interessiert ist, den eigenen Nutzen (oder den Erwartungsnutzen) zu maximieren. Dieses Verhalten kann durch die Verfügbarkeitsheuristik (availability) erklärt werden. Durch die eigene Entscheidung für oder gegen die Organspende sind Argumente, welche die eigene Entscheidung unterstützen, besser abrufbar, als die Argumente der Gegenseite. Das erzeugt ein Gefühl, die richtige Entscheidung getroffen zu haben.

### 4.3 Heuristiken

#### 4.3.1 Übersicht

Wie in Abschnitt 4.2 gezeigt wurde, müssen Entscheidungen häufig mit unzureichender Information getroffen werden. Kahneman und Tversky argumentieren, dass Heuristiken verwendet werden, um trotz Unsicherheit zu einer genügend guten Lösung zu kommen.[11]

Als Heuristik wird allgemein eine auf Regeln basierte Strategie verstanden, welche in den meisten Fällen zu einer ausreichend guten Entscheidung führt[17]. Eine Heuristik garantiert keine korrekte Lösung. Heuristiken stehen also im Gegensatz zu Algorithmen, welche eine korrekte Lösung finden, solange eine solche existiert und alle Parameter korrekt sind. Heuristiken können als Abkürzungen gesehen werden, welche eine schnellere Entscheidungsfällung erlauben. Sie funktionieren sogar unter unvollständigen oder unsicheren Informationen. [14]

Das Verwenden von Heuristiken für die Entscheidungsfindung ist nicht grundlegend gut oder schlecht, denn es ist sowohl der Grund für relativ gute Ergebnisse in schwierigen Situationen, wie auch für kognitive Verzerrungen. Im Gegensatz zu einem ausgeprägten algorithmischen Vorgehen haben Heuristiken zwar den Nachteil weniger effektiv zu sein und oftmals keine optimalen Lösungen zu finden. Dafür sind sie aber effizienter und schneller lösbar.

Kahneman und Tversky haben in [11] Heuristiken für Entscheidungen unter Unsicherheit untersucht und drei Heuristiken definiert, aus denen sich alle anderen Heuristiken ableiten lassen: Verfügbarkeitsheuristik (availability), Repräsentativitätsheuristik (representativeness), Ankerheuristik (anchoring). Mit diesen Heuristiken kann man mehrere kognitive Verzerrungen bei der Urteilsfindung unter Unsicherheit erklären. So gibt es den Fehler, dass die Häufigkeit von Ereignissen zu hoch geschätzt wird, falls man sich gut an die Ereignisse erinnern kann.

Auf die Frage, warum kognitive Verzerrungen (biases) so schwer zu erkennen und zu verhindern sind, lohnt es sich, etwas in die Kognitionswissenschaft einzutauchen. Diese besagt, dass der Mensch zwei Denkmodi benutzt. Diese werden als System 1 und System 2 bezeichnet. System 1 ist für die Intuition zuständig, während System 2 langsame Gedankengänge ausführt. Für alltägliche Aufgaben, wie Gehen, wird System 1 verwendet, bei komplexeren Aufgaben das System 2. System 1 ist für die Großzahl unserer

Gedanken zuständig und versucht ständig, ein kohärentes Bild von der Umgebung zu erstellen. Deshalb ist es sehr auf den Kontext ausgerichtet. Als Beispiel wird das Wort Bank auf eine Weise interpretiert, welche gerade in den Kontext passt. Eine Bank kann ein Kreditinstitut sein. Alternativbedeutungen des Wortes (Sandbank, Parkbank) gehen dabei aber verloren.

Wie schnell durch den Kontext ein falsches Urteil entsteht zeigt Abbildung 2. Die Quadrate im Zentrum haben in beiden Abbildungen die selbe Helligkeit. Das linke wird aber häufig als heller interpretiert, als das rechte Quadrat. Das System 1 ist der Wahrnehmung sehr ähnlich, deshalb können Erkenntnisse über derartige optische Illusionen auch für die Erforschung von System 1 genutzt werden.

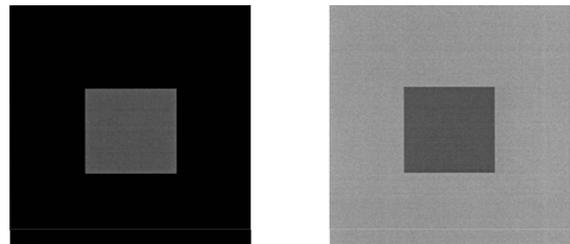


Abbildung 2: Kontextabhängige Wahrnehmung der Helligkeit [4]

#### 4.3.2 Beispiel: Die Ankerheuristik

Um das Prinzip von Heuristiken besser zu verdeutlichen wird hier an einem Beispiel auf die Ankerheuristik eingegangen. Die Ankerheuristik besagt, dass die Umgebung einen Einfluss auf das Urteil von Personen hat. Für die Entscheidungsfindung wird von einem Ankerwert ausgegangen und relativ dazu die Lösung gesucht. Es spielt dabei keine Rolle wie dieser beliebige Wert erzeugt wird.

Natürlich können so auch Entscheidungen bewusst beeinflusst werden. In vielen Studien wird den Probanden ein zufälliger Wert gegeben. Meist folgt eine kurze kognitive Aufgabe mit dem Ziel der besseren Einprägung. So wird die Zugänglichkeit (availability) des Ankerwertes erhöht. Es konnte mehrfach gezeigt werden, dass in darauffolgenden Urteilsaufgaben eine starke Korrelation zwischen dem Ankerwert und abgegebenen Schätzwerten bestand (siehe [5], [10]). Dieser „Framing-Effekt“ widerspricht klar dem Rationalitätskriterium der Invarianz, denn er sagt aus, dass eine Botschaft bei gleichem Inhalt das Verhalten unterschiedlich beeinflussen kann.[6]

So konnte gezeigt werden, dass sogar die Urteilkraft von Experten durch solche zufällige Ankerwerte beeinflusst werden können. In einer Studie würfeln Richter zuerst mit einem Würfel, um eine zufällige Ankerzahl zu erhalten. Danach mussten sie verschiedene Fälle bewerten und es konnte ein Zusammenhang zwischen der gewürfelten Zahl und der Entscheidung der Richter statistisch nachgewiesen werden. Dabei wirkte sich eine längere Berufserfahrung bei den Richtern nicht als förderlich aus. Einer Hypothese zufolge erhöhte das Werfen einer höheren Würfelzahl die Verfügbarkeit von Urteilen über schwerwiegendere Verbrechen

und damit auch die Verfügbarkeit der belastenden Teile des Falles. Dies soll zu einer höheren Strafe geführt haben. [10]

Die Ankerheuristik wird oft in der Ökonomie verwendet, um einen wirtschaftlichen Nutzen zu erzielen. Dies kann beispielsweise in der Preisstrategie der Firma Apple gesehen werden. Die ersten iPads wurden für einen sehr hohen Preis verkauft. Bereits nach einer Woche wurde der Preis jedoch dramatisch gesenkt. Obwohl der neue Preis im Vergleich zu ähnlicher Technologie immer noch relativ hoch war, wurde das Produkt sehr gut verkauft. Es liegt nahe, dass der Einstiegspreis des Produkts eine Art Ankerwert war, an dem zukünftige Preise gemessen wurden. [1]

#### 4.4 Prospect Theory

Die Prospect Theory wurde von Kahneman und Tversky entwickelt. Sie soll zeigen, warum menschliches Verhalten teilweise stark von dem eines rationalen Agenten abweicht und ist eine Alternative zu RC-Theorien, wie der Erwartungsnutzen-Theorie. [8]

Laut Prospect Theory werden Entscheidungen relativ zu einem Referenzpunkt evaluiert. Sie besagt desweiteren, dass Menschen risikoscheu sind, wenn sie eine Entscheidung mit Aussicht auf Gewinn treffen müssen und risikofreudig bei Entscheidungen eigenen Verlusts. Diese Einstellung wird mit der „loss aversion“ begründet. Es bedeutet, dass die Angst vor Verlust größer ist, als die Freude über Gewinn. [4]

### 5. VERWANDTE ARBEITEN

[21] beschäftigt sich mit betriebswirtschaftlichen Analysen in der Informations- und Kommunikationstechnologie. Die Arbeit geht dabei sowohl auf quantitative Kosten-Nutzen Analysen, als auch auf qualitative Analyse mit Hilfe von Modellen ein. Für Letzteres wird die Spieltheorie als Grundlage herangezogen, um das Verhalten zweier Spieler im Wettbewerb zu modellieren. Zur Analyse wird ein Entscheidungsmodell vorgeschlagen.

[22] beschreibt Erfahrungen beim Design von Systemen mit spieltheoretischen Ansätzen. Dabei dokumentieren die Autoren ihre Versuche, Protokolle so zu entwerfen, dass ISPs einen Anreiz haben, möglichst kurze Routingwege erstellen und nicht die eigennützige „early exit“ auszuführen. Ähnlich gehen sie im Kontext von Multi-Hop Drahtlosnetzwerken vor und setzen ein System auf, welches Betrüger kontrollieren soll. Sie stellen jedoch praktische Schwierigkeiten mit dem normativen Ansatz fest und müssen schließlich leicht davon abweichen.

[23] versucht etwas Ähnliches. Mit einem spieltheoretischen Ansatz soll eine Kooperationsbereitschaft von Knoten in drahtlosen Ad Hoc Netzwerken sichergestellt werden. Im Gegensatz zu [22] wird hier der Versuchsausgang als erfolgreich dargestellt.

### 6. ZUSAMMENFASSUNG

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Spieltheorie durch ihren algorithmischen Ansatz sehr gut anwendbar ist. Ein zentrales Resultat der Arbeit ist jedoch, dass die Spieltheorie nicht immer die Praxis widerspiegelt. Sie geht von Idealmenschen aus, welche nicht systematisch in eine

Richtung beeinflusst werden können. Ein häufiges Problem bei der praktischen Anwendung der Spieltheorie ist auch, dass die Spieler teilweise nicht wissen, in welchem Spiel sie sich befinden.

Die Entwicklung des Filesharingsystems Bittorrent zeigt uns, wie ein System mit Hilfe der Spieltheorie eingesetzt werden kann. Wenn die Upload-Kapazitäten eines Peers ausgeschöpft sind werden eher Pakete an kooperierende Peers gesendet, als an solche, welche selber nur aus dem System zu profitieren versuchen.

Heuristiken und kognitive Verzerrungen sind ebenso bei der Entwicklung eines Systems zu beachten. Theorien und Studien begrenzter Rationalität zeigen eindrucksvoll, wie stark das Verhalten von der rationalen Norm abweichen kann.

Eine klare Vorhersage für menschliches Verhalten ist deshalb nicht möglich. Wegen der besonderen Wichtigkeit ist es umso mehr zu empfehlen, in Testphasen zu untersuchen, wie sich die Benutzer verhalten.

Eine mögliche Lösung des Problems ist eine Modifikation der Spieltheorie, welche behavioristische Untersuchungen berücksichtigt.

Ist ein System allerdings rein technisch und muss nicht mit menschlichen Benutzern agieren, so bietet die Spieltheorie sicherlich gute Lösungsansätze.

### 7. LITERATUR

- [1] Dan Ariely: *A Beginner's Guide to Irrational Behavior* coursera  
<https://www.coursera.org/course/behavioralecon>
- [2] Berninghaus, S. K., Ehrhart, K. M., Güth, W. (2010). *Strategische Spiele Eine Einführung In Die Spieltheorie* Springer DE.
- [3] Diekmann, Andreas, and Thomas Voss: *Die Theorie rationalen Handelns. Stand und Perspektiven* Rational Choice Theorie: Probleme und Perspektiven (2004): 13-29.
- [4] Kahneman, Daniel. *Maps of bounded rationality: Psychology for behavioral economics* The American economic review 93.5 (2003): 1449-1475.
- [5] Daniel Kahneman, Paul Slovic, Amos Tversky: *Judgment under uncertainty: Heuristics and biases*. Cambridge University Press, Cambridge (UK) 1982.
- [6] D. Kahneman und A. Tversky (Hrsg.), (2000): *Choices, values and frames*. Cambridge University Press, Cambridge
- [7] Johnson, Eric, and Daniel Goldstein: *Do defaults save lives?* science 302 (2003): 1338-1339.
- [8] Gilovich, Thomas, Dale Griffin, and Daniel Kahneman, eds. *Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment* Cambridge University Press, 2002.
- [9] Sieg, G. (2010). *Spieltheorie* Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, 3. Auflage.
- [10] Englich, Birte, Thomas Mussweiler, and Fritz Strack. *Playing dice with criminal sentences: The influence of irrelevant anchors on experts' judicial decision making* Personality and Social Psychology Bulletin 32.2

- (2006): 188-200.
- [11] Amos Tversky, Daniel Kahneman (1974): *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*, in: Science, Vol. 185, S. 1124-1131
  - [12] Graham Allison, Phillip Zelikow: *Essence of Decision. Explaining the Cuban Missile Crisis* 2. Auflage, 1999, S. 1-55, hier S. 27f.
  - [13] Azar, Ofer H., and Michael Bar-Eli. *Do soccer players play the mixed-strategy Nash equilibrium?* Applied Economics 43.25 (2011): 3591-3601
  - [14] *International encyclopedia of the social & behavioral sciences*. Amsterdam/New York, NY: Elsevier, 2001.
  - [15] Meehl, Paul E. *Clinical versus statistical prediction: A theoretical analysis and a review of the evidence*. (1954).
  - [16] Gigerenzer, Gerd, and Reinhard Selten, eds. Bounded rationality: *The adaptive toolbox* Mit Press, 2002.
  - [17] Simon, Herbert A. *Theories of bounded rationality* Decision and organization 1 (1972): 161-176.
  - [18] Miller, George A. *The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information*. Psychological review 63.2 (1956): 81.
  - [19] Nash, John. *Non-cooperative games*. The Annals of Mathematics 54.2 (1951): 286-295.
  - [20] Gächter, S., Kovác, J. (1999), *Intrinsic Motivation and Extrinsic Incentives in a Repeated Game with Incomplete Contracts*, in: Journal of Economic Psychology, 20. Jg., Nr. 3, 1999, S. 251-284; hier: S. 262
  - [21] Georgios N. Angelou, Anastasios A. Economides *A multi-criteria game theory and real-options model for irreversible ICT investment decisions* Telecommunications Policy, Volume 33, Issues 10-11, November-December 2009, Pages 686-705
  - [22] Mahajan, Ratul, et al. *Experiences applying game theory to system design*. Proceedings of the ACM SIGCOMM workshop on Practice and theory of incentives in networked systems. ACM, 2004.
  - [23] Srinivasan, Vikram, et al. *Cooperation in wireless ad hoc networks*. INFOCOM 2003. Twenty-Second Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications. IEEE Societies. Vol. 2. IEEE, 2003.