# Das Nutzenkonzept und Probleme bei der Erklärung individueller Entscheidungen

## *Eine experimentelle Analyse von Entscheidungen über Zeit und Geld*

Inauguraldissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
*Doctor rerum politicarum*

vorgelegt und angenommen
an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaft
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg


| | |
|---|---|
| Verfasser: | Eike Benjamin Kroll |
| Geburtsdatum und –ort: | 19.02.1981 in Jever |
| Arbeit eingereicht am: | 24.02.2010 |
| Gutachter der Dissertation: | Prof. Dr. Dr. Bodo Vogt |
| | Prof. Dr. Siegfried Berninghaus |
| Datum der Disputation: | 05.08.2010 |

# Danksagung

Während der Erstellung dieser Dissertation habe ich die Unterstützung vieler Menschen genießen zu dürfen und diesen gebührt an dieser Stelle ein ausdrücklicher Dank. Meinen Eltern, Hartmut und Ingrid, möchte ich besonders danken. Ohne sie wären ein Studium und eine Promotion nicht möglich gewesen. Sie haben meine Ideen und Pläne immer mit voller Begeisterung mitgetragen und mich darin bestärkt eine Promotion zu beginnen.

Bodo Vogt danke ich für die außergewöhnliche Betreuung während des Forschungsprojektes, das dieser Arbeit zugrundeliegt. Er hat mir das notwendige Werkzeug für die wissenschaftliche Arbeit vermittelt und jederzeit geholfen meine Ideen und Experimente umzusetzen. Dabei haben mir die Diskussionen immer Freude gemacht. Zusätzliche möchte ich Siegfried Berninghaus danken, der mir die Möglichkeit gegeben hat auch nach Abschluss der Doktorandenzeit weiter an den Themen dieser Dissertation zu arbeiten. Besonderer Dank gilt auch Stephan Schosser, der mir immer geholfen hat die Fragestellung zu konkretisieren und Forschungsergebnisse zu formulieren. Die schwere Aufgabe des Schreibens der Arbeit hat er damit durch viele Ratschläge erleichtert. Weiterhin danke ich den Kollegen (Kirsten, Thomas, Ralf und Sven) aus der Arbeitsgruppe Empirische Wirtschaftsforschung, die ein besonders freundschaftliches Arbeitsklima geschaffen haben und mit ihrer Diskussionsfreude und Hilfsbereitschaft bei der Durchführung der Experimente zum Gelingen der Dissertation beigetragen haben. Der Friedrich-Naumann-Stiftung für die Freiheit danke ich für die Finanzierung dieses Dissertationsprojektes durch die Gewährung eines Promotionsstipendiums.

Viele andere Menschen haben mich auf diesem Weg begleitet und auch ihnen möchte ich für die Unterstützung danken. Meine Schwester Katharina hat lange vor mir an das Gelingen dieser Arbeit geglaubt und mir immer motivierende Worte mit auf den Weg gegeben. Herma hat geholfen diese Arbeit weitgehend von Rechtschreib- und Grammatikfehlern zu befreien. Angela und Allan haben mir einen Arbeitsplatz fern der Hektik des Arbeitsalltags gegeben, um diese Arbeit zu verfassen. Jörg danke ich für die vielen Diskussionen, die mir geholfen haben die praktische Relevanz der erzielten Ergebnisse zu erkennen. Ich danke allen Freunden, die mich auf dem Weg der Promotion begleitet haben.

# Inhaltsverzeichnis

# Abbildungsverzeichnis

# Tabellenverzeichnis

# 1 Einleitung und Motivation

Wichtige Grundlage vieler ökonomischer Theorien ist die Idee, dass ein Individuum bei einer Entscheidung danach strebt seinen Nutzen zu maximieren. Damit steht explizit nicht die Maximierung von Gewinnen oder monetärem Wohlstand im Zentrum des menschlichen Handelns, vielmehr strebt jedes Individuum danach einen maximalen Grad an Nutzen aus solchen Gütern zu erzielen. Mit Hilfe dieses Konstrukts werden verschiedene Handlungsalternativen oder Konsummöglichkeiten vergleichbar gemacht, indem sie in eine gemeinsame Dimension der Bewertung überführt werden. Der Vorteil des Nutzenkonzeptes ist dabei zum einen, dass die Bewertung in nur einer Dimension stattfindet und damit Austauschraten zwischen verschiedenen Eigenschaften definiert werden können und zum anderen, dass es beispielsweise einen Sättigungsgrad gibt, sofern von einem bestimmten Produkt bereits sehr viel konsumiert wurde.

Als eine Beschreibung um die Wahl zwischen zur Verfügung stehenden Optionen darzustellen, verwenden Ökonomen Nutzenfunktionen. Mit Hilfe dieser Funktionen können sowohl positive als auch negative Eigenschaften in den Nutzenraum übertragen werden und somit die erwünschten Eigenschaften einer Alternative (zum Beispiel der Geschmack eines Essens, die Motorleistung eines Autos, etc.) den unerwünschten Eigenschaften (zum Beispiel Kosten für den Erwerb, Benzinverbrauch, etc.) gegenübergestellt werden. Hat nach diesem Vergleich eine Alternative eine positive Nutzenbilanz, spendet es also mehr Nutzen als die negativen Konsequenzen an Nutzen reduzieren, so ist der Erwerb dieser Alternative sinnvoll.

Um jedoch eine Vorhersage über Entscheidungen dieser Art machen zu können, ist es notwendig Aussagen über einen funktionalen Zusammenhang zwischen den Eigenschaften von zur Wahl stehender Alternativen und dem Nutzen, den sie spenden, zu machen. Während das theoretische Nutzenkonzept wesentlich in der ökonomischen Theorie ist und wenig kritisiert wird, so gibt es eine intensive Debatte darüber, wie Nutzenfunktionen bestimmt werden können, welche Eigenschaften sie besitzen müssen und vieles mehr. Insbesondere mit dem Aufkommen ökonomischer Experimente als Methode zur Erforschung ökonomischer Entscheidungen auf der Ebene des Individuums, wurde die Diskussion über Nutzenfunktionen und deren Form intensiviert. Obwohl das Nutzenkonzept sehr weit gefasst ist, fokussiert sich die Diskussion über den funktionalen Zusammenhang zwischen einem Gut und dem Nutzen, den es generiert, häufig auf Nutzenfunktionen über Geld.

Ein Beispiel für die Anwendung von Nutzenfunktionen ist die Modellierung individueller Entscheidungen unter Risiko. Dabei werden in der Diskussion über den funktionalen Zusammenhang zwischen Geld und Nutzen in der Regel Entscheidungen über Lotterien verwendet. Diese Lotterien unterscheiden sich dabei in der Höhe der möglichen Auszahlungen und den Wahrscheinlichkeiten, mit denen diese Auszahlungen jeweils eintreffen. Während in der ursprünglichen Analyse dieser Art von Entscheidungen der Erwartungswert einer Lotterie ihren Wert beschrieb, hat die Nutzentheorie den Erwartungsnutzen als Entscheidungskriterium eingeführt. Der erste Schritt wurde dabei durch die Einführung eines abnehmenden Grenznutzens für Geld mit einer konkaven Nutzenfunktion (von Neumann and Morgenstern 1944) markiert. Damit wurde die Risikoaversion eines Entscheidungsträgers durch die Krümmung der Nutzenfunktion über Geld beschrieben.

Es ergibt sich demzufolge ein funktionaler Zusammenhang zwischen monetären Konsequenzen einer Entscheidung und dem damit verbundenen Nutzenniveau. Neben theoretischen Überlegungen werden auch zahlreiche experimentelle Befunde in die Theoriebildung einbezogen. Beispiele für solche Effekte sind das Allais Paradox (Allais 1952), das Vorhandensein von Präferenzumkehr (Lichtenstein und Slovic 1971) oder das Ellsberg Paradox (Ellsberg 1961). So soll das in diesen Arbeiten beobachtete Verhalten, welches der bestehenden Theorie widerspricht, durch Anpassung der funktionalen Form erklärt werden. Verschiedene Theorien werden daher angeboten, die individuelle Entscheidungen unter Risiko erklären sollen.

Entscheidungen unter Risiko betreffen Alternativen, die in der ökonomischen Literatur im Wesentlichen durch zwei Eigenschaften beschrieben werden. Dies sind die monetären Auszahlungen, die möglich sind und die Wahrscheinlichkeiten, mit denen eine bestimmte Auszahlung realisiert wird. Genau in diesen Faktoren unterscheiden sich die Theorien, indem unterschiedliche Funktionen für die Bewertung von Geld und für die Transformation der angegebenen Wahrscheinlichkeiten in gewichtete Wahrscheinlichkeiten eingeführt werden. Aufbauend auf der von Neumann-Morgenstern Nutzenfunktion (von Neumann und Morgenstern 1944), welche die Basis des Nutzenkonzepts bildet, machte die Prospekt Theorie (Kahneman und Tversky 1979) einen Unterschied in der Risikopräferenz für positive und negative Auszahlungen. Während die Nutzenfunktion für positive Auszahlungen der von Neumann-Morgenstern Nutzenfunktion im Wesentlichen entspricht, verläuft die Nutzenfunktion für Verluste konvex und unterstellt damit ein risikofreudiges Verhalten.

Während verschiedene Theorien für die Modellierung individueller Entscheidungen unter Risiko vorgeschlagen werden, ist die derzeit verbreiteste Theorie die Prospekt Theorie (Kahneman und Tversky 1992; Kahneman und Tversky 1979). Aus diesem Grunde steht die Nutzenfunktion nach Kahneman und Tversky auch im Mittelpunkt dieser Arbeit. Dabei hat die Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion drei wesentliche Eigenschaften, einen konkaven Verlauf für Gewinne, einen konvexen Verlauf für Verluste und eine stärkere Gewichtung für Verluste als für Gewinne. Letzteres wird als Verlustaversion bezeichnet.

Insbesondere in Anbetracht der experimentellen Befunde die als Common-Ratio-Effekt bezeichnet werden, wird die Prospekt Theorie um eine Wahrscheinlichkeitsgewichtungsfunktion erweitert und später in die Form der Kumulativen Prospekt Theorie (Kahneman und Tversky 1992; Kahneman und Tversky 1979) überführt. Die Idee der Einführung solcher gewichteten Wahrscheinlichkeiten für die

Ermittlung des Erwartungsnutzens einer Lotterie wird auch von Yaari (1987) in die Diskussion gebracht, jedoch bestimmte hier die Funktion zur Ermittlung der gewichteten Wahrscheinlichkeit Risikoaversion bei linearer Geldbewertung.

Für die Modellierung von Entscheidungen über riskante Auszahlungen werden zahlreiche Vorschläge in der Literatur diskutiert, wobei die in Abschnitt 3 dargestellten Theorien eine Auswahl der wesentlichen Theorien darstellen. Obwohl in der experimentellen Literatur zahlreiche Anomalien bezüglich der hier diskutierten Modelle aufgezeigt werden, findet sich keine fundamental andere Modellierung als die Nutzentheorie. Vielmehr beziehen sich Vorschläge auf Modifikationen der bekannten Modelle im Rahmen der Nutzentheorie. Dabei bildet die Prospekt Theorie ein anerkannt mächtiges Werkzeug und es erscheint aussichtsreicher, diese als Grundlage zu verwenden und durch Modifikationen zu erweitern, als eine komplett neue Theorie zu entwerfen (Camerer 1998).

Diese Arbeit wird anhand neuer experimenteller Befunde kritisch diskutieren, inwiefern die Nutzentheorie allgemein und die Prospekt Theorie im Speziellen auf andere Faktoren ausgeweitet werden sollte. Zunächst soll untersucht werden, inwiefern die Nutzentheorie allgemeiner als für Geld bestimmbar ist, indem Entscheidungen untersucht werden, die sich nicht auf monetäre Auszahlungen beziehen. Hierfür wird eine weitere wichtige ökonomische Größe, nämlich Zeit, betrachtet, die in der bisherigen Theorie linear bewertet wird. Mit dem Faktor Zeit wird eine Größe betrachtet, die zum einen wichtiger Bestandteil in ökonomischen Situationen ist und zum anderen eine begrenzte Ressource ist, über die Menschen gewohnt sind Entscheidungen zu treffen, da sie dies in alltäglichen Situationen regelmäßig tun.

Es soll analysiert werden, ob die Prospekt Theorie auch über monetäre Auszahlungen hinaus eine Modellierung für Entscheidungen anbieten kann. Eine Reihe von Experimenten wird entwickelt und die Daten werden daraufhin untersucht, ob Entscheidungen über Zeit durch eine funktionale Form beschrieben werden können, die in ihren grundsätzlichen Eigenschaften der Nutzenfunktion aus der Prospekt Theorie entspricht.

In einem zweiten Schritt sollen in diesem Rahmen jedoch auch fundamentale Anomalien der Erwartungsnutzentheorie aufzeigen und Auswirkungen auf die Theoriebildung diskutieren. In diesem Zusammenhang werden hierfür zwei experimentelle Effekte dargestellt, die Probleme für die Erklärungskraft von Kahneman-Tversky-Nutzenfunktionen im Speziellen und dem Nutzenkonzept im Allgemeinen beherbergen. Diese Arbeit wird dabei experimentelle Evidenz für das Vorhandensein der konzeptionellen Probleme der Nutzentheorie anführen und dabei die Auswirkungen für Theoriebildung auf Basis der Prospekt Theorie analysieren.

Die erste Verletzung der Prospekt Theorie, die in dieser Arbeit dargestellt und analysiert werden soll, basiert auf einem der ältesten Phänomene der Wirtschaftswissenschaft, dem St. Petersburg Paradox.

Dabei wird das St. Petersburg Spiel betrachtet, welches im Wesentlichen eine Lotterie anbietet, die einen unendlich großen Erwartungswert hat. Das St. Petersburg Paradox beschreibt in diesem Zusammenhang, dass Personen trotz des unendlich großen Erwartungswertes nicht bereit sind sehr große Beträge zu bezahlen, um an diesem Spiel teilnehmen zu dürfen. Dieses Verhalten inspirierte die Idee des abnehmenden Grenznutzens von Geld und damit ein Fundament der Nutzentheorie, wie sie auch in Form der Prospekt Theorie modelliert wurde. Das St. Petersburg Paradox ist ein interessantes Phänomen, da es nicht nur eines der ältesten ist, sondern auch im Verlauf der Jahre immer wieder experimentelle Resultate erzeugte, welches den Wirtschaftswissenschaftlern Rätsel aufgab und bis heute keine eindeutige Antwort in Form einer ökonomischen Theorie in der Literatur zu finden ist. Im Rahmen dieses Projektes wird eine neue Version des St. Petersburg Spiels entworfen und einem experimentellen Test unterzogen. Dabei zeigt sich, dass die Krümmung der Nutzenfunktion, die durch das ursprüngliche St. Petersburg Spiel inspiriert wurde und seit dem ein Fundament der Modellierung individueller Entscheidungen unter Risiko bildet, keine Erklärung für das Verhalten im St. Petersburg Spiel bietet. Damit bieten die Ergebnisse hier einen Effekt, der nicht durch eine Nutzenfunktion beschrieben werden kann, da unabhängig welche Krümmung, ob konkav oder konvex, die Nutzenfunktion aufweist, das zu beobachtende Verhalten im St. Petersburg Spiel das Gleiche ist. Es gibt also riskante Entscheidungen, die nicht durch die Nutzentheorie modelliert werden können.

Als zweite Verletzung soll ein Effekt beobachtet werden, der aus der Marketing Literatur als Kompromisseffekt bekannt ist (Simonson 1989; Simonson und Tversky 1992). Hierbei zeigt sich, dass die Zusammenstellung der Produktpalette einen Einfluss auf Kaufentscheidungen hat, der durch die Standardtheorie nicht erklärt werden kann. Dabei ändert sich das Kaufverhalten auch dann, wenn ein Produkt zum Sortiment hinzugefügt wird, das asymmetrisch dominiert wird (Sinn et al. 2007). Während im Marketing Kontext die Wahl zwischen Produkten mit einer Vielzahl von Eigenschaften untersucht wird und die Studien dabei hypothetisch durchgeführt werden, soll in diesem Forschungsprojekt überprüft werden, ob dieser Effekt auch bei Entscheidungen zwischen Lotterien auftaucht. Die Lotterien haben im Vergleich zu den untersuchten Produkten den Vorteil nur aus zwei eindeutig zu definierenden Eigenschaften bestehen, der Gewinnwahrscheinlichkeit und den möglichen Auszahlungen.

Es wird anhand riskanter Entscheidungen über Geld und über Zeit gezeigt, dass die Wahlentscheidung zwischen zwei Alternativen durch das Menü der angebotenen Alternativen beeinflusst werden kann. Interessant an diesem Effekt ist, dass er auch auftritt, wenn Alternativen zur Wahl stehen, die keiner der Teilnehmer wählt. Der Einfluss auf die Entscheidung wird sogar von Alternativen erzeugt, die von den beiden anderen Alternativen streng dominiert wird. Damit wird also der Einfluss einer zusätzlichen irrelevanten Alternative gezeigt. Unter einer zusätzlichen irrelevanten Alternative wird also im Gegensatz zu der bekannten Literatur nicht eine Kombination von Alternativen verstanden, sondern das Hinzufügen einer eigenständigen Alternative, die durch den Entscheider nicht gewählt wird und dabei in der Präferenzrangfolge der angebotenen Alternativen am schlechtesten bewertet wird. Diese Verletzung der Erwartungsnutzentheorie ist in der bisherigen Literatur unbekannt. Die Grundidee und Stärke der Nutzentheorie ist, dass alle Eigenschaften einer Alternative und auch die unterschiedlichen Erfüllungsgrade von diesen Eigenschaften getrennt im Nutzenraum bewertet und gegeneinander abgewogen werden können. Die Experimente in dieser Arbeit zeigen dabei, dass die Bewertung dieser Eigenschaften jeweils davon abhängen, welche Alternativen zusätzliche zur Wahl stehen, auch wenn diese in allen Belangen schlechter sind als die zu bewertende Alternative. Weiterhin wird gezeigt, dass dieser Effekt eine Systematik beherbergt, die zum einen eine Manipulation von Entscheidungen durch Veränderung des Angebots ermöglicht und zum anderen zeigt, dass eine systematische Modellierung dieses Effekts notwendig ist.

Diese Arbeit hat zwei Hauptzielrichtungen. Sie soll zeigen, dass die Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion nicht nur auf Entscheidungen über monetäre Auszahlungen angewendet werden kann, sondern in ihrer Struktur hilft Präferenzen allgemeiner zu modellieren. Dies wird hier anhand der Dimension Zeit im Speziellen gezeigt, da gerade der Faktor Zeit bereits in zahlreichen ökonomischen Modellen eine entscheidende Rolle spielt. Die Berücksichtigung von Zeitpräferenzen in einer über eine Nutzenfunktion modellierten Form wird damit notwendig und Möglichkeiten der Ermittlung solcher Präferenzen werden hier dargestellt.

Weiterhin werden Beispiele aufgezeigt für die eine Modellierung der Nutzenfunktion über Zeit neue Erkenntnisse bringen kann. Ein Beispiel, das in diesem Zusammenhang diskutiert werden soll, sind Modelle über intertemporale Nutzentradeoffs. Diese finden immer dann Anwendung, wenn Auszahlungen aus Investitionsprojekten zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallen. Ein weiteres Beispiel, das große gesellschaftliche Relevanz hat, aber nicht direkt mit dem Finanzmarkt zusammenhängt sind Entscheidungen im Gesundheitswesen. Modelle beinhalten hier Abwägungen zwischen Dringlichkeit von Behandlungen bei gegebener Ressourcenknappheit und Entscheidungen über alternative Behandlungsmethoden, wobei eine längere Lebenserwartung mit einer vergleichsweise geringeren Lebensqualität einhergeht (Mortimer und Segal 2008; Pilskin et al. 1980).

Gleichzeitig soll diese Untersuchung aber auch Kritikpunkte am Nutzenkonzept aufzeigen. Anhand von experimenteller Evidenz von zwei neuen Verletzungen der Erwartungsnutzentheorie wird die Schwierigkeit erläutert, individuelle Präferenzen durch einen funktionalen Zusammenhang zu erklären. Damit wird auf der einen Seite ein Effekt dargestellt, bei dem ein bestimmtes Verhaltensmuster in den Entscheidungen von Individuen über St. Petersburg Lotterien deutlich zu erkennen ist, eine Modellierung über Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion jedoch nicht möglich ist. Auf der anderen Seite wird ein Effekt dargestellt, der die Grundlage der Nutzentheorie in Frage stellt, nämlich die getrennte Bewertung von Alternativen und ihren Eigenschaften im Nutzenraum. Auch hier bietet eine Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion keine Möglichkeit die im Experiment ermittelten Präferenzen zu modellieren.

Die Arbeit ist wie folgt gegliedert. Kapitel 2 stellt ökonomische Modellierungen vor, in denen Zeit als Faktor vorkommt. Dabei wird insbesondere das bekannte Konzept des exponentiellen Diskontierens mit dem eher verhaltenswissenschaftlichen Konzept des hyperbolischen Diskontierens verglichen. In Kapitel 3 sind zentrale Theorien zu Entscheidungen unter Risiko dargestellt. Dabei werden an dieser Stelle auf die Erwartungsnutzentheorie, Yaari's Duale Theorie, Prospekt Theorie, Regret und Disappointment Theorie, sowie die Prominenztheorie eingegangen. Kapitel 4 zeigt experimentelle Ergebnisse wie eine Nutzenbewertung von Zeit gestaltet werden kann. Mit Hilfe bekannter Verfahren aus der experimentellen Forschung zu risikobehafteten Entscheidungen mit Geld werden die Nutzenfunktionen für Warte- und Arbeitszeit skizziert und gezeigt, wie bekannte, experimentelle Versuchsabläufe helfen können Zeitpräferenzen unabhängig von einer Kombination mit anderen Gütern zu ermitteln. Im Folgenden werden in Kapitel 5 experimentelle Ergebnisse dargestellt, die das St. Petersburg Paradox für risikofreudige Präferenzen und den Einfluss einer zusätzlichen irrelevanten Alternative auf das Entscheidungsverhalten aufzeigen. In Kapitel 6 werden diese experimentellen Ergebnisse mit Bezug auf die in Kapitel 3 dargestellten Theorien diskutiert. Abschließend bietet Kapitel 7 eine Zusammenfassung der Kernergebnisse dieser Arbeit.

# 2 Zeit als Faktor in ökonomischen Entscheidungen

Die bisherige Fokussierung auf monetäre Auszahlungen als Konsequenzen von Entscheidungen scheint zum einen in der ökonomischen Bedeutung zu liegen, aber hat zum anderen auch den Vorteil, dass Menschen regelmäßig finanzielle Entscheidungen treffen und es daher gewohnt sind mit Geld umzugehen. Im Rahmen dieser Untersuchung soll dabei beispielhaft als eine weitere Dimension der Faktor Zeit untersucht werden, da dies ebenfalls ein wichtiger ökonomischer Faktor ist und Menschen täglich Entscheidungen über Zeit als knappes Gut fällen. In der bisherigen Literatur hingegen werden Zeitpräferenzen als Kombination aus Geld und Zeit betrachtet.

In ökonomischen Entscheidungssituationen müssen Projektverantwortliche wie Privatpersonen häufig zwischen Alternativen abwägen, die sich durch unterschiedliche Zeitpunkte der Auszahlungen unterscheiden. Finanzmarktmodelle beschäftigen sich daher mit der Modellierung von Situationen, die sich durch den Zufluss von Zahlungen zu mehreren, und zwischen den Projekten verschiedenen, Zeitpunkten unterscheiden. Um die Präferenzen eines ökonomischen Agenten in diesen Situationen modellieren zu können, betrachten Wirtschaftswissenschaftler Nutzenfunktionen, die im Wesentlichen durch drei Dimensionen charakterisiert werden können. Diese sind das Gut, um das es sich handelt (z. B. Geld), die Unsicherheit betreffend die Höhe der Auszahlung und auch der Zeitpunkt an dem das Projekt realisiert werden kann (Andersen et al. 2008). Am Ursprung der

Forschung zu diesem Themenbereich wird davon ausgegangen, dass die Präferenzen über Zeitpunkte und die Präferenzen über Auszahlungshöhe separierbar sind (Samuelson 1937). Das bedeutet, dass der Nutzen einer zeitlich verzögerten Auszahlung durch eine Nutzenfunktion über Geld mit einer Nutzenfunktion über Zeit als $u(x,t) = u(x) \times v(t)$ mit $u(x)$ als Nutzenwert eines bestimmten Geldbetrages $x$ und $v(t)$ als Nutzenwert einer bestimmten Wartezeit $t$ beschrieben werden kann.

Während, wie eingangs beschrieben, eine Vielzahl von Aufzählungen über die Modellierung von Geldpräferenzen durch Nutzenfunktionen mit und ohne Unsicherheit veröffentlicht wurden, beschränkt sich die Forschung zu Zeitpräferenzen auf Entscheidungen über inter-temporale Tradeoffs. Dabei steht in der Diskussion zunächst die funktionale Form im Vordergrund mit der Präferenzen über zeitlich verzögerte Auszahlungen dargestellt werden sollen. Zunächst wurde in der Finanzmarktforschung der klassische Ansatz des Diskontierens verwendet. Hierbei verliert eine bestimmte Auszahlung an Wert, je später sie realisiert werden kann. Um Auszahlungsströme vergleichbar zu machen, wird für jeden Auszahlungsstrom der Wert zum aktuellen Zeitpunkt bestimmt. Der Wertverlust wird dabei durch einen Diskontfaktor bestimmt, der im klassischen Ansatz konstant ist. Der gegenwärtige Wert eines Auszahlungsstroms von $x_i$ zum Zeitpunkt $t_i$ ist

$$x_0 = \sum_{i=1}^{n} \delta^t \cdot x_i$$

mit $\delta$ als Diskontfaktor. Diese Ansätze haben ihre großen Anwendungsbereiche auf Geldmärkten.

In der Verhaltensforschung wurde das Konzept des hyperbolischen Diskontierens eingeführt (Phleps und Pollak 1968) und seine Stärken in Bezug auf die Erklärung menschlichen Verhaltens diskutiert (Laibson 1997). Dabei wird für das Konzept des hyperbolischen Diskontierens ebenfalls eine Bewertung von Auszahlungen zu verschiedenen Zeitpunkten zum aktuellen Zeitpunkt erzeugt, indem ein Diskontfaktor angewendet wird. Während dieser Diskontfaktor beim exponentiellen Diskontieren über die Zeit konstant bleibt, ist der Diskontfaktor beim hyperbolischen Diskontieren zeitabhängig. Dabei ist dieser Faktor zu Beginn des Zeitstrahls höher und wird geringer, je länger auf die Auszahlung gewartet werden muss. Der gegenwärtige Wert eines Auszahlungsstroms von $x_i$ zum Zeitpunkt $t_i$ beim hyperbolischen Diskontieren ergibt sich aus

$$x_0 = \sum_{i=1}^{n} f(t) \cdot x_i$$

mit

$$f(t) = \frac{1}{1 + c \cdot t}$$

und $c$ als Parameter, der den Grad des Diskontierens beschreibt. Der wesentliche Unterschied in den beiden Konzepten ist also, dass beim exponentiellen Diskontieren die Zeit als linearer Faktor in die Betrachtung eingeht und beim hyperbolischen Diskontieren nicht.

Private Altersversorgung beispielsweise scheint ein viel diskutiertes Problem in modernen Ökonomien zu sein. So passiert es regelmäßig, dass Erwerbstätige, während sie einen Arbeitsplatz haben zu wenig Geld für die Zeit zurücklegen, in der sie nicht mehr in der Lage sein werden einer bezahlten Arbeit nachzugehen. Dies passiert auch dann, wenn Subventionen des Staates oder der Arbeitgeber es aus finanzieller Sicht sehr attraktiv gestalten einen Teil des aktuellen Einkommens für die private Altersversorgung zu verwenden (Choi et al. 2005). Oft zeigt sich, dass trotz intensiver Aufklärung der Teilnehmer, die Information darüber, wie sinnvoll Sparpläne für die Altersversorgung sind, es dennoch schwierig ist, die Arbeitnehmer zu motivieren Sparpläne für ihre Zeit als Rentner zu gestalten und ihnen zu folgen. Weiterhin sind die Präferenzen für Auszahlungen, die zu verschiedenen Zeitpunkten stattfinden durch eine starke Gegenwartsorientierung geprägt. Dies geht sogar soweit, dass Personen, die sich dieser Situation bewusst sind, Mechanismen entwickeln müssen um sich selbst, bezogen auf diese Eigenschaft, zu überlisten, wenn sie ihr persönliches Sparziel erreichen wollen (Laibson 1997).

Diese Erklärungen beziehen sich jedoch nicht notwendigerweise auf klassische Probleme, sondern orientieren sich an allgemeinen Verhaltensmustern von Menschen. Ein Beispiel dafür ist die Entscheidung zu rauchen. Den meisten Rauchern ist es dabei durchaus bewusst, dass sie ihre Gesundheit durch ihr Verhalten zumindest einem Risiko aussetzen, wenn nicht sogar aktiv schaden. Betrachtet man die Kosten, die einem Raucher durch das Kaufen von Tabakwaren entstehen und durch die langfristigen Konsequenzen für die Gesundheit definiert werden können, so muss der Genuss über den Konsum von Tabakwaren in der Gegenwart ein unrealistisch hohes Vergnügen bereiten. Dieses Verhalten zeigt ebenfalls eine hohe Gegenwartsorientierung, die durch das Konzept des exponentiellen Diskontierens nur schwer zu erklären ist. Die Idee der Impulsivität, wie sie durch das Modell des hyperbolischen Diskontierens beschrieben wird, scheint daher wesentlich sinnvoller für die Erklärung menschlichen Verhaltens. Ähnliche Beispiele sind das Einhalten von Diäten und Sportprogrammen, um einen langfristigen guten Gesundheitszustand zu gewährleisten. Auch hier sind den meisten Menschen die Konsequenzen des nicht Einhaltens dieser Pläne durchaus bewusst. Dennoch wirkt häufig die aktuelle notwendige Anstrengung wesentlich stärker als die bekannten positiven Auswirkungen für zukünftige Lebensqualität. Damit zeigen sich die Vorteile des hyperbolischen Diskontierens insbesondere darin, dass Inkonsistenzen im beobachteten Entscheidungsverhalten bei inter-temporalen Tradeoffs (Strotz 1955) behoben werden können. Dies geschieht, indem eine unterschiedliche Bewertung der Zeit in das Konzept einfließt. Eine höhere Diskontrate für den Beginn einer Zeitspanne im Vergleich zu späteren Zeitpunkten kann also eine stärkere Fokussierung auf die Gegenwart darstellen. Die Einstellung von aktueller

Bedürfnisbefriedigung im Vergleich zu langfristigen Folgen kann diesem Konzept folgend erklären, warum Menschen dazu neigen in der Gegenwart zu rauchen oder sich ungesund zu ernähren, obwohl ihnen die langfristigen gesundheitlichen Folgen bewusst sind. Dabei sind die Betrachtungen auch nicht notwendigerweise auf klassisch ökonomische Probleme beschränkt, sondern helfen allgemeiner bei der Erklärung menschlichen Entscheidungsverhaltens.

Weiterhin ist zu bemerken, dass empirische Befunde durch das Konzept des hyperbolischen Diskontierens deutlich besser zu erklären sind (Benzion et al. 1989; Thaler 1981). Dieses betrifft nicht nur Beispiele aus empirischen Beobachtungen über das Sparen zur privaten Altersversorgung (Laibson 1997) oder das Einhalten von Diät- und Sportplänen (Brocas und Carrillo 2005), sondern auch experimentelle Beobachtungen zu Präferenzen über inter-temporale Nutzentradeoffs (Loewenstein und Thaler 1989). Dennoch bleiben einige Inkonsistenzen im beobachteten Entscheidungsverhalten von der bekannten Theorie unerklärt. So werden beispielsweise unterschiedliche Diskontraten zwischen kurz- und langfristigen Entscheidungen beobachtet (Harris und Laibson 2001). Weiterhin zeigt sich, dass die Diskontraten auch mit unterschiedlichen Auszahlungshöhen variieren (Benzion et al. 1989; Kirby 1997; Thaler 1981). Das bedeutet, dass obwohl das Konzept des hyperbolischen Diskontierens eine höhere Erklärungskraft für menschliches Verhalten hat, bleiben empirische und experimentell beobachtete Inkonsistenzen bestehen. Daher bleibt es eine Aufgabe für die Forschung bessere Modelle für die Erklärung von Entscheidungen über inter-temporale Tradeoffs zu finden (Rubinstein 2003; Rubinstein 1988).

Gegen eine Verallgemeinerung des Nutzenkonzepts auf Entscheidungen über zeitverzögerte Auszahlungen spricht, dass die ermittelten Diskontraten Verhalten in experimentellen Studien nicht vollständig erklären können. Dabei ist zu beobachten, dass allgemeinere Konzepte zu Zeitpräferenzen wie „Impulsivity and Self Control" (Impulsivität und Selbstkontrolle) aus der Psychologie diese Art von Entscheidungen besser erklären können (Khwaja et al. 2007). Dieses Konzept beschreibt zwei Faktoren des menschlichen Verhaltens, die sich gegenseitig ausbalancieren. Der Mensch hat die Eigenschaft impulsiv zu sein und seine Bedürfnisse unmittelbar zu befriedigen. Dies ist eine natürliche Eigenschaft, die das Überleben sichern soll. Mit der Entwicklung des modernen Menschen gewinnt jedoch auch der Faktor der Selbstkontrolle an Bedeutung. Die Stärke des Menschen ist es also für die Zukunft zu planen. In modernen Untersuchungen spielt dabei insbesondere die Abwägung zwischen Freizeit und Arbeitszeit eine große Rolle. Häufig werden Menschen tätig, nicht weil sie sich eine sofortige Bedürfnisbefriedigung erhoffen, sondern weil sie durch aktuelles Unterdrücken eines Bedürfnisses eine höhere Bedürfnisbefriedigung in der Zukunft erzeugen wollen.

Ebenfalls einen hohen Grad an Erklärung für Verhalten wie es in ökonomischen Studien identifiziert wurde, findet man im Dual-Self Model of Impulse Control (Fudenberg und Levine 2006). Diese Überlegung ist der Impulsivität und Selbstkontrolle sehr ähnlich. Dabei verspürt ein Mensch einen aktuellen Impuls für eine bestimmte Handlung, der durch die gegenwärtigen Bedürfnisse erzeugt wird. Nur durch die Kontrolle dieses Impulses kann der Mensch diesem Instinkt widerstehen und eine langfristig orientierte Handlung durchführen. Dabei ist es besonders wichtig, dass ein Modell unterschiedliche Level von Ungeduld beherbergen kann (Bleichrodt et al. 2008), sodass die Dringlichkeit eines Bedürfnisses auch davon abhängt, wann dieses Bedürfnis zuletzt befriedigt wurde. Diese Arbeiten zeigen, welche psychologischen Prozesse zu Entscheidungen bei inter-temporalen Tradeoffs führen. Will man diese Erkenntnisse in ein ökonomisches Modell überführen, ist es daher unbedingt notwendig, die Zeitpräferenzen unabhängig von anderen Dimensionen wie Auszahlungshöhe zu erheben.

Im Fokus ökonomischer Betrachtungen stehen häufig Entscheidungen über potenzielle monetäre Konsequenzen. Dabei wird der Einsatz verschiedener Ressourcen gegenüber möglichen Gewinnen abgewogen. Neben der monetären Anfangsausstattung der Entscheidungsträger, spielt dabei auch der Faktor Zeit eine wichtige Rolle. Dabei treffen Menschen im alltäglichen Leben Entscheidungen über Geld und Zeit. Während ökonomische Forschung darauf ausgerichtet ist eine Nutzenfunktion für Geld zu ermitteln, ist dies für den Faktor Zeit nicht der Fall. Dieser geht in die meisten Überlegungen linear oder als Index ein. Das Verstreichen von Zeit an Sich, erfährt dabei keine ökonomische Bewertung.

Welche Bedeutung der Faktor Zeit für die Modellierung menschlichen Entscheidungsverhaltens spielt, zeigen jedoch zahlreiche Studien. Nicht nur in einem ökonomischen Kontext, treffen Individuen häufig Entscheidungen darüber, was sie mit der ihnen zur Verfügung stehenden Zeit unternehmen können. Dabei wird im Modell das Verstreichen von Zeit mit einem Verlust assoziiert, jedoch werden Opportunitätskosten definiert, indem kalkuliert wird, welche anderen möglichen Gewinne in der gleichen Zeit realisiert werden können (Becker 1965). Dabei wird hier nicht die Zeit selbst einer Bewertung unterzogen, sondern die Aktivitäten, die in einem linear modellierten Zeitraum durchgeführt werden können.

Eine ähnliche Herangehensweise wird auch in der Finanzliteratur in Form des Diskontierens von Auszahlungsströmen zu unterschiedlichen Zeitpunkten gewählt. Zwar nimmt der Wert einer gegebenen Auszahlung ab, je später diese realisiert werden kann, jedoch wird auch hier der Zeitpunkt der Auszahlung als Index in die Modellierung einbezogen und das Verstreichen der Zeit an Sich erfährt keine Bewertung. Experimentelle Untersuchungen dieser Form von Entscheidung zeigen jedoch eine starke Gegenwartsgewichtung der Entscheider, die zum Beispiel in Form des hyperbolischen Diskontierens dargestellt werden (Brocas und Carrillo 2005; Laibson 1997). Diese Befunde zeigen sich jedoch nicht nur bei Betrachtungen von Entscheidungen am Finanzmarkt, sondern werden auch auf andere Entscheidungssituationen ausgeweitet. Beispiele sind hierfür die oben genannten Probleme des Einhaltens von Sport- und Diätplänen. Aber auch alltäglichen Entscheidungen über das Rauchen von Zigaretten können so erklärt werden (Khwaja et al. 2007). Menschen zeigen dabei Präferenzen, die durch die Gegenwartsgewichtung verzerrt werden. In den

Modellen taucht der Faktor Zeit jedoch nicht als gewichtete Größe, sondern als Index auf (O'Donoghue und Rabin 2001; O'Donoghue und Rabin 1999). Diese Ansätze sollen an späterer Stelle etwas ausführlicher diskutiert werden. An dieser Stelle sei jedoch deutlich gemacht, dass bereits eine nicht lineare Bewertung von Zeit in ökonomischen Modellen angedeutet wird, jedoch nicht explizit in die Modelle einfließt. Das heißt auch in den Betrachtungen des hyperbolischen Diskontierens wird die Nutzenfunktion immer als eine Kombination aus Zeitpunkt und Konsequenz betrachtet. In der experimentellen Wirtschaftsforschung handelt es sich dabei stets um die Verknüpfung von Zeit- und Geldpräferenzen. In dieser experimentellen Untersuchung geht es jedoch darum die Nutzenfunktion von Zeit unabhängig von anderen Konsequenzen zu betrachten.

Vergleichsweise neue Ergebnisse zeigen weiterhin die Wichtigkeit der Berücksichtigung von Zeit als moderierenden Faktor bei der Untersuchung von menschlichem Entscheidungsverhalten. So wird beispielsweise gezeigt, dass individuelle Diskontraten mit Risikoeinstellungen zusammenhängen (Anderhub et al. 2001) und die Präferenzen für Risiko und Zeit immer gemeinsam erhoben werden sollten, um eine vollständige Modellierung von Präferenzen zu ermöglichen (Andersen et al. 2008).

Die bisherigen Untersuchungen und Modelle zeigen also die Wichtigkeit der Berücksichtigung von Zeitpräferenzen. Bisher wurde die Präferenz für Zeit jedoch nur in Zusammenhang mit anderen Präferenzen betrachtet. Die Nutzenkomponente des Verstreichens von Zeit an Sich wird dabei vernachlässigt. Diese Analyse soll an dieser Stelle einen Beitrag leisten, Präferenzen für Zeit genauer zu verstehen und diese losgelöst von eventuellen Konsequenzen zu betrachten.

# 3 Theorien zu Entscheidungen unter Risiko

Die grundlegenden experimentellen Untersuchungen von Nutzenfunktionen über Geld basieren auf Entscheidungen unter Risiko (Bell 1985; Cox und Sadiraj 2008; Cox et al. 2008; Holt und Laury 2002; Holt und Laury 2005; Kahneman und Tversky 1992; Kahneman und Tversky 1979; Loomes und Sugden 1986; Loomes und Sugden 1982). Die Modellierung von Nutzenfunktionen ist im Regelfall weiter gefasst als nur Entscheidungen über monetäre Auszahlungen, die mit einem Zufallsprozess verknüpft sind. Weiterhin werden die Modelle in verschiedenen Anwendungsbereichen der ökonomischen Forschung verwendet. Die Überprüfung der Modellierung von Nutzenfunktionen in ökonomischen Experimenten wird dabei im Regelfall durch einfache Entscheidungen unter Risiko durchgeführt. In diesem Abschnitt sollen verschiedene Modellierungsansätze für diese Art von Entscheidungen dargestellt werden. Dabei ist zu beachten, dass die hier genannten Theorien bisher für monetäre Auszahlungen modelliert sind.

## 3.1 Erwartungsnutzentheorie

Die Erwartungsnutzentheorie beschreibt eine Anpassung des Erwartungswertes, die durch das St. Petersburg Paradox inspiriert wurde. Das von Nicolas Bernoulli bereits 1713 formulierte St. Petersburg Paradox beschrieb eine Lotterie mit unendlichem Erwartungswert, für die jedoch aus der Introspektion des Autors heraus, kein unendlich hoher Preis für die Teilnahme zu rechtfertigen ist. Dies inspirierte die Korrektur des Erwartungswertes durch eine mathematische Funktion über die Auszahlungen (Bernoulli 1738/1954). Diese Funktion wird im Regelfall Nutzenfunktion genannt und ist eine streng monoton wachsende Funktion mit abnehmender Grenzsteigung.

Mit dieser funktionalen Form wurde die Idee der Risikoaversion kreiert und zunächst als Erklärung für das St. Petersburg Paradox genutzt. Risikoaversion beschreibt dabei den Fall, dass der Erwartungswert einer Lotterie höher ist als das Sicherheitsäquivalent. Das Benutzen einer solchen Funktion enthielt auch als erstes die Idee, dass ein Geldbetrag für einen armen Menschen einen höheren Wert hat, als es derselbe Betrag für einen reichen Menschen hat. Es wird also angenommen, dass der Mensch in den monetären Auszahlungen nicht den Wert an Sich betrachtet, sondern vielmehr das, was er damit unternehmen kann.

Erst Mitte des zwanzigsten Jahrhunderts wurde die Idee des Erwartungsnutzens aufgegriffen und in eine Theorie über Entscheidungen bei Risiko überführt und auf eine axiomatische Grundlage gestellt. Dabei bilden vier Axiome die Grundlage der Erwartungsnutzentheorie (von Neumann und Morgenstern 1944). Diese Axiome sind Vollständigkeit, Transitivität, Unabhängigkeit und Kontinuität und bilden die Definition eines rationalen Entscheiders.

Das Axiom der Vollständigkeit beschreibt, dass der rationale Entscheider auf Grundlage von vordefinierten Präferenzen entscheidet. Das bedeutet, der Entscheider kann für jede Alternative $A$ und $B$ jeweils angeben, welche Alternative präferiert wird, beziehungsweise ob er zwischen den Alternativen indifferent ist. Transitivität unterstellt für die vollständigen Präferenzen zusätzlich, dass der Entscheider konsistent entscheidet. Das bedeutet, wenn für beliebige Ereignisse $A$ , $B$ und $C$ gilt, dass $A \succ B$ und $B \succ C$ ist, so folgt daraus auch, dass $A \succ C$ ist. Das Axiom der Unabhängigkeit bezieht sich ebenfalls auf die vollständig definierten Präferenzen des rationalen Entscheiders. Es besagt, dass die Präferenzordnung für zwei Alternativen die Gleiche ist, unabhängig davon, ob sie mit einer dritten Alternative kombiniert wird oder nicht. Wenn also für zwei Alternativen gilt, dass $A \succ B$, so gilt ebenfalls $t \cdot A + (1-t) \cdot C \succ t \cdot B + (1-t) \cdot C$ für $t \in (0,1]$. Kontinuität der Präferenzen bedeutet, dass wenn die Präferenzordnung des rationalen Entscheiders zwischen drei Alternativen gegeben ist, so dass $A$ gegenüber $B$ vorgezogen wird und $B$ gegenüber $C$ vorgezogen wird, so muss es eine Kombination aus $A$ und $C$ geben, so dass der Entscheider zwischen $B$ und der Kombination aus $A$ und $C$ indifferent ist. Damit existiert immer eine Wahrscheinlichkeit $p$, sodass $B \sim p \cdot A + (1-p) \cdot C$ gilt.

In der Literatur wird dieses Axiom häufig als Unabhängigkeit von irrelevanten Alternativen bezeichnet. In dieser Arbeit betrifft die Voraussetzung der Unabhängigkeit von einer zusätzlichen irrelevanten Alternativen jedoch einen anderen Fall. Dabei soll davon ausgegangen werden, dass verschiedene Mengen von Alternativen zur Wahl stehen. Diese sind $\{A, B\}$, $\{A, C\}$ und $\{B, C\}$ . Für diese Alternativenmengen sollen die Präferenzen $A \succ B$, $A \succ C$ und $B \succ C$ gelten. Gemäß der axiomatischen Struktur der Erwartungsnutzentheorie muss für die Alternativenmenge $\{A, B, C\}$ ebenfalls die Präferenz $A \succ B$ gelten. Diese Forderung ist implizit in allen Theorien zur Entscheidungsfindung vorhanden und nicht nur in der Erwartungsnutzentheorie.

Wenn alle diese Axiome erfüllt sind, so handelt es sich um einen rationalen Entscheider, dessen Präferenzen durch eine Nutzenfunktion dargestellt werden können. Dieser Entscheider wählt dabei nicht die Lotterie, welche den höchsten Erwartungswert liefert, sondern die Lotterie welche den höchsten Erwartungsnutzen liefert. Der Erwartungsnutzen einer Lotterie wird dabei nur durch den Wert der Nutzenfunktion für die Konsequenzen gewichtet mit der Eintrittswahrscheinlichkeit ermittelt. Daher gilt für eine gegebene Nutzenfunktion $u(x)$, dass der Erwartungswert einer Lotterie $L$ durch

$$E_U(L) = \sum_{i=1}^{n} p_i \cdot u(x_i)$$

gegeben ist. Dabei präferiert der rationale Entscheider die Lotterie, welche den höchsten Erwartungsnutzen liefert. Wenn also für zwei Lotterien $L_i$ und $L_j$

$$E_U(L_i) = \sum_{i=1}^{n} p_i \cdot u(x_i) > \sum_{j=1}^{n} p_j \cdot u(x_j) = E_U(L_j)$$

gilt, so gilt auch $L_i \succ L_j$. Weiterhin gilt für die Erwartungsnutzentheorie für die Nutzenfunktion, dass diese konkav verläuft und damit die Risikoaversion des rationalen Entscheiders wiederspiegelt. Für die weitere Betrachtung im Verlaufe dieser Arbeit ist dabei festzuhalten, dass die Risikoaversion des Entscheiders laut Erwartungsnutzentheorie ausschließlich durch die Krümmung der Nutzenfunktion definiert wird, da durch den konkaven Verlauf der Nutzenfunktion das Sicherheitsäquivalent einer Lotterie kleiner ist als der Erwartungswert.

## 3.2 Yaari's Duale Theorie

Die Risikoaversion in der Erwartungsnutzentheorie wird durch die Krümmung der Nutzenfunktion beschrieben. Innerhalb der Dualen Theorie hingegen wird die Risikoaversion durch das Einführen gewichteter Wahrscheinlichkeiten dargestellt. Der Unterschied dieser Theorie zur Erwartungsnutzentheorie ist lediglich, dass nicht die Auszahlungen, sondern die

Wahrscheinlichkeiten mit einer mathematischen Funktion transformiert werden. Das bedeutet der Erwartungsnutzen ergibt sich durch

$$E_U(L) = \sum_{i=1}^{n} w(p_i) \cdot x_i$$

mit $w(p)$ als Funktion zur Transformation der gegebenen Eintrittswahrscheinlichkeiten in gewichtete Wahrscheinlichkeiten. Damit ist Yaari's Duale Theorie nicht als Ersatz der Erwartungsnutzentheorie zu verstehen, sondern es wird Situationen geben, in denen die Duale Theorie das menschliche Verhalten besser abbildet, aber es wird ebenso Situationen geben, in denen die Erwartungsnutzentheorie eine bessere Vorhersagekraft besitzt. Die Duale Theorie ist damit als Erweiterung der Erwartungsnutzentheorie zu verstehen (Yaari 1987).

Während die Risikoeinstellung eines ökonomischen Agenten in der Erwartungsnutzentheorie an die Nutzenbewertung von monetären Auszahlungen geknüpft ist, verknüpft die Duale Theorie die Risikoeinstellung mit den Wahrscheinlichkeiten. Dieses Vorgehen ist daher interessant, da so die Risikoeinstellung direkt mit dem Faktor verknüpft ist, der das Risiko einer Alternative bestimmt. Neben diesem methodischen Argument ist die Duale Theorie jedoch in der Lage eine Reihe von Anomalien der Erwartungsnutzentheorie zu erklären. Zwar erzeugt auch die Duale Theorie selbst eine Reihe von Anomalien, jedoch werden die meisten dieser wiederum von der Erwartungsnutzentheorie erklärt. Dadurch erkennt man, dass die Stärke der Dualen Theorie mit der Verknüpfung zur Erwartungsnutzentheorie zusammenhängt. Der Erkenntnisgewinn liegt hier also nicht darin, dass die Duale Theorie als alleinstehende Theorie Vorteile zeigt, sondern sehr deutlich darin die Duale Theorie als Zusatz zur Erwartungsnutzentheorie anzuwenden.

Beispielsweise kann die Duale Theorie die bisher beobachteten Verhaltensmuster erklären, die im Rahmen des Common-Ratio-Effektes und des Allais-Paradox als Verletzungen der Erwartungsnutzentheorie in der Literatur diskutiert wurden. Der Common-Ratio-Effekt in seiner ursprünglich bekannten Form wird erzeugt, wenn die Wahrscheinlichkeiten in der zur Wahl stehenden Alternativen linear transformiert werden. Es kann also davon ausgegangen werden, dass ein Common-Ratio-Effekt als Verletzung der Dualen Theorie dadurch erzeugt werden kann, dass die Auszahlungen einer Transformation unterzogen werden. Jedoch wird davon ausgegangen, dass eine solche Verletzung der Dualen Theorie nicht gleichzeitig eine Verletzung der Erwartungsnutzentheorie erzeugt.

## 3.3 Prospekt Theorie

Mit vermehrter Nutzung experimenteller Methoden in der Wirtschaftswissenschaft wurden zahlreiche Verletzungen der Axiome der Erwartungsnutzentheorie beobachtet. Eine Reihe dieser

Verletzungen werden bei der Entwicklung der Prospekt Theorie aufgenommen und dabei wurde insbesondere eine Veränderung der funktionalen Beschreibung für die Transformation der Konsequenzen von riskanten Alternativen in den Nutzenraum inspiriert. Ein Ziel ist es dabei, eine bessere deskriptive Theorie für menschliches Entscheidungsverhalten unter Risiko darzustellen.

In der Prospekt Theorie werden die einzelnen Alternativen in den Nutzenraum transformiert und so bewertet. Dies geschieht analog zu der Erwartungsnutzentheorie, nur dass sich der Erwartungsnutzen aus der Formel

$$E_U(L) = \sum_{i=1}^{n} w(p_i) \cdot u(x_i)$$

ergibt. Dabei beschreibt $u(x)$ die Bewertungsfunktion (von Kahneman und Tversky selbst wurde diese mit $v(x)$ bezeichnet. In dieser Arbeit wird jedoch für Nutzenfunktionen generell $u(x)$ verwendet) für die monetären Konsequenzen und $w(p)$ eine Funktion für die Gewichtung der gegebenen Wahrscheinlichkeiten. Die Bewertungsfunktion $u(x)$ ähnelt der Nutzenfunktion aus der Erwartungsnutzenfunktion. Jedoch beschreibt sie nicht das endgültige Wohlstandsniveau, sondern die Veränderung in Bezug auf einen Referenzpunkt. Dabei verläuft sie für Gewinne genauso wie die von Neumann-Morgenstern Nutzenfunktion. Jedoch gibt es weitere Eigenschaften der Kahneman-Tversky-Nutzenfunktionen, die sich von der Modellierung der Erwartungsnutzentheorie unterscheiden. Damit liegt der Unterschied zwischen den Theorien in der Bewertung der Alternativen.

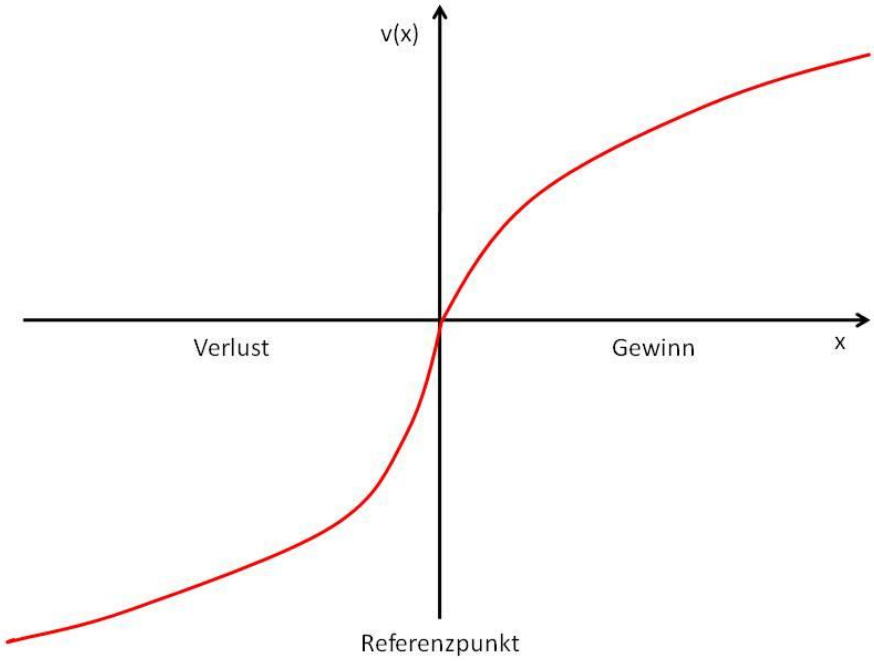



**Abbildung 1: Bewertungsfunktion nach Prospekt Theorie**

Der Verlauf der Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion $u(x)$ ist in Abbildung 1 skizziert. Der Ursprung des Koordinatensystems beschreibt dabei nicht notwendig den Zustand eines Wohlstandes von Null, sondern den Referenzpunkt, der wahrscheinlich häufig mit dem Nullpunkt übereinstimmt. Auszahlungen, die oberhalb des Referenzpunktes liegen, werden als Gewinn empfunden und mit einem konkaven Funktionsverlauf beschrieben. Auszahlungen unterhalb des Referenzpunktes hingegen werden als Verlust empfunden und durch einen konvexen Funktionsverlauf beschrieben. Damit zeigt sich eine unterschiedliche Risikoeinstellung für Gewinne und Verluste, was auch als Reflection-Effekt bezeichnet wird (Kahneman und Tversky 1979). Weiterhin ist zu bemerken, dass die Funktion im Verlustbereich höhere absolute Nutzenwerte aufweist als entsprechende Gewinne positiven Nutzen verursachen. Diese Eigenschaft repräsentiert die Neigung von Entscheidungsträgern, dass der Verlust eines bestimmten Geldbetrages eine stärkere Emotion weckt als der Gewinn des gleichen Betrages Emotion in eine positive Richtung verursacht (Galanter und Pilner 1974).

Die Verlustaversion in Form des Verlaufs dieser Nutzenfunktion beschreibt daher die Abneigung von Entscheidungsträgern gegenüber Lotterien der Form $\{(0{,}5), -x; (0{,}5), +x\}$. Weiterhin ergibt sich die Präferenzreihenfolge zwischen zwei Lotterien dieser Form als

$$|u(-x)| > u(x)$$

für alle $x > 0$.

Diese Bewertungsfunktion für monetäre Auszahlungen ähnelt damit, in der grundsätzlichen Idee, der Nutzenfunktion aus der Erwartungsnutzentheorie. Die Bewertungsfunktion wurde dabei jedoch an zu dem Zeitpunkt bekannte Phänomene angepasst. Der Unterschied in der Risikoeinstellung für Gewinne und Verluste bezieht sich dabei auf die Dokumentation zahlreicher Beobachtungen, die eben diese Eigenschaft der Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion unterstützt (Barnes und Reinmuth 1976; Greyson 1960; Halter und Dean 1971; Swalm 1966).

In der Prospekt Theorie unterliegen zwei Faktoren der Entscheidungen einer Bewertungsfunktion. Während in der Erwartungsnutzentheorie nur die Auszahlungen einer Gewichtungsfunktion unterliegen, werden in der Prospekt Theorie neben den Auszahlungen zusätzlich die Wahrscheinlichkeiten in Wahrscheinlichkeitsgewichte transformiert. Diese beiden Faktoren gehen dann anschließend in die Berechnung des Erwartungsnutzens ein.

## 3.4 Kumulative Prospekt Theorie

Die Kumulative Prospekt Theorie ist als eine Erweiterung der Prospekt Theorie zu verstehen. Die grundlegenden Annahmen der Kumulativen Prospekt Theorie zur Bewertungsfunktion für die monetären Konsequenzen sind die gleichen wie in der Prospekt Theorie. Es werden ein konkaver Verlauf für Gewinne und ein konvexer Verlauf für Verluste angenommen, wobei der Verlauf bei Verlusten eine stärkere Steigung aufweist als bei Gewinnen. Der Unterschied in dieser Erweiterung der Prospekt Theorie liegt in der Ermittlung der Wahrscheinlichkeitsgewichte.

Eine wesentliche Kritik an der Prospekt Theorie war die Verletzung der stochastischen Dominanz, da durch die Definition der gewichteten Wahrscheinlichkeiten Situationen konstruiert werden können, in denen der Entscheidungsträger eine Lotterie bevorzugt, in der ein höherer Verlust mit der Wahrscheinlichkeit 1 auftritt. Diese Verletzung der stochastischen Dominanz wurde durch eine kumulative Darstellung der möglichen Ereignisse gelöst. Damit wurden die Ideen zu den gewichteten Wahrscheinlichkeiten vorhergehender Arbeiten aufgenommen, die eine rangabhängige kumulative Funktion für die Darstellung der Wahrscheinlichkeiten verwenden (Quiggin 1982; Schmeidler 1989). Hierbei werden nicht die einzelnen Eintrittswahrscheinlichkeiten transformiert, sondern die gesamte Verteilung der Wahrscheinlichkeiten.

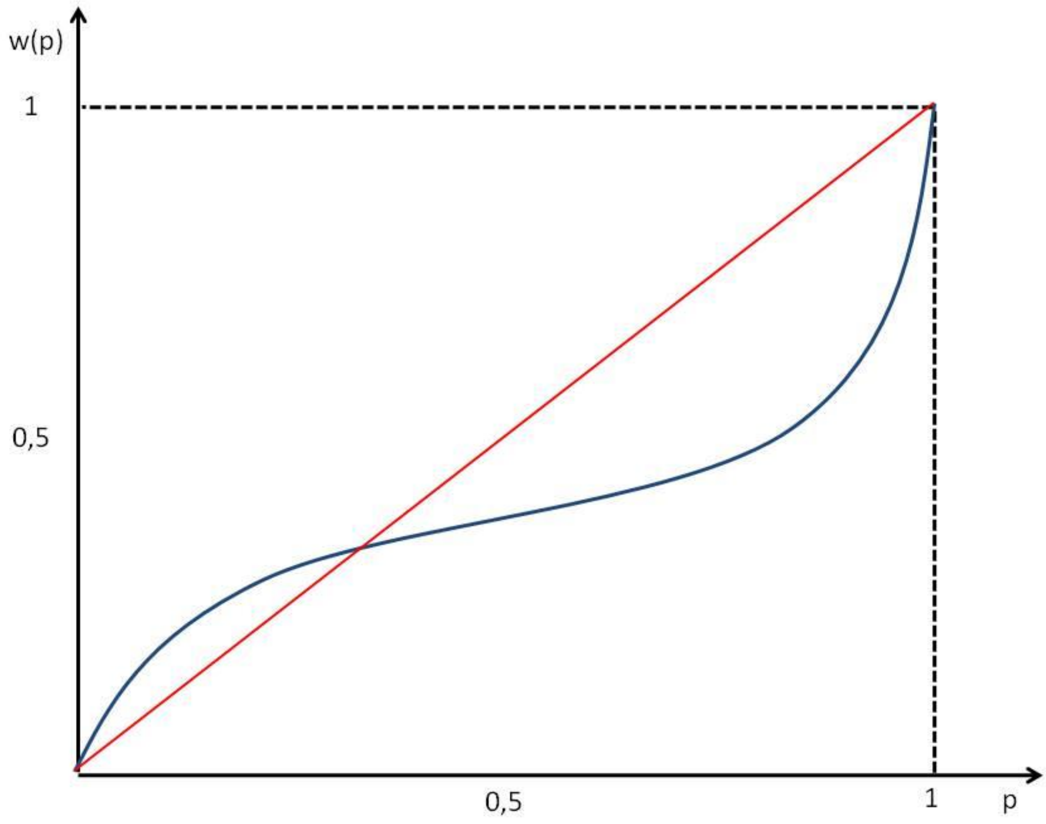



**Abbildung 2: Wahrscheinlichkeitsgewichtung nach Kumulativer Prospekt Theorie**

Die Idee für die Bewertungsfunktion der monetären Konsequenzen von Lotterien basiert auf der Idee einer abnehmenden Sensitivität in der Wahrnehmung von Reizen. Diese Grundidee soll auch für die Wahrnehmung der Wahrscheinlichkeiten gelten. Dabei gibt es zwei Extrempositionen, welche als Referenzpunkt für die Wahrnehmung der Wahrscheinlichkeit dienen. Zum einen, ist dies ein mit Sicherheit eintretendes Ereignis und zum anderen, ein Ereignis das unmöglich eintreten kann. Somit hat eine Veränderung der Wahrscheinlichkeit von 0,9 auf 1,0 oder eine von 0,0 auf 0,1 ein höheres Gewicht, als eine Veränderung von 0,3 auf 0,4 oder von 0,6 auf 0,7. Damit ergeben sich für die Wahrscheinlichkeitsgewichtungsfunktion ein konkaver Verlauf für Wahrscheinlichkeiten in der Nähe von 0,0 und ein konvexer Verlauf für Wahrscheinlichkeiten in der Nähe von 1,0. Daraus folgt ein S-förmiger Verlauf der Funktion, wie er beispielhaft in Abbildung 2 skizziert ist.

Weiterhin wird im Rahmen der Entwicklung der Kumulativen Prospekt Theorie unterstellt, dass die Möglichkeit besteht, dass die Wahrnehmung der Eintrittswahrscheinlichkeit auch davon abhängt, ob es sich um einen möglichen Gewinn oder einen möglichen Verlust handelt. Die Intuition dieser Idee liegt darin, dass Personen das Eintreffen eines Desasters mit kleiner Eintrittswahrscheinlichkeit für sehr möglich halten, wobei sie ein sehr positives Ereignis mit kleiner Eintrittswahrscheinlichkeit als sehr unwahrscheinlich betrachten. Dabei kann die Wahrscheinlichkeitsgewichtung also Pessimismus wiederspiegeln.

In einem weiteren Schritt wurden die Funktionen für die Bewertung von monetären Konsequenzen, sowie für die Gewichtung von Wahrscheinlichkeiten angegeben und die Parameter geschätzt. Die Bewertungsfunktion wurde hierfür als

$$v(x) = \begin{cases} x^{\alpha} & f\ddot{u}r \quad x \geq 0 \\ -\lambda \cdot (-x)^{\beta} & f\ddot{u}r \quad x < 0 \end{cases}$$

definiert. Weiterhin wurden die Funktionen für die Ermittlung der gewichteten Wahrscheinlichkeiten definiert. Wobei

$$w^{+}(p) = \frac{p^{\gamma}}{\left(p^{\gamma} + (1-p)^{\gamma}\right)^{1/\gamma}}$$

die gewichteten Wahrscheinlichkeiten für positive Ergebnisse liefert und

$$w^{-}(p) = \frac{p^{\delta}}{\left(p^{\delta} + (1-p)^{\delta}\right)^{1/\delta}}$$

die gewichteten Wahrscheinlichkeiten für negative Ergebnisse liefert. Die Schätzungen dieser Funktionen soll dabei nur einen ungefähren Eindruck vom Verlauf der einzelnen Funktionen geben und nicht zu stark in eine Interpretation der Theorie im Generellen eingehen (Kahneman und Tversky 1992). In der Schätzung von Kahneman und Tversky liegen die Parameter für die $v(x)$ im Median bei $\alpha = \beta = 0{,}88$ und $\lambda = 2{,}25$. Die Parameter für die Funktion zur Ermittlung der gewichteten Wahrscheinlichkeiten betragen $\gamma = 0{,}61$ und $\delta = 0{,}69$.

Bei der Betrachtung der angegebenen Parameter fällt dabei insbesondere auf, dass kein signifikanter Unterschied zwischen der gewichteten Wahrscheinlichkeit für positive oder negative Auszahlungen besteht. Für die Daten passt also die Annahme aus der ursprünglichen Form der Prospekt Theorie mit nur einer Wahrscheinlichkeitsgewichtungsfunktion, deren Verlauf der Definition aus der Kumulativen Prospekt Theorie folgt. Dennoch sollen diese Daten an dieser Stelle nicht überbewertet werden, denn auch die Definition der Funktion der gewichteten Wahrscheinlichkeiten in der Form der Kumulativen Prospekt Theorie lässt den Fall, dass die gewichteten Wahrscheinlichkeiten für Gewinne und Verluste gleich sind, explizit zu.

Ein weiterer interessanter Punkt liegt in der gewichteten Wahrscheinlichkeit von 0,5. In der ursprünglichen Form der Prospekt Theorie wurde noch offen gelassen, ob $w(0{,}5) = 0{,}5$ oder $w(0{,}5) < 0{,}5$ gilt. Dort wurde argumentiert, dass Entscheider bei einem Münzwurf im Regelfall indifferent sind, ob die Lotterie bei *Kopf* oder bei *Zahl* gewonnen wird. Dieser Faktor soll dafür sprechen, dass $w(0{,}5) = 0{,}5$ gilt und die Funktion durch den Punkt $(0{,}5; 0{,}5)$ führt (vergleiche hierfür auch den roten Funktionsverlauf in Abbildung 2). Jedoch wiesen auch zu dem Zeitpunkt bereits experimentelle Ergebnisse darauf hin, dass mit Hilfe von Auswahlentscheidungen zwischen

Lotterien ermittelten Präferenzen eher für eine Wahrscheinlichkeitsgewichtung von $w(0{,}5) < 0{,}5$ (Kahneman und Tversky 1979) sprechen. Diese Ergebnisse werden durch weitere Experimente bestätigt und daher beinhaltet die Kumulative Prospekt Theorie eine Untergewichtung der Wahrscheinlichkeit von 0,5 (Kahneman und Tversky 1992). Damit wird der Funktionsverlauf zur Ermittlung der Wahrscheinlichkeitsgewichte eher durch den blauen Funktionsverlauf in Abbildung 2 beschrieben. Weiterhin zeigt eine neuere Studie unter Verwendung von neuroökonomischen Methoden, dass es aus neurologischer Sicht keine Anzeichen für eine Untergewichtung der Wahrscheinlichkeit von 0,5 gibt (Morgenstern et al. 2009).

## 3.5 Regret und Disappointment Theorie

Regret Theorie basiert in wesentlichen Zügen auf den gleichen axiomatischen Vorstellungen wie die von Neumann-Morgenstern-Nutzenfunktion (Loomes und Sugden 1982). Jedoch beschreibt dabei eine Nutzenfunktion $C(x)$ den Nutzen der Konsequenz $x$ wenn keine Entscheidung getroffen wird. Das heißt diese Konsequenz wird dem Individuum durch eine übergeordnete Instanz gegeben, ohne dass es darauf irgendeinen Einfluss hat. Häufig verwendete Vorstellungen sind, dass diese Konsequenz eine natürliche Gegebenheit ist, oder auch, dass dem Individuum eine Ausstattung durch eine totalitäre Regierung gegeben wird. Weiterhin stellt die Regret Theorie Entscheidungssituationen dar, in denen zum einen Handlungsentscheidungen getroffen werden und zum anderen eine endliche Anzahl von Umweltzuständen mit gegebenen Wahrscheinlichkeiten gegeben sind. Die Konsequenz, die das Eintreten eines dieser Umweltzustände hat, wird dabei durch die Wahl des Individuums bestimmt. Zur Vereinfachung kann man sich also eine Situation vorstellen, in der ein Individuum genau zwei Alternativen wählen kann (A und B) und zwei mögliche Umweltzustände ($U_1$ und $U_2$) eintreten können (siehe auch Tabelle 1).

| Umweltzustand | | $U_1$ | $U_2$ |
|---|---|---|---|
| Eintrittswahrscheinlichkeit | | P | 1-p |
| Alternative | A | $X_1$ | $X_2$ |
| | B | $X_3$ | $X_4$ |

**Tabelle 1: Entscheidungsbeispiel nach Regret Theorie**

In einer Entscheidungssituation ist dabei der Nutzen von $X_1$ nicht nur durch den Nutzen der Konsequenz aus einer Situation ohne Entscheidung, also $C(X_1)$, gegeben. Laut Regret Theory hängt die Bewertung von $X_1$ eben auch von $X_3$ ab, genau der Konsequenz, die eingetreten wäre, hätte das

Individuum sich für die Alternative B entschieden. Ist $X_3 > X_1$, so empfindet das Individuum ein Bedauern (Regret), ist jedoch $X_3 < X_1$, so empfindet das Individuum Freude (Rejoycing) über die eigene Entscheidung. Damit hängt also der Nutzen der Konsequenz davon ab, ob sich das Individuum durch seine Entscheidung hätte besser oder schlechter gegenüber dem eingetreten Fall gestellt. Ein Beispiel aus dem originalen Aufsatz besagt dabei, dass ein Verlust von 100 Euro aus einer Änderung des Einkommenssteuergesetzes, auf die man keinen Einfluss haben konnte, als weniger schlimm empfunden wird, als ein Verlust von 100 Euro durch eine verlorene Wette beim Pferderennen.

Dieser Idee folgend übersetzt die Regret Theorie den Nutzen aus einer Entscheidung zwischen zwei Alternativen in eine modifizierte Nutzenfunktion $m_{ij}^k$, die als Funktion für eine Differenz zwischen dem entscheidungslosen Nutzen entweder abzüglich des Bedauerns oder zusätzlich der Freude angesehen werden kann. Übersetzt in das Beispiel aus Tabelle 1 bedeutet dies, dass für jeden Umweltzustand dieser modifizierte Nutzen, abhängig von der getroffenen Entscheidung, wie folgt berechnet werden kann. Für Umweltzustand $U_1$ ergibt sich ein modifizierter Nutzen von

$$m_1 = M\big(C(X_1), C(X_3)\big)$$

und ein modifizierter Nutzen von

$$m_2 = M\big(C(X_2), C(X_4)\big)$$

für den Umweltzustand $U_2$ gegeben Alternative A wurde gewählt. Entsprechend dazu ergibt sich jeweils der modifizierte Nutzen

$$m_3 = M\big(C(X_3), C(X_1)\big)$$

wenn Alternative B gewählt wurde und Umweltzustand $U_1$ eingetreten ist und analog der modifizierte Nutzen

$$m_4 = M\big(C(X_4), C(X_2)\big)$$

für den Fall, dass Umweltzustand $U_2$ eingetreten ist. Damit ergibt sich ein Nutzen für den eingetreten Umweltzustand nicht nur über die tatsächlich eingetretene Konsequenz, sondern auch über die Konsequenz, die hätte eintreten können. Für die Entscheidung kann entsprechend ein erwarteter modifizierter Nutzen definiert werden. Dieser lautet

$$EM(L) = \sum_{i=1}^{n} p_i \cdot m_i$$

Dabei ergibt sich im Beispiel für die Alternative A ein erwarteter modifizierter Nutzen von

$$EM(A) = p \cdot m_1 + (1-p) \cdot m_2$$

und

$$EM(B) = p \cdot m_3 + (1-p) \cdot m_4$$

als erwarteter modifizierter Nutzen für Alternative B. Es wird dann die Alternative präferiert, welche den höheren erwarteten modifizierten Nutzen liefert. Die wesentliche Eigenschaft, welche die Regret Theorie von den anderen zuvor genannten Theorien hat, ist die Bewertung von Alternativen in Abhängigkeit zu den Alternativen, die ebenfalls noch zur Wahl stehen. Damit lässt sie Intransitivität von Entscheidungen zu und prognostiziert diese sogar (Bell 1982; Loomes und Sugden 1982).

Jedoch ist auch die Regret Theorie weiterhin nicht in der Lage, einige der experimentell beobachteten Effekte, wie den Framing Effekt (Tversky und Kahneman 1981) oder das Sure Thing Principle (Moskowitz 1974; Slovic und Tversky 1974), zu erklären. Die Stärke der Regret Theorie liegt vielmehr in der Erklärung von zahlreichen zuvor beobachteten Fällen von Präferenzumkehr (Grether und Plott 1979; Lichtenstein und Slovic 1971; Lindman 1971). Gerade in diesem Fall wird die Stärke der Regret Theorie deutlich, da sie einen Unterschied im Entscheidungsverhalten zwischen einer paarweisen Auswahl und der Bewertung einzelner Lotterien vorhersagen kann. Mit Hilfe der Regret Theorie können damit nicht alle experimentell beobachteten Phänomene erklärt werden, aber zumindest die bis dahin am häufigsten beobachteten Formen der Präferenzumkehr werden von ihr richtig prognostiziert (Loomes und Sugden 1982).

In der Regret Theorie werden, in der ersten Form von 1982, nur zwei Grundannahmen getroffen. Zum einen empfinden Individuen die genannten Emotionen der Freude oder des Bedauerns, wenn sie wissen, was hätte sein können und zum anderen versuchen sie diese Emotionen vor ihrer Entscheidung zu antizipieren. In diesem Rahmen wird es als rational, oder zumindest nicht irrational, angesehen, dass wenn ein Individuum diese Empfindungen verspürt und dann seine Handlungen danach richtet. Dabei lässt diese Theorie weiterhin explizit zu, dass ein Individuum diese Emotionen nicht verspürt. Damit handelt es jedoch nach Erwartungsnutzentheorie.

Die Regret Theorie setzt voraus, dass bestimmte Umweltzustände eintreten, die dem Individuum ermöglichen, den Ausgang der gewählten Alternative mit dem Ausgang der nicht gewählten Alternative zu vergleichen. Damit weiß das Individuum zum Zeitpunkt des Erkennens des eingetretenen Umstands auch, was geschehen wäre, hätte es eine andere Alternative gewählt. Dieser Vergleich, und damit das mögliche Auftreten von Bedauern (Regret), ist jedoch nicht die einzige mögliche Emotion, die in Verbindung zu Entscheidungen bei Risiko entsteht. Ein weiterer Faktor ist dabei Enttäuschung (Disappointment), beziehungsweise Begeisterung (Elation) über den Ausgang einer risikobehafteten Entscheidung. Diese Emotionen wurden in der Disappointment Theorie aufgenommen (Bell 1985; Loomes und Sugden 1986). Jedoch ist die Disappointment Theorie nicht als Konkurrenz zur Regret Theorie zu betrachten, sondern vielmehr als ein weiteres Teilstück einer neu zu entwickelnden Theorie zu Entscheidungen unter Risiko (Loomes und Sugden 1986).

Die Disappointment Theorie basiert auf der gleichen Basisnutzenfunktion $C(x)$ für die Konsequenzen, ohne ihre Verbindung zu einer getroffenen Entscheidung. Im Unterschied zur Erwartungsnutzentheorie oder der Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion wird diese Nutzenfunktion jedoch als linear angenommen. Die tatsächliche Bewertung einer Lotterie, also einer Alternative in der die Konsequenzen nicht sicher sind sondern vom Zufall abhängen, hängt jedoch von einer durch das Individuum geformten Erwartung über den Ausgang der Lotterie ab. Diese Erwartung wird modelliert als der Erwartungsnutzen

$$EU(L) = \sum_{i=1}^{n} p_i \cdot C(x_i)$$

und damit auf der Grundlage der Basisnutzenfunktion. Hierbei beschreibt $x_i$ jeweils eine mögliche Konsequenz der Lotterie und $p_i$ die jeweilige Wahrscheinlichkeit des Eintretens dieser Konsequenz. Der so beschriebene Basisnutzen einer Lotterie wird dann um den Nutzen aus Enttäuschung oder Begeisterung modifiziert.

Die Korrektur wird durch einen Funktionswert $D(L)$ beschrieben, wobei dieser Funktionswert vom Nutzen der eingetretenen Konsequenz $C(x_i)$ und der Erwartung $EU(L)$ abhängt. Dabei ist $D(L)$ eine differenzierbare Funktion reeller Zahlen und wird definiert als

$$D\big(C(x_i) - EU(L)\big)$$

und damit beschreibt

$$MEU(L) = \sum_{i=1}^{n} p_i \cdot \big[C(x_i) + D\big(x_i - EU(L)\big)\big]$$

den modifizierten Nutzen der Lotterie. Somit ergibt sich die Präferenzrelation als

$$L_i \underset{\prec}{\overset{\succ}{\sim}} L_j \Leftrightarrow MEU(L_i) \gtreqless MEU\big(L_j\big)$$

und es wird demnach die Lotterie vorgezogen, die den höheren modifizierten Nutzen hat. Aus dieser Formulierung der Disappointment Theorie ergibt sich ebenfalls, dass die beschriebenen Präferenzen vollständig und transitiv sind. Damit kann Disappointment Theorie im Gegensatz zur Regret Theorie also keine der beobachteten intransitiven Präferenzen erklären.

Es ist dabei zu beachten, dass Verletzungen, insbesondere des Axioms der Unabhängigkeit in der Erwartungsnutzentheorie, die durch die Regret Theorie erklärt werden können, von der Disappointment Theorie nicht erklärt werden können. Beispielsweise wird der Common-Ration-Effekt von Regret Theorie prognostiziert, kann jedoch von der Disappointment Theorie nicht beherbergt werden. Andererseits kann das Sure-Thing-Priciple (Savage 1954) zwar nicht von Regret Theorie erklärt werden (Loomes und Sugden 1982), die Disappointment Theorie jedoch kann dies leisten (Loomes und Sugden 1986). Damit zeigt sich deutlich, dass die beiden Theorien unterschiedliche Verletzungen der Erwartungsnutzentheorie erklären können. Sie sind also als Teile einer gemeinsamen Theorie zu betrachten, wobei die jeweilige Anwendung von der Problemstellung abhängt. Gemeinsam betrachtet, können sie dabei eine Reihe prominenter Verletzungen der Erwartungsnutzentheorie erklären.

## 3.6 Prominenztheorie

Die Prominenztheorie (Albers 2000; Albers und Albers 1983) basiert auf der Idee, dass die meisten Entscheidungsprobleme, die im ökonomischen Kontext betrachtet werden, auf der Wahrnehmung numerischer Information basieren. Dabei gibt es Zahlen, die für Menschen leichter zu erfassen sind als andere. Diese Zahlen werden auch prominente Zahlen genannt und sind alle Zahlen P für die

$$P = \left\{ n \cdot 10^i \middle| i \in \mathbb{Z}, n \in \{1,2,5\} \right\}$$

gilt. Die Wahrnehmung dieser Zahlen und damit auch die Wahrnehmung von Auszahlungen erfolgt in sogenannten Stufen, wobei jeweils eine Stufe zwischen zwei benachbarten prominenten Zahlen liegt (Albers 1997; Albers 2000).

Diese Modellierung der Zahlen- oder Nutzenbewertung erfolgt auch auf Basis der Erkenntnisse der Wahrnehmung psycho-physischer Reize (Albers 2000; Vogt 1995). Für Licht oder Lautstärke beispielsweise besagt das Weber-Fechner-Gesetz, dass immer eine Verdopplung der Reizintensität notwendig ist, damit ein Mensch einen konstanten Zuwachs des ursprünglichen Reizes empfindet. Basierend auf den Erkenntnissen der Psychophysik in Form des Weber-Fechner-Gesetzes, verläuft die Bewertungsfunktion nach der Prominenztheorie ähnlich wie eine logarithmische Funktion (Fechner 1860/1968). Während jedoch für psycho-physische Reize eine gewisse Intensität erreicht werden muss, bevor der Mensch überhaupt wahrnimmt, dass dieser Reiz existiert, nehmen Menschen das Vorhandensein von Geld bereits ab dem ersten Cent wahr.

Im Gegensatz zu den Überlegungen von Weber und Fechner ist die Wahrnehmung dieser kleinen Einheit vom Kontext abhängig. Bei einer Diskussion über den Staatshaushalt der Bundesrepublik kann beispielsweise 1 Milliarde Euro die kleinste Einheit sein über die diskutiert wird. Beim Kauf eines neuen Autos ist die kleinste Einheit vielleicht 500 Euro und bei einem Abendessen in einem Restaurant ist diese vielleicht noch kleiner und beträgt nur noch 1 Euro (Vogt und Albers 2001).

Für die Modellierung der Prominenztheorie (Vogt und Albers 2001) ist daher entscheidend, dass nicht alle prominenten Zahlen mit jeweils einer Stufe bewertet werden. Es gibt für jedes Entscheidungsproblem eine kleinste prominente Zahl Δ, welche die erste Stufe zugeordnet bekommt. Damit werden also die prominenten Zahlen zwischen 0 und Δ nicht als vollständige Stufen wahrgenommen. Der Unterschied zwischen 0 und Δ wird auch als Feinste Empfundene Vollstufe bezeichnet und beschreibt genau eine Stufe in der Wertfunktion. Dabei bezeichnet Δ die prominente Zahl, die zwei Stufen unter der prominenten Zahl liegt, welche kleiner oder gleich der maximalen Auszahlung im Entscheidungsproblem ist.

Für den Verlauf im negativen Bereich gilt auch wie in der Prospekt Theorie, dass Verluste stärker gewichtet sind als Gewinne. Damit ergibt sich für die Prominenztheorie die Nutzenfunktionfunktion

$$u_\Delta(x) = \begin{cases} v_\Delta(x) & f\text{ür} \quad x \geq 0 \\ -2 \cdot v_\Delta(|-x|) & f\text{ür} \quad x < 0 \end{cases}$$

mit

$$v_\Delta(x) = \begin{cases} \dfrac{x}{\Delta} & f\text{ür} \quad x < \Delta \\ 3 \cdot ln\dfrac{x}{\Delta} + 1 & f\text{ür} \quad x \geq \Delta \end{cases}$$

und einem linearen Verlauf zwischen den jeweiligen Stufen (Vogt und Albers 2001).

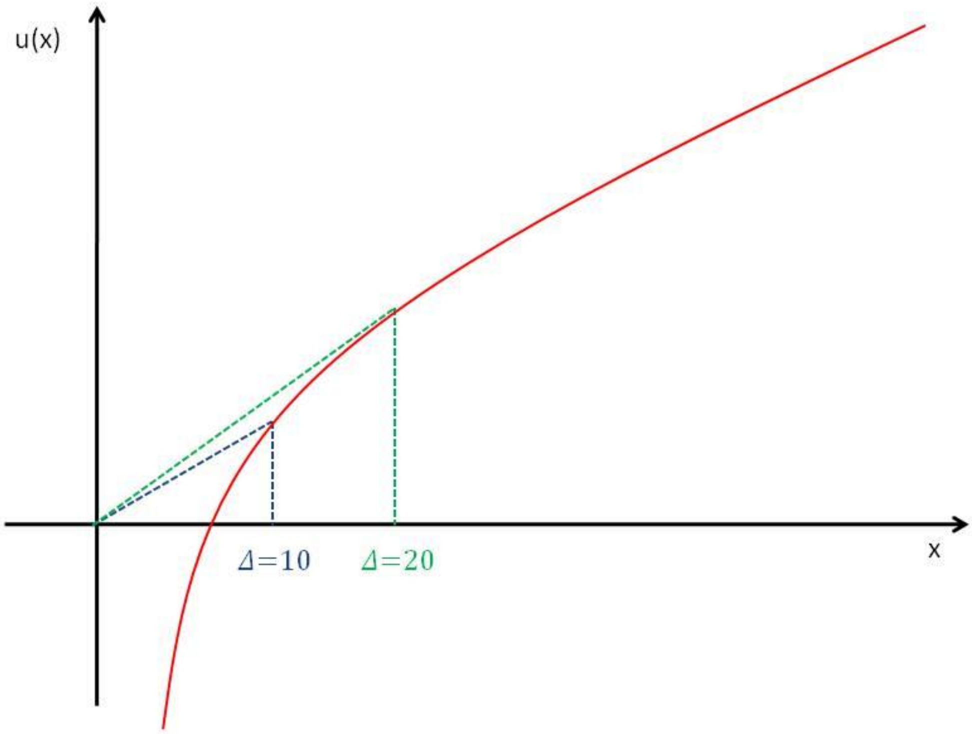



**Abbildung 3: Nutzenfunktion der Prominenztheorie**

Die Nutzenfunktion der Prominenztheorie passt sich an den Kontext des Entscheidungsproblems an. Damit geht diese Theorie nicht von festgelegten Präferenzen des Individuums über verschiedene Alternativen aus. Vielmehr entsteht die Präferenz erst mit dem Bekanntwerden des Entscheidungsproblems. Die einzelnen Optionen werden also im Vergleich zur maximalen Auszahlung bewertet. Damit bekommen der Kontext und das Entscheidungsproblem selbst einen wesentlich größeren Einfluss auf die Präferenzen der Individuen. So kann beispielsweise eine Präferenzumkehr erklärt werden, da die Wahrnehmung der Zahlen in der Auswahlentscheidung eine andere ist als in der Bewertungsentscheidung.

Ein Beispiel dafür wäre die Wahl zwischen den Lotterien $A = \{(0{,}5), 1000; (0{,}5), 0\}$ und $B = \{(0{,}5), 5000; (0{,}5), -1000\}$. Betrachtet man zunächst die Sicherheitsäquivalente der beiden Theorien nach Prominenztheorie, wenn diese einzeln bewertet werden, so ergeben sich jeweils ein unterschiedliches $\Delta$ für jede Lotterie. Der oben genannten Vorschrift folgend ergibt sich für die Lotterie A $\Delta = 200$ und für die Lotterie B $\Delta = 1000$. Berechnet man also das Sicherheitsäquivalent der einzelnen Lotterien, so erhält man

$$EU_A = 0{,}5 \cdot u_\Delta(1000) + 0{,}5 \cdot u_\Delta(0) = 0{,}5 \cdot 3 + 0{,}5 \cdot 0 = 1{,}5$$

und

$$EU_B = 0{,}5 \cdot u_\Delta(5000) + 0{,}5 \cdot u_\Delta(-1000) = 0{,}5 \cdot 3 + 0{,}5 \cdot (-2 \cdot 1) = 0{,}5$$

für den jeweiligen Erwartungsnutzen. Daraus lässt sich das Sicherheitsäquivalent der jeweiligen Lotterie ermitteln. Dabei liegt das Sicherheitsäquivalent der Lotterie A in der Mitte zwischen der ersten und zweiten Stufe der Nutzenfunktion. Die erste Stufe beträgt 200 Euro und die zweite Stufe 500 Euro und man erhält somit ein Sicherheitsäquivalent von 300 Euro. Für die zweite Lotterie liegt das Sicherheitsäquivalent in der Mitte zwischen 0 und der ersten Stufe, wobei die erste Stufe 1000 Euro beträgt. Daraus ergibt sich ein Sicherheitsäquivalent von 500 Euro. Bei der einzelnen Bewertung der Lotterien ergibt sich damit eine deutlich höhere Bewertung für die zweite Lotterie.

Betrachtet man die Auswahlentscheidung zwischen den beiden Lotterien, so verändert sich bei der Bewertung der Lotterie die Feinste Empfundene Vollstufe, da die maximale Auszahlung jetzt die 5000 Euro aus der Lotterie B sind. Für die Bewertung der Lotterie A, muss jetzt also ebenfalls mit $\Delta = 1000$ gerechnet werden. Damit erhält man den Erwartungsnutzen

$$EU_A = 0{,}5 \cdot u_\Delta(1000) + 0{,}5 \cdot u_\Delta(0) = 0{,}5 \cdot 1 + 0{,}5 \cdot 0 = 0{,}5$$

für Lotterie A und ebenfalls das Sicherheitsäquivalent von 500 Euro. In der Auswahlentscheidung ist der Entscheidungsträger nach der Prominenztheorie also indifferent zwischen den beiden Lotterien, obwohl Lotterie B in der Einzelbewertung einen wesentlich höheren Wert für den Erwartungsnutzen bekommt. Anhand dieses Beispiels lässt sich also gut erkennen, welchen Einfluss die Zusammenstellung des Entscheidungsproblems auf die Bewertung einzelner Alternativen haben kann.

Zusätzlich werden in der Prominenztheorie ebenfalls gewichtete Wahrscheinlichkeiten betrachtet, die der Prospekt Theorie ähneln. Auch hier werden kleine Wahrscheinlichkeiten übergewichtet und große Wahrscheinlichkeiten untergewichtet. Der Unterschied besteht jedoch darin, dass die Wahrscheinlichkeit von 0,5 nicht untergewichtet wird (Albers 1997).

# 4 Nutzentheorie zur Zeitbewertung

Die ursprüngliche Idee des Nutzenkonzepts basiert auf der Notwendigkeit die Rationalität menschlicher Entscheidungen zu ergründen. Dabei bildet die Einführung des Nutzens als Bewertungsdimension die Möglichkeit, völlig unterschiedliche Handlungsalternativen miteinander zu vergleichen, beispielsweise der Kauf eines neuen Autos mit einer Reise in die Südsee. Während diese beiden Alternativen keine objektiven Kriterien bieten anhand derer festgelegt werden kann, welche Alternative die bessere ist, betrachtet die Nutzentheorie den generellen Nutzen, also die Freude, die der Entscheider durch die eine oder andere Alternative erfährt. Über die Abbildung solcher

Entscheidungen in den Nutzenraum können einzelne Charakteristika dieser Alternativen gegeneinander aufgerechnet werden und werden somit vergleichbar.

Im Fokus der Untersuchung steht dabei, wie Güter in den Nutzenraum abgebildet werden können. Insbesondere für Geld wurden verschiedene funktionale Formen vorgeschlagen, die eine Transformation von Geld in Nutzen ermöglicht. Während diese Untersuchungen im Verlauf der Zeit viele komplexe Probleme adressierten, so scheint das Nutzenkonzept in experimentellen Untersuchungen immer stärker auf den Faktor Geld fokussiert zu sein. In der Grundanlage der Idee ist es jedoch wesentlich weiter gefasst und es sollte möglich sein, verschiedene Dimensionen von Entscheidungen in den Nutzenraum zu transferieren.

Diese Arbeit soll daher experimentell untersuchen, inwiefern eine Umrechnung von anderen Dimensionen als Geld in den Nutzenraum funktionieren kann. Da in der Untersuchung von ökonomischen Entscheidungen die Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion aus der Prospekt Theorie am häufigsten verwendet wird, soll ein besonderer Fokus auf der Untersuchung dieser Nutzenfunktion auf ihre Verallgemeinerung auf andere Dimensionen gelegt werden. Dabei werden die wesentlichen Eigenschaften der Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion untersucht, welche sich durch unterschiedliche Risikopräferenzen für Gewinne und Verluste, sowie Verlustaversion charakterisieren lassen. Weiterhin bietet jede Nutzenfunktion die Möglichkeit, eine Lotterie als einen äquivalenten sicheren Betrag darzustellen. Diese Eigenschaften der Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion sollen in dieser Arbeit auf Entscheidungen unter Risiko angewendet werden, wenn die Konsequenz nicht durch eine monetäre Auszahlung gegeben ist. Es ist daher davon auszugehen, dass die Nutzenfunktion für Zeit der Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion in wesentlichen Teilen entspricht. Zur Untersuchung dieser Aussage werden die folgenden Hypothesen aufgestellt.

## 4.1 Hypothesen zu Zeitpräferenzen

Experimentelle Ökonomen haben bereits ein gutes Verständnis darüber, wie Präferenzen über riskante Auszahlungen modelliert werden können. Für Geld sind Menschen in der Regel risikoavers bei Gewinnen und risikofreudig bei Verlusten (Tversky 1972). Zusätzlich ist ein Faktor für die Verlustaversion hinzuzufügen (Köbberling und Wakker 2005). Nimmt man die Nutzenfunktion der Prospekt Theorie (Kahneman und Tversky 1979) als allgemeingültigen funktionalen Zusammenhang zur Erklärung von Präferenzordnungen für verschiedene ökonomische Faktoren, so müsste eine ähnliche Funktion auch für Zeitpräferenzen existieren.

> *Hypothese 1: Riskante Entscheidungen über Zeit können durch die Prospekt Theorie beschrieben werden.*

In der aktuellen Forschung zu Entscheidungen mit zeitverzögerten Auszahlungen wird unterstrichen, dass bei der Erhebung von Zeitpräferenzen immer auch die Risikopräferenzen mit erhoben werden müssen, will man das empirisch wie experimentell beobachtete Verhalten erklären (Andersen et al. 2008). Es scheint dabei einen fundamentalen Zusammenhang zwischen dem Verhalten bei riskanten Entscheidungen und bei der Auswahl von Optionen mit Auszahlungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu geben (Anderhub et al. 2001). Bisher wurde jedoch immer die Funktion $u(x, t)$ insgesamt erhoben. Die Verallgemeinerung des Nutzenbegriffs, wie er in diesem Rahmen dargestellt werden soll, benötigt jedoch einen funktionalen Zusammenhang zwischen Nutzen und Zeit getrennt von den zu erwartenden Auszahlungen.

Aus empirischen Untersuchen ist zu erkennen, dass Menschen zum Beispiel Zugverbindungen mit dem Risiko eines verpassten Zuges bevorzugen, wenn es die Möglichkeit gibt eine Zeitersparnis daraus zu realisieren (Weber und Milliman 1997). Das heißt, Menschen neigen dazu eine Zugverbindung zu wählen, obwohl sie wissen, dass sie ein Risiko eingehen, einen Anschlusszug zu verpassen und sich damit verspäten. Betrachten wir also die Reisezeit der Menschen als Wartezeit, so zeigt sich in den empirischen Ergebnissen eine Art Risikofreude. Intuitiv bedeutet dies, dass die Menschen die Zeit, die sie im Zug verbringen und darauf warten müssen den gewünschten Aufenthaltsort zu erreichen, als Verlust wahrnehmen (weniger Zeit ist besser). Laut Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion ist daher ein risikofreudiges Verhalten auch bei Wartezeiten zu erwarten.

In ökonomischen Situationen  müssen die Akteure häufig darüber entscheiden was sie machen wollen und wann sie eine Aufgabe erledigen wollen. Dabei ist Zeit häufig eine knappe Ressource. Je komplexer die Wirtschaftssysteme und Gesellschaften wurden, desto wichtiger wurde die Entscheidung darüber, wie die einzelnen Akteure ihre Zeitbudgets einsetzen wollen (Becker 1965). Für die Modellierung von Entscheidungen über die Zeit, die eine Person produktiv nutzen möchte, ist ebenfalls ein funktionaler Zusammenhang notwendig.

Für Entscheidungen über Wartezeiten ist dieser Argumentation folgend zu vermuten, dass ein risikofreudiges Verhalten existiert. Eine Wartezeit wird damit als Verlust modelliert. Für Arbeitszeiten ist die Erwartung anders. Hier ist zu erwarten, dass mehr Arbeitszeit als Gewinn und eine Verringerung der Arbeitszeit einen Verlust darstellt. Ein gegebenes Zeitbudget für eine Aufgabe ist damit der Status-Quo und eine Verringerung dieses Budgets stellt einen Verlust dar, während eine Verlängerung der Arbeitszeit einen Gewinn darstellt. Damit ist zu erwarten, dass für Verringerungen des Zeitbudgets im Status-Quo ein risikofreudiges Verhalten beobachtet wird, während eine Erhöhung des Zeitbudgets ein risikoaverses Verhalten erzeugt.

*Hypothese 1a: Die Nutzenfunktion für Gewinne verläuft konkav.*

*Hypothese 1b: Die Nutzenfunktion für Verluste verläuft konvex.*

## 4.2 Experiment zu Präferenzen über Wartezeit

Teilnehmer des Experiments zur Ermittlung von Präferenzen über Wartezeiten waren 37 Studenten der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg aus unterschiedlichen Studienrichtungen. Rekrutiert wurden sie durch die Standardsoftware für Experimentalverwaltung ORSEE (Greiner 2004) und das Experiment wurde in einer Laborumgebung im MaXLab durchgeführt. Die Experimentalanleitungen wurden zu Beginn des Experiments ausgeteilt und alle Informationen wurden den Teilnehmern zur Verfügung gestellt, bevor sie begonnen haben ihre Entscheidungen zu treffen. Weiterhin bestand die Möglichkeit den Experimentatoren Verständnisfragen zu den Anleitungen zu stellen, um sicherzustellen, dass den Teilnehmern alle möglichen Folgen aus ihren Entscheidungen bekannt waren und keine Missverständnisse über die Prozedur zur Ermittlung dieser Konsequenzen auftauchen können.

Zunächst bekamen alle Teilnehmer zu Beginn des Experimentes eine Entlohnung für die Teilnahme am Experiment in Höhe von 6 Euro. Weiterhin wurde den Teilnehmern mitgeteilt, dass die restlichen Konsequenzen im Experiment nur in Form von Wartezeiten existieren. Um die Präferenzen über Wartezeiten zu ermitteln, wurden die Teilnehmer gebeten zwischen einer Reihe von Lotterien zu wählen. Dabei waren die Konsequenzen der Lotterien jeweils Wartezeiten.

Für die angebotenen Alternativen wurde ein Design ein Multiple-Price-List-Format gewählt (Holt und Laury 2002). Dabei waren insgesamt zehn Entscheidungen zwischen zwei Alternativen zu treffen. Dabei bot Option A ein geringeres Risiko in Form einer geringeren Varianz in den Konsequenzen, jedoch auch eine höhere sicher auftretende Wartezeit (die Wartezeit betrug entweder 30 oder 40 Minuten). Option B bot ein höheres Risiko, aber auch eine Chance auf eine vergleichsweise geringere Wartezeit (die Wartezeit betrug entweder 5 oder 60 Minuten). Die Wahrscheinlichkeit des favorisierten Ergebnisses der jeweiligen Alternative (30 bzw. 5 Minuten) war für jede Entscheidung bei beiden Alternativen gleich, variierte jedoch über die einzelnen Entscheidungsaufgaben von 0,1 bis 1,0 wie in Tabelle 2 dargestellt. Lotterien in dieser Form werden in dieser Arbeit immer wie folgt bezeichnet $\{(p_1), K_1; (p_2), K_2\}$, wobei $p_1$ und $p_2$ die jeweiligen Eintrittswahrscheinlichkeiten der Konsequenzen $K_1$ und $K_2$ bezeichnen.

Von allen getroffenen Auswahlentscheidungen wurde am Ende des Experiments eine zufällig ausgewählt und realisiert, um zum einen die Anreizverträglichkeit des Mechanismus sicher zu stellen und zum anderen dafür zu sorgen, dass jede Entscheidung des Teilnehmers als unabhängig von den restlichen Wahlen angesehen werden kann (Grether und Plott 1979). Dabei war den Teilnehmern bekannt, dass die für den Einzelnen durch den Mechanismus und Auswahlentscheidung realisierte Wartezeit erst beginnt, wenn für alle Teilnehmer einer Session die Konsequenz fest stand. Nachdem die Teilnehmer alle 10 Entscheidungen getroffen haben, wurde durch den Experimentatoren für jeden Teilnehmer einzeln die Entscheidung ausgelost, die realisiert wurde. Dies geschah durch das

Ziehen eines Balls aus einer Urne mit von 1 bis 10 nummerierten Bällen. Die Zahl auf dem gezogenen Ball gab dabei die Reihe an, für die die Entscheidung realisiert wurde. Die in dieser Reihe gewählte Lotterie wurde anschließend gespielt und somit die Wartezeit der Versuchsperson festgelegt. Nachdem die Wartezeit für alle Teilnehmer festgelegt wurde, begann die Wartezeit. Diese Zeit verbrachten die Versuchspersonen in ihren Versuchskabinen ohne dabei irgendwelche Unterhaltungs- oder Kommunikationsmedien nutzen zu können. Nach Ablauf der individuellen Wartezeit war das Experiment für die betroffene Person beendet.

| Nr. | Alternative A | Alternative B | Differenz der Erwartungswerte |
|---|---|---|---|
| 1 | {(0,1), 30; (0,9), 40} | {(0,1), 5; (0,9), 60} | -15,5 |
| 2 | {(0,2), 30; (0,8), 40} | {(0,2), 5; (0,8), 60} | -11 |
| 3 | {(0,3), 30; (0,7), 40} | {(0,3), 5; (0,7), 60} | -6,5 |
| 4 | {(0,4), 30; (0,6), 40} | {(0,4), 5; (0,6), 60} | -2 |
| 5 | {(0,5), 30; (0,5), 40} | {(0,5), 5; (0,5), 60} | 2,5 |
| 6 | {(0,6), 30; (0,4), 40} | {(0,6), 5; (0,4), 60} | 7 |
| 7 | {(0,7), 30; (0,3), 40} | {(0,7), 5; (0,3), 60} | 11,5 |
| 8 | {(0,8), 30; (0,2), 40} | {(0,8), 5; (0,2), 60} | 16 |
| 9 | {(0,9), 30; (0,1), 40} | {(0,9), 5; (0,1), 60} | 20,5 |
| 10 | {(1,0), 30; (0,0), 40} | {(1,0), 5; (0,0), 60} | 25 |

**Tabelle 2: Lotterieentscheidungen über Wartezeit**

Mit Hilfe dieser Versuchsanordnung kann eine Nutzenfunktion für die ermittelten Zeitpräferenzen wie folgt ermittelt werden. Für jeden Teilnehmer wird die Entscheidung ermittelt, bei der von der Wahl der Alternative A auf die Wahl der Alternative B gewechselt wird. Ist dieser Punkt in Reihe 4 oder vorher, so ist die Versuchsperson, wie man den Angaben zu den Differenzen der Erwartungswerte entnehmen kann, als risikofreudig zu klassifizieren. Ist dieser Wechselpunkt in Reihe 6 oder später, so zeigt die betroffene Versuchsperson ein risikoaverses Entscheidungsverhalten. Für Personen bei denen der Wechselpunkt in Reihe 5 liegt, kann die

Risikoeinstellung nicht eindeutig ermittelt werden, da es sich um eine leicht risikoaverse, eine risikoneutrale oder eine leicht risikofreudige Präferenz handeln kann.

## 4.3 Ergebnisse zur Risikopräferenz bei Wartezeit

Wie in der Beschreibung des experimentellen Ablaufs erwähnt, können die Versuchsteilnehmer mit Hilfe der angewendeten Prozedur in die Risikogruppen risikoavers und risikofreudig unterteilt werden. Dabei ist entscheidend, in welcher Reihe die jeweilige Versuchsperson auf Alternative B wechselt. Die Anzahl der Teilnehmer, die für die Entscheidungen in Tabelle 2 zur Alternative B wechseln, können der Tabelle 3 entnommen werden. Dabei werden für die jeweilige Entscheidung die Teilnehmer gezählt, die hier zum ersten Mal Alternative B wählen. Das bedeutet, dass eine Versuchsperson, die in beiden Entscheidungen 1 bis 3 Alternative A wählt und Alternative B bei den Entscheidungen 4 bis 10 wählt, in Tabelle 3 in die Spalte 4 einsortiert wird. Wählt eine Versuchsperson hingegen in den Entscheidungen 1 bis 4 die Alternative A und erst in der Entscheidung 5 zum ersten Mal Alternative B, so wird diese Person in Tabelle 3 in der Spalte 5 gezählt. Den Angaben zu den Differenzen der Erwartungswerte folgend sind damit die Personen in den Spalten 1 bis 4 der Tabelle 3 risikofreudig und die Personen in den Spalten 6 bis 10 risikoavers. Die Teilnehmer in Spalte 5 der Tabelle 3 können hingegen nicht eindeutig einer Risikopräferenz zugeordnet werden.

| Wechsel zur Alternative B | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8-10 | ∑ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Absolute Häufigkeit | 1 | 1 | 6 | 19 | 4 | 2 | 2 | 1 | 36 |

**Tabelle 3: Absolute Häufigkeiten für Wechsel zu Alternative B**

Eine Versuchsperson wurde von der Analyse ausgeschlossen, da sich ihr Verhalten nicht eindeutig klassifizieren ließ. Diese Person wechselte zwischen den Entscheidungen häufiger als einmal zwischen den Alternativen A und B. Dieses Verhalten lässt sich nicht durch eine standardmäßig angenommene funktionale Form darstellen. Da dieses Verhalten nur von einer Versuchsperson gezeigt wird, kann man annehmen, es handelt sich dabei um einen Fehler.

Bei der Betrachtung der Daten in Tabelle 3 lässt sich erkennen, dass 29 Versuchspersonen ein eindeutig risikofreudiges Verhalten zeigen und nur 5 ein eindeutig risikoaverses Verhalten. Dabei sind 4 Versuchspersonen nicht eindeutig einer Risikopräferenz zuzuordnen. Daher kann geschlossen werden, dass die untersuchten Personen signifikant risikofreudiges Verhalten bei riskanten Entscheidungen über Wartezeiten zeigen (1%-Niveau, Binomial-Test). Dabei spielt es im Übrigen keine Rolle, ob die Versuchspersonen, die nicht eindeutig klassifiziert werden können aus der Betrachtung ausgelassen werden oder zu den Personen mit risikoaversem Verhalten gezählt werden.

Weiterhin kann mit Hilfe der angewendeten Abfrage ebenfalls eine Aussage zu den alpha-Koeffizienten der Nutzenfunktion gemacht werden. Hierzu nehmen wir an, dass eine Nutzenfunktion in der Form $u(x) = x^{\alpha}$ existiert. Unterstellt man eine solche Form der Nutzenfunktion, wie sie aus der Prospekt Theorie bekannt ist, so lässt sich für die Teilnehmer ein Näherungsintervall für den alpha-Koeffizienten aus den beobachteten Entscheidungen ermitteln. Auch hierfür betrachten wir den Wechsel der jeweiligen Person von Alternative A zu Alternative B. Diese Antwort zeigt an, ab welcher Gewinnwahrscheinlichkeit die riskantere Lotterie besser ist als die weniger riskante Lotterie. Die untere Grenze des Intervalls, indem der alpha-Koeffizient liegt, wird durch den Koeffizienten gegeben für den die beiden Alternativen gerade gleich gut sind. Denn sobald dieser etwas größer ist, hat die Alternative B einen höheren Erwartungsnutzen als Alternative A und wird somit der Theorie folgend präferiert. Für die obere Grenze des Intervalls betrachtet man die Lotterien eine Reihe tiefer. Sobald der Koeffizient so groß wird, dass diese beiden Alternativen gleich hohen Erwartungsnutzen liefern, würde der Entscheider für einen minimal größeren alpha-Koeffizienten erst eine Reihe später wechseln als beobachtet. Der Grad der Risikoaversion, bzw. der Risikofreude für die Teilnehmer in diesem Experiment ergeben sich aus Tabelle 4.

| $\alpha$ | > 2,075 | [1,185 ; 2,075] | [0,834 ; 1,185] | < 0,834 |
|---|---|---|---|---|
| $n$ | 8 | 19 | 4 | 5 |

**Tabelle 4: alpha-Koeffizienten für Nutzenfunktion über Wartezeit**

Im ersten Schritt der Analyse der beobachteten Präferenzen für Wartezeit konnte gezeigt werden, dass die Teilnehmer ähnlich wie bei monetären Verlusten risikofreudige Präferenzen zeigen. Die erweiterte Analyse, die hier auch die näherungsweise ermittelten alpha-Koeffizienten betrachtet, zeigt, dass auch die Krümmung der Nutzenfunktion für Wartezeit der für monetäre Verluste ähnelt. Damit lässt sich argumentieren, dass nicht nur die Risikoeinstellung, wie sie für Geld betrachtet wird, eine allgemeinere Gültigkeit hat, sondern auch der Verlauf der Nutzenfunktion für monetäre Verluste dem anderer Dimensionen, die einen Verlust darstellen, ähnelt. Wie bereits in theoretischen Überlegungen zu Entscheidungen über Zeit angedeutet, wird davon ausgegangen, dass eine Wartezeit einen Verlust darstellt. Damit bestätigen diese Untersuchungen die Hypothese 1b.

## 4.4 Experiment zu Präferenzen über Arbeitszeit

Es kann gezeigt werden, dass Wartezeit als Verlust im Sinne der Prospekt Theorie empfunden wird und somit durch eine konvexe Nutzenfunktion modelliert werden kann. Die zweite genannte Situation in der Zeit eine Rolle in ökonomischen Entscheidungen spielt, ist Arbeitszeit. Anhand der Entscheidungen über Zeit, die für die Arbeit an einer produktiven Tätigkeit verwendet werden kann, sollen alle Eigenschaften der Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion überprüft werden.

Für dieses Experiment wurden 56 Studenten der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg aus verschiedenen Studienrichtungen über ORSEE (Greiner 2004) rekrutiert. Dieses Experiment bestand aus zwei Teilen A und B, wobei Teil A die Bedingung genannt wird und Teil B die Aufgabe. In Teil A wird die Zeit festgelegt, die der Versuchsperson in Teil B für die Aufgabe zur Verfügung steht. Der Erfolg der Versuchsteilnehmer in Teil B hingegen bestimmte die Höhe der monetären Auszahlung.

In Teil B arbeiteten die Versuchspersonen an 40 Rätseln, die aus einem standardisierten IQ-Test stammen. Die zur Verfügung stehende Ausgangsarbeitszeit für diesen Test betrug 30 Minuten, wie es in der Anwendung dieser Tests üblich ist. IQ-Tests sind standardmäßig so konzipiert, dass nicht alle Aufgaben in der vorgegebenen Zeit gelöst werden können. Somit eignen sich Aufgaben dieser Art für die Untersuchungen in diesem Experiment. Dabei war den Teilnehmern jedoch nicht bekannt, dass es sich um Aufgaben aus einem IQ-Test handelt. Den Instruktionen der IQ-Tests für die Durchführenden ist zu entnehmen, dass genau auf die vorgegebene Zeit zu achten ist und die maximale Zeit ist streng einzuhalten, da die Ergebnisse sonst nicht mehr zu interpretieren sind. Das bedeutet, dass sowohl eine Verkürzung der Arbeitszeit als auch eine Verlängerung einen Einfluss auf das Ergebnis hat. Dennoch wurde den Teilnehmern nicht mitgeteilt, dass es sich um Aufgaben aus einem IQ-Test handelt, um zu verhindern, das für sie der Eindruck entsteht, allein ihre persönliche Intelligenz oder das Talent für das Lösen dieser Aufgaben sind entscheidend. Vielmehr sollte deutlich sein, dass die zur Verfügung stehende Zeit einen Einfluss auf den Erfolg haben kann. Die Ausgangsarbeitszeit konnte jedoch durch die Entscheidungen in Teil A verändert werden. Bevor die Teilnehmer ihre Entscheidungen in Teil A treffen sollten, waren ihnen der Umfang und die Ausgangsarbeitszeit für Teil B bekannt. Außerdem wurde ihnen mitgeteilt, wie ihre monetäre Auszahlung am Ende des Experiments von ihrer Leistung in Teil B abhing. Es ist daher davon auszugehen, dass den Teilnehmern bewusst war, dass eine Verlängerung der Arbeitszeit für sie von Vorteil war, während sich eine Verringerung der Arbeitszeit negativ auswirken würde. Den Teilnehmern wurde mitgeteilt, dass sie für jede richtig beantwortete Frage 1 Punkt erhalten würden, für eine nicht beantwortete Frage 0 Punkte und für eine falsch beantwortete Frage ½ Punkt abgezogen bekommen würden. Die Auszahlung aus dem Experiment ergab sich dann über folgende Formel:

$$\frac{(Punktzahl - 6) \cdot 2{,}5}{10} + 9 = Auszahlung\ in\ Euro$$

Für die Festlegung der Arbeitszeit in Teil B wurde in Teil A eine ähnliche Prozedur wie im Abschnitt 4.2 für das Experiment zu Wartezeiten angewendet. Die Ausgangswartezeit für alle Teilnehmer betrug 30 Minuten. Um testen zu können, wie sich die Präferenzen über Zeit in Abhängigkeit davon verändern, ob diese Zeit als Wartezeit oder als Arbeitszeit für eine produktive Aufgabe genutzt werden kann, untersuchten wir verschiedene experimentelle Bedingungen in unterschiedlichen Gruppen.

In der ersten experimentellen Bedingung wurden die gleichen Fragen wie im Experiment zu Wartezeiten verwendet (siehe dazu Tabelle 2). Der Unterschied bestand dabei nur darin, dass diese Zeit nicht als Wartezeit in der Experimentalkabine verbracht wurde, sondern als Arbeitszeit für die Aufgaben in Teil B verwendet werden konnte.

In einem weiteren Teil wurde untersucht, inwiefern die Ausgangswartezeit als Referenz- oder Ankerpunkt für die Bewertung von zusätzlicher Arbeitszeit und einem Zeitabzug betrachtet werden kann. Hierzu werden zwei weitere experimentelle Bedingungen untersucht. Ein Teil der befragten Teilnehmer traf Entscheidungen darüber, wie viel Zeit von der Basisarbeitszeit abgezogen wurde (siehe Tabelle 5) und ein anderer, wie viel Zeit auf die Basisarbeitszeit hinzuaddiert wird (siehe Tabelle 6). Hierzu wurden Lotterien verwendet, die es ermöglichen eine Aussage über die Risikopräferenz zu machen (Holt und Laury 2002).

| Nr. | Alternative A | Alternative B | Differenz der Erwartungswerte |
|---|---|---|---|
| 1 | {(0,1), 15; (0,9), 8} | {(0,1), 25; (0,9), 0} | 6,2 |
| 2 | {(0,2), 15; (0,8), 8} | {(0,2), 25; (0,8), 0} | 4,4 |
| 3 | {(0,3), 15; (0,7), 8} | {(0,3), 25; (0,7), 0} | 2,6 |
| 4 | {(0,4), 15; (0,6), 8} | {(0,4), 25; (0,6), 0} | 0,8 |
| 5 | {(0,5), 15; (0,5), 8} | {(0,5), 25; (0,5), 0} | -1 |
| 6 | {(0,6), 15; (0,4), 8} | {(0,6), 25; (0,4), 0} | -2,8 |
| 7 | {(0,7), 15; (0,3), 8} | {(0,7), 25; (0,3), 0} | -4,6 |
| 8 | {(0,8), 15; (0,2), 8} | {(0,8), 25; (0,2), 0} | -6,4 |
| 9 | {(0,9), 15; (0,1), 8} | {(0,9), 25; (0,1), 0} | -8,2 |
| 10 | {(1,0), 15; (0,0), 8} | {(1,0), 25; (0,0), 0} | -10 |

**Tabelle 5: Lotteriewahl zur Verlängerung der Arbeitszeit**

| Nr. | Alternative A | Alternative B | Differenz der Erwartungswerte |
|---|---|---|---|
| 1 | {(0,1), -15; (0,9), -8} | {(0,1), -25; (0,9), 0} | -6,2 |
| 2 | {(0,2), -15; (0,8), -8} | {(0,2), -25; (0,8), 0} | -4,4 |
| 3 | {(0,3), -15; (0,7), -8} | {(0,3), -25; (0,7), 0} | -2,6 |
| 4 | {(0,4), -15; (0,6), -8} | {(0,4), -25; (0,6), 0} | -0,8 |
| 5 | {(0,5), -15; (0,5), -8} | {(0,5), -25; (0,5), 0} | 1 |
| 6 | {(0,6), -15; (0,4), -8} | {(0,6), -25; (0,4), 0} | 2,8 |
| 7 | {(0,7), -15; (0,3), -8} | {(0,7), -25; (0,3), 0} | 4,6 |
| 8 | {(0,8), -15; (0,2), -8} | {(0,8), -25; (0,2), 0} | 6,4 |
| 9 | {(0,9), -15; (0,1), -8} | {(0,9), -25; (0,1), 0} | 8,2 |
| 10 | {(1,0), -15; (0,0), -8} | {(1,0), -25; (0,0), 0} | 10 |

**Tabelle 6: Lotteriewahl zur Verkürzung der Arbeitszeit**

Folgend der Studie zu Präferenzen über Geld, die diese Form des Versuchsaufbaus eingeführt hat (Holt und Laury 2002; Holt und Laury 2005), wurden die Werte für die Lotterien so gewählt, dass in Tabelle 5 mehr Reihen ein risikoaverses Verhalten zulassen und in Tabelle 6 mehr Reihen ein risikofreudiges Verhalten zulassen. Dies geschieht auf Basis der Annahme, dass Personen einen Zugewinn an Arbeitszeit als Gewinn und einen Verlust von Arbeitszeit als einen Verlust wahrnehmen.

Nachdem die Teilnehmer alle Entscheidungen getroffen hatten, wurde eine Entscheidung ausgelost indem der Experimentator einen Ball aus einer Urne mit 10 von 1 bis 10 durchnummerierten Bällen zog. Die Zahl auf dem gezogenen Ball gab an, welche Entscheidung realisiert wurde. Bei dieser Entscheidung wurde für den jeweiligen Teilnehmer die Lotterie ausgespielt, die er gewählt hat. Das Ergebnis der Lotterie legte dann die tatsächliche Arbeitszeit für die betroffene Person fest. Nachdem die Arbeitszeit für alle Teilnehmer festgelegt war, begann die Arbeitszeit. Nach Ablauf der individuellen Arbeitszeit wurde der Test eingesammelt und ausgewertet. Der sich aus dem Testergebnis ergebene Geldbetrag wurde ausgezahlt und das Experiment war beendet.

## 4.5 Ergebnisse zur Risikopräferenz bei Arbeitszeiten

Zunächst ergibt sich die Möglichkeit, die Entscheidungen zu den Lotterien aus Tabelle 2 unter den beiden experimentellen Bedingungen aus den Abschnitten 4.3 und 4.5 zu vergleichen. Während die Entscheidungen der Teilnehmer unter der ersten Bedingung über Wartezeiten getroffen wurden, wurde die Zeit unter der zweiten Bedingung als Arbeitszeit verwendet, um eine produktive Arbeit mit leistungsabhängiger Entlohnung getroffen. Anhand dieser Entscheidungen lässt sich also ermitteln, ob die Bewertung von Zeit davon abhängt, wie diese Zeit durch die Teilnehmer verbracht wird, bzw. wofür sie genutzt werden kann.

Für diesen Vergleich wird, wie bereits für die Wartezeit analysiert, der Wechselpunkt zwischen den angebotenen Alternativen betrachtet. Zunächst soll dabei betrachtet werden, wie viele der Teilnehmer sich jeweils als risikoavers und als risikofreudig klassifizieren lassen. Diejenigen Teilnehmer, die sich nicht eindeutig einer dieser beiden Gruppen zuordnen lassen, werden bei dieser Analyse nicht berücksichtig. Dabei zeigt sich wie bereits in Abschnitt 4.3 analysiert ein risikofreudiges Verhalten der Teilnehmer für die Lotterien, deren Konsequenzen als pure Wartezeit in den Experimentalkabinen gegeben sind. Entscheiden die Teilnehmer jedoch über die exakt gleichen Lotterien, wenn sie diese Zeit für das Bearbeiten einer produktiven Aufgabe, die leistungsabhängig bezahlt wird, so zeigt sich hingegen ein risikoaverses Verhalten. Dieser Unterschied ist signifikant ($Chi^2$-Test, 1%-Signifikanzlevel) und kann der Tabelle 7 entnommen werden. Eine zusätzliche Arbeitszeit ist für die Teilnehmer erstrebenswert und wird daher als Gewinn interpretiert. Damit wird durch diese Ergebnisse die Hypothese 1a bestätigt.

| Zeitwahrnehmung | Risikoavers | Risikofreudig |
|---|---|---|
| Wartezeit | 3 | 27 |
| Arbeitszeitverlängerung | 15 | 1 |

**Tabelle 7: Vergleich der Risikoeinstellung bei Warte- und Arbeitszeit**

Im zweiten Teil des Experiments zur Arbeitszeit wurde untersucht, ob eine Reduktion der Basisarbeitszeit eine andere Risikopräferenz der Teilnehmer erzeugt als eine Verlängerung. Die Frage an dieser Stelle ist also, ob die Basisarbeitszeit von 30 Minuten als Ankerpunkt für eine verschobene Nutzenfunktion anzusehen ist. Diese Betrachtung folgt der Idee, dass der Punkt, in dem die Nutzenfunktion die X-Achse schneidet nicht notwendigerweise der Nullpunkt ist, sondern auch der Status-Quo sein kann (Köszegi und Rabin 2007). Der Status-Quo in diesem Experiment wird durch die 30 Minuten Arbeitszeit dargestellt, da diese den Teilnehmern zunächst als gegeben bekannt ist. Erst anschließend verändern die Teilnehmer diese Arbeitszeit durch die Teilnahme an den angebotenen Lotterien.

Betrachtet man nun die Entscheidungen zu den Lotterien in Tabelle 5 und Tabelle 6, so kann man ebenfalls untersuchen, wie viele Teilnehmer jeweils als risikoavers oder als risikofreudig zu klassifizieren sind. Auch hier werden diejenigen Teilnehmer, die sich nicht eindeutig zuordnen lassen, nicht weiter betrachtet. Auch für diesen Vergleich zeigt sich ein deutlicher Unterschied der Risikopräferenzen. Während die Teilnehmer für zusätzliche Arbeitszeiten risikoaverses Entscheidungsverhalten zeigen, verhalten sich die Teilnehmer für Reduktionen der Arbeitszeiten risikofreudig (Chi²-Test, 1%-Signifikanzlevel). Die Verteilung über die beiden Gruppen mit unterschiedlicher Risikopräferenz ist Tabelle 8 zu entnehmen. Somit kann die Hypothese 1b auch für Entscheidungen über Arbeitszeit bestätigt werden.

| Zeitwahrnehmung | Risikoavers | Risikofreudig |
|---|---|---|
| Arbeitszeitverlängerung | 14 | 3 |
| Arbeitszeitverkürzung | 0 | 11 |

**Tabelle 8: Vergleich der Risikoeinstellung bei Arbeitszeitverlängerung und –verkürzung**

Um die Unterschiede etwas genauer zu betrachten, lassen sich hier analog zum Vorgehen für Wartezeiten ebenfalls die alpha-Koeffizienten für die Nutzenfunktionen zu Arbeitszeitverlängerung und –verkürzung ermitteln. Dabei zeigt sich in Tabelle 9, dass die meisten Teilnehmer für die Verlängerung der Arbeitszeit ein $\alpha = [0{,}375; 0{,}887]$ zeigen, was eine moderate Form der Risikoaversion ist und vom Ergebnis nah an dem liegt, was in der Schätzung der Nutzenfunktion laut Prospekt Theorie beobachtet wird ($\alpha \approx 0{,}88$). Weiterhin zeigt sich beim Vergleich der Koeffizienten mit den Ergebnissen der Teilnehmer zur Verkürzung der Wartezeit, dass auch hier eine deutliche Veränderung der Koeffizienten zu beobachten ist. Für die Verkürzung der Arbeitszeit ermittelt sich ein $\alpha = [1{,}098; 1{,}345]$ für die meisten Teilnehmer. Auch dieser Wert liegt nahe an dem Koeffizienten, der für die Entscheidungen über Verluste laut Prospekt Theorie geschätzt wurde ($\alpha \approx 1{,}67$).

| $\alpha$ | < 0,375 | [0,375 ; 0,887] | [0,887 ; 1,098] | [1,098 ; 1,354] | > 1,345 |
|---|---|---|---|---|---|
| $n$ (Verlängerung) | 9 | 13 | 5 | 1 | 1 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $n$ (Verkürzung) | 2 | 0 | 8 | 11 | 8 |

**Tabelle 9: alpha-Koeffizienten für Nutzenfunktion über Arbeitszeit**

Sowohl für Wartezeit als auch für Arbeitszeiten können nicht nur die Risikoeinstellungen ermittelt werden, sondern wie sich anhand der ermittelten alpha-Koeffizienten zeigt, lassen sich Krümmungen der Nutzenfunktion beobachten, die der Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion für Geld sehr stark ähnelt. Damit zeigt sich deutlich, dass das Nutzenkonzept in Form der geschätzten Nutzenfunktion $u(x) = x^{\alpha}$ allgemeiner anwendbar ist.

## 4.6 Hypothese zur Verlustaversion bei Arbeitszeit

Eine weitere wesentliche Eigenschaft, die eine Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion von der von Neumann-Morgenstern-Nutzenfunktion unterscheidet, ist neben der Risikofreude bei negativen Auszahlungen das Vorhandensein von Verlustaversion. Dies bedeutet, dass ein bestimmter Betrag als Verlust als schlechter empfunden wird als ein gleich hoher Betrag als Gewinn Freude verursacht. In Abbildung 4 ist die Verlustaversion grafisch dargestellt. Die rote Funktion ist dabei eine Nutzenfunktion ohne Verlustaversion für die gilt $|u(x)| = |u(-x)|$. Der blaue Ast repräsentiert Nutzenwerte für negative Auszahlungen, wenn Verlustaversion existiert. Die Nutzenfunktion mit Verlustaversion ist also hier durch den blauen Ast für negative Konsequenzen und den roten Ast für positive Konsequenzen beschrieben. Es gilt also $|u(x)| < |u(-x)|$. Verlustaversion bezeichnet dabei den betragsmäßigen Unterschied zwischen dem roten und dem blauen Ast der Nutzenfunktion.

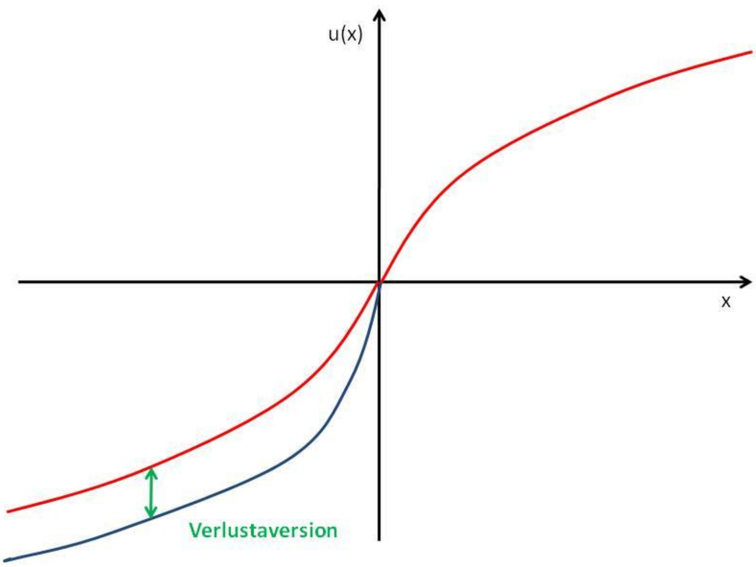



**Abbildung 4: Nutzenfunktion mit Verlustaversion**

Die Verlustaversion ist damit eine weitere Eigenschaft in der sich die Prospekt Theorie von anderen Modellierungen von riskanten Entscheidungen unterscheidet. Wenn Entscheidungen über Zeit ebenfalls durch die Prospekt Theorie beschrieben werden können, muss auch in diesem Fall eine Verlustaversion zu beobachten sein.

*Hypothese 1c: Die Entscheider zeigen für Entscheidungen über Zeit Verlustaversion.*

## 4.7 Experiment zur Verlustaversion bei Arbeitszeit

Diese Verlustaversion lässt sich mit bisherigen experimentellen Methoden nicht genau quantifizieren. Während es eine Reihe von Artikeln gibt, die sich mit der Messung von Verlustaversion beschäftigen (Kahneman und Knetsch 1991; Köbberling und Wakker 2005), soll der Fokus dieser experimentellen Untersuchung nicht darauf liegen diesen Faktor auch für Arbeitszeit genau zu ermitteln. Vielmehr soll an dieser Stelle gezeigt werden, dass auch diese Eigenschaft der Nutzenfunktion für Arbeitszeit existiert. Daher soll nicht der Grad der Verlustaversion gemessen werden, sondern lediglich deren Existenz nachgewiesen werden.

Die Existenz von Verlustaversion lässt sich mit Hilfe von gemischten Lotterien nachweisen, wobei mit der Wahrscheinlichkeit 0,5 ein bestimmter Betrag gewonnen werden kann und mit Wahrscheinlichkeit 0,5 ein bestimmter Betrag zu bezahlen ist. Da es in dieser Arbeit um die Diskussion der Grundlagen des Nutzenkonzepts geht, liegt die Konzentration hierbei nicht darauf die genaue Form der Nutzenfunktion zu ermitteln. Es soll an dieser Stelle nur ein weiteres Charakteristikum der Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion untersucht werden. Zum Nachweis der Verlustaversion bei Entscheidungen über Arbeitszeit wurde ein Experiment mit 14 Teilnehmern bestehend aus Studenten verschiedener Fachrichtungen der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg durchgeführt. Den Teilnehmern wurde dabei eine Reihe von Lotterien angeboten, welche in Tabelle 10 dargestellt sind. Die Entscheidung der Teilnehmer bestand darin, zu entscheiden ob sie die jeweilige Lotterie spielen wollen oder nicht. Das experimentelle Design unterschied sich auch hier nicht vom Vorgehen zur Ermittlung des Sicherheitsäquivalentes und der Präferenzen für Arbeitszeit.

| Lotterie | Ja | Nein | Egal |
|---|---|---|---|
| {(0,5), 30; (0,5), -5} | | | |
| {(0,5), 30; (0,5), -10} | | | |
| {(0,5), 30; (0,5), -15} | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| {(0,5), 30; (0,5), -20} | | | |
| {(0,5), 30; (0,5), -25} | | | |

**Tabelle 10: Lotterieabfrage zum Nachweis von Verlustaversion**

Diese Lotterien, wie sie im Experiment abgefragt wurden, dienen wie bereits erwähnt nicht dazu, die Verlustaversion in ihrer Größe genau zu bestimmen. Jedoch kann man erkennen, ob eine Verlustaversion für Arbeitszeiten existiert. Hierzu könnte man sich zunächst eine Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion vorstellen, die die Charakteristika der Risikoaversion für Gewinne und Risikofreude bei Verlusten enthält, aber keine Verlustaversion enthält (in Abbildung 4 die rote Nutzenfunktion). Dies würde bedeuten, dass der Ast für positive Auszahlungen durch eine Punktspiegelung am Nullpunkt des Koordinatensystems den Ast für negative Auszahlungen erzeugt.

Bei den Lotterien in diesem Experiment können eine positive und eine negative Konsequenz mit jeweils einer Wahrscheinlichkeit von 0,5 auftreten. Die positive Konsequenz ist immer eine zusätzliche Arbeitszeit von 30 Minuten. Die negative Konsequenz sind unterschiedliche Reduktionen der Arbeitszeit. Für diesen Fall hätte die Krümmung der beiden Arme der Bewertungsfunktion keinen Einfluss auf die Entscheidung, solange sie für Gewinne und Verluste gleich ist. Das bedeutet, die Teilnehmer würden, gegeben sie haben eine Nutzenfunktion mit diesen Eigenschaften, jede Lotterie spielen in der ein gegebener Betrag mit der Wahrscheinlichkeit 0,5 gewonnen wird und der exakt gleiche Betrag mit der Wahrscheinlichkeit 0,5 verloren wird. Alle hier abgefragten Lotterien bieten die Möglichkeit mit der Wahrscheinlichkeit 0,5 eine zusätzliche Arbeitszeit zu gewinnen. Mit der Wahrscheinlichkeit 0,5 wird die Arbeitszeit jedoch reduziert, wobei die Höhe der Reduktion bei den Lotterien variiert. Dieser Argumentation folgend müssten die Teilnehmer jede Lotterie spielen, solange der zu verlierende Betrag kleiner oder gleich 30 Minuten ist. Denn für den Fall, dass sich die Krümmung im positiven und negativen Bereich genau gegeneinander aufheben, so heben sich die Risikoeinstellungen im positiven und negativen Bereich auf und es ergibt sich kein Unterschied zu einem risiko-neutralen Agenten. Damit ist der Teilnehmer hier indifferent zwischen einer erwarteten Arbeitszeit von 30 Minuten und der sicheren Arbeitszeit von 30 Minuten. Lehnen die Teilnehmer eine der angebotenen Lotterien ab, so muss der Ast der Funktion im negativen Bereich eine höhere Steigung besitzen als der Funktionsast im positiven Bereich. Genau dieser Fall beschreibt das Vorhandensein von Verlustaversion innerhalb der Abwägung des Nutzens von gemischten Lotterien.

## 4.8 Ergebnisse zur Verlustaversion

Betrachtet man die Entscheidungen der Teilnehmer in diesem Experiment, so ist festzustellen, dass keiner der Teilnehmer alle Lotterien spielt, sondern nur bereit ist einen wesentlich geringeren Verlust als 30 Minuten zu riskieren (siehe Abbildung 5). Damit ist deutlich zu erkennen, dass die Teilnehmer auch bei riskanten Entscheidungen über ein potenzielles Budget von Arbeitszeit Verlustaversion zeigen (Binomial-Test, jedes Signifikanzniveau). Im Median sind die Teilnehmer maximal bereit 10 Minuten Arbeitszeit zu riskieren und diese Antwort geben fast alle Teilnehmer. Nur drei Teilnehmer sind mit 15 Minuten bereit mehr als der Medianspieler zu riskieren. Auch wenn sich mit diesen Daten der genaue Verlauf der Kurve im Bereich der negativen Konsequenzen ermitteln lässt, so geben die hier erhobenen Daten dennoch einen deutlichen Hinweis darauf, dass die Steigung der Nutzenfunktion für Arbeitszeit für Reduktionen der Basisarbeitszeit deutlich steiler verläuft als im positiven Bereich. Damit zeigen die Teilnehmer auch für Entscheidungen über Zeit Verlustaversion, womit Hypothese 1c bestätigt werden kann.

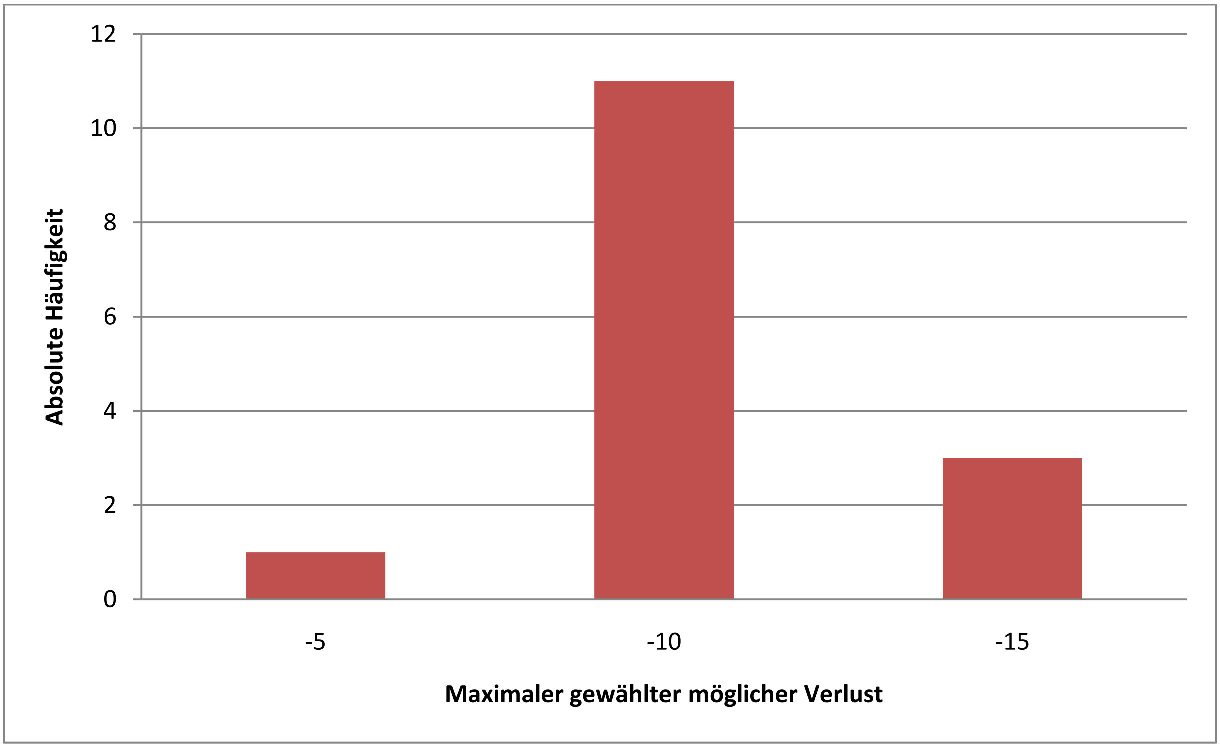



**Abbildung 5: Maximal gewählter möglicher Verlust als Hinweis auf Verlustaversion**

## 4.9 Hypothese zum Sicherheitsäquivalent bei Arbeitszeit

Im Abschnitt 4.4 wurde ein Experiment entworfen, das eine Möglichkeit der funktionalen Modellierung von Präferenzen darstellen soll. Hierbei wird die Kurvenkrümmung mit Hilfe einer Multiplen-Preis-Liste (Holt und Laury 2002; Holt und Laury 2005) ermittelt und es werden bei der Abfrage nur Lotterien verwendet. Dieses Verfahren ist etabliert, da es den Grad der Risikoaversion, beziehungsweise der Risikofreude bestimmen kann. Dabei werden hier nur Entscheidungen zwischen riskanten Alternativen getroffen, damit keine besondere Attraktivität einer sicheren Auszahlung das Ergebnis verzerrt. Da es jedoch in dieser Arbeit um die Diskussion der Nutzentheorie selbst geht und nicht primär um eine Detailanalyse der Präferenzen bei Entscheidungen zwischen riskanten Alternativen, betrachten wir eine weitere Eigenschaft von Nutzenfunktionen. Die Nutzentheorie soll es ermöglichen eine Entscheidung zwischen sehr unterschiedlichen Alternativen zu treffen und diese in der Nutzendimension vergleichbar machen. Daher soll an dieser Stelle ebenfalls untersucht werden, wie entschieden wird, wenn gerade eine sichere mit einer riskanten Alternative verglichen wird. Das Sicherheitsäquivalent einer Lotterie beschreibt für Geld gerade den Betrag, bei dem es einer Person egal ist, ob sie die Lotterie oder den sicheren Betrag bevorzugt. Verschiedene Lotterien haben verschiedene Sicherheitsäquivalente und damit lassen sich die Lotterien mit verschiedenen Auszahlungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten vergleichbar machen. An dieser Stelle soll untersucht werden, ob ein Sicherheitsäquivalent für Lotterien zu Arbeitszeit ebenfalls existiert und ob diese konsistent mit den Ergebnissen aus der in Abschnitt 4.4 angewandten Prozedur hat.

*Hypothese 1d: Die Entscheider können Sicherheitsäquivalente für Lotterien über Zeit angeben.*

## 4.10 Experiment zum Sicherheitsäquivalent bei Arbeitszeit

In einem weiteren Experiment soll nun versucht werden ein Sicherheitsäquivalent für eine Lotterie mit zusätzlicher Arbeitszeit zu ermitteln. Hierfür wurden 15 Studenten der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg im MaXLab der Fakultät für Wirtschaftswissenschaft befragt. Dieses Experiment verlief genauso wie das Experiment zur Arbeitszeit in Abschnitt 4.4. Anstelle der Lotterien aus Tabelle 5 trafen die Teilnehmer dieses Mal fünf Auswahlentscheidungen zwischen der Lotterie $\{(0{,}5), 30; (0{,}5), 0\}$ und einem sicheren Geldbetrag X, wobei X die Werte 5, 10, …, 25 annahm. In Tabelle 11 sind alle Entscheidungen, wie sie für die Teilnehmer zur Verfügung standen, zusammengefasst. Nur eine dieser Lotterien wurde später zufällig gewählt und ausgespielt und damit die endgültige Arbeitszeit für die Lösung der Aufgaben des IQ-Tests festgelegt.

| Alternative A | Alternative B | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|
| {(0,5), 30; (0,5), 0} | 5 | | | |
| {(0,5), 30; (0,5), 0} | 10 | | | |
| {(0,5), 30; (0,5), 0} | 15 | | | |
| {(0,5), 30; (0,5), 0} | 20 | | | |
| {(0,5), 30; (0,5), 0} | 25 | | | |

**Tabelle 11: Entscheidungen der Teilnehmer zur Ermittlung des Sicherheitsäquivalents**

Aus den getroffenen Entscheidungen der Teilnehmer lässt sich das Sicherheitsäquivalent für die vorgegebene Lotterie {(0,5), 30; (0,5), 0} näherungsweise ermitteln. Hierzu wird betrachtet für welchen sicheren Betrag eine Person von der Alternative A (der Lotterie) auf die Alternative B (sicherer Betrag) wechselt. Wählt ein Spieler zum Beispiel in der ersten Reihe der Tabelle 11 die Alternative A und wechselt in der zweiten Zeile auf Alternative B, so liegt das Sicherheitsäquivalent dieses Teilnehmers zwischen 5 und 10 Minuten zusätzlicher Arbeitszeit. Zur Vereinfachung wird in diesem Fall die obere Grenze des Sicherheitsäquivalents für die Analyse verwandt. In diesem Beispiel wäre dies 10 Minuten. Das Sicherheitsäquivalent lag im Median bei 10 Minuten, wie im Beispiel verwendet. Die Häufigkeit der Wechselpunkte und damit der oberen Grenzen des Sicherheitsäquivalents sind der Abbildung 6 zu entnehmen. Weiterhin ist auch hier zu erkennen, dass 12 Teilnehmer risikoaverses Verhalten bei der Abfrage des Sicherheitsäquivalents zeigen und eine Person zeigt risikofreudige Präferenzen. Die zwei Teilnehmer die nach der hier verwandten Einteilung ein Sicherheitsäquivalent von 15 Minuten zeigen, können, da sie sich bei 15 Minuten definitiv für die sichere Zeit entschieden, als leicht risikoavers einstufen. Ob diese Personen als risikoavers oder risikoneutral betrachtet werden, ändert jedoch auch hier nichts am grundsätzlichen Ergebnis. Bei der Abfrage der Sicherheitsäquivalente nach der hier verwendeten Methode zeigen die Teilnehmer im Mittel risikoaverses Verhalten (Binomial-Test, 1%-Signifikanzniveau). Anhand dieser Ergebnisse ist festzustellen, dass auch für die Entscheidungen über Zeit ein Sicherheitsäquivalent bestimmt werden kann (Hypothese 1d kann bestätigt werden).


**Abbildung 6: Sicherheitsäquivalente für Arbeitszeit für die Lotterie {(0,5), 30; (0,5), 0}**

Für eine Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion für die der Koeffizient $\alpha$ als $\alpha = 0{,}88$ geschätzt wurde, ergibt sich für das Sicherheitsäquivalent der Lotterie {(0,5), 30; (0,5), 0}

$$u(S\text{Ä}) = 0{,}5 \cdot u(30) = 0{,}5 \cdot 30^{0{,}88} \approx 9{,}9733 \Rightarrow S\text{Ä} = \sqrt[0{,}88]{9{,}9733} = 13{,}65$$

wobei dies von dem beobachteten Sicherheitsäquivalenten der Teilnehmer im Median nicht signifikant verschieden ist.

Betrachtet man nun den Median des Verhaltens der Spieler im Experiment in Abschnitt 4.5, so lässt sich die gleiche Rechnung auch für die Intervallgrenzen des experimentell ermittelten $\alpha$ durchführen. Es ergibt sich dann für die gleiche Lotterie für die untere Intervallgrenze

$$u(S\text{Ä}) = 0{,}5 \cdot u(30) = 0{,}5 \cdot 30^{0{,}375} \approx 1{,}7902 \Rightarrow S\text{Ä} = \sqrt[0{,}375]{1{,}7902} \approx 7{,}7247$$

als untere Grenze für das Sicherheitsäquivalent. Weiterhin ergibt sich ein Sicherheitsäquivalent

$$u(S\text{Ä}) = 0{,}5 \cdot u(30) = 0{,}5 \cdot 30^{0{,}887} \approx 10{,}2135 \Rightarrow S\text{Ä} = \sqrt[0{,}375]{10{,}2135} \approx 13{,}7322$$

für die obere Grenze des experimentell ermittelten $\alpha$. Dieses Intervall beschreibt damit ebenfalls die in diesem Experiment beobachteten Sicherheitsäquivalente sehr gut.

Während im Abschnitt 4.5 die Krümmung der Nutzenfunktion über Arbeitszeit im Fokus der Betrachtung stand, wurde an dieser Stelle eine weitere Analyse der Entscheidungen unter riskanten Bedingungen untersucht. Es zeigt sich, dass nicht nur bei Entscheidungen zwischen zwei riskanten Alternativen ähnliches Verhalten wie bei monetären Entscheidungen zu finden ist, sondern eben auch bei einer Aufgabe in der sichere Konsequenzen mit riskanten verglichen werden. Damit zeigt sich ein weiteres Argument dafür, dass Nutzenfunktionen nicht nur für Geld eine bestimmte funktionale Form zeigen, sondern allgemeinere Gültigkeit besitzen.

## 4.11 Diskussion der experimentellen Ergebnisse

Das Experiment zu Wartezeiten zeigt, dass die Versuchspersonen ein risikofreudiges Verhalten bei ihren Entscheidungen zeigen. Die Ergebnisse, die in Abschnitt 4.3 dargestellt sind, ähneln den Ergebnissen aus der Prospekt Theorie für risikobehaftete Entscheidungen über monetäre Verluste (Kahneman und Tversky 1992; Kahneman und Tversky 1979). Dabei ist zum einen die Risikoeinstellung für beide Dimensionen gleich und zum anderen ähneln sich die Grade der Risikofreude ebenfalls. Daher lässt sich an dieser Stelle schließen, dass die Versuchspersonen die Wartezeit als einen Verlust empfunden haben. Das für diese Arbeit durchgeführte Experiment zeigt, wie Wartezeiten von den Versuchspersonen bewertet werden und wie eine Nutzenfunktion $u(t)$ über diese Wartezeit konstruiert werden kann.

In einem zweiten Schritt wurden Zeitpräferenzen untersucht, wenn die eigenen Ressourcen in dieser Zeit produktiv eingesetzt werden können. Damit wurde die Zeit, wie sie im Experiment verbracht wurde, in einen anderen Kontext gestellt. Der veränderte Kontext bezieht sich dabei darauf, wie die

Zeit im Experiment verwendet werden kann. Während im ersten Experiment diese Zeit als Wartezeit im Labor verbracht werden musste, kann die erspielte Zeit im zweiten Experiment dafür verwendet werden eine Aufgabe zu erledigen. Die Risikoeinstellung ändert sich zum einen bezogen auf den Kontext, also damit wie diese Zeit verbracht wird oder wofür sie genutzt werden kann und zum anderen, ob von einem gegebenen Status-Quo Zeitbudget für eine produktive Aufgabe eine Zeitverkürzung oder Zeitverlängerung möglich ist. Auch hier zeigt sich für eine Reduktion also einem Verlust von produktiver Zeit, eine Nutzenfunktion, die zum einen der aus der Prospekt Theorie für monetäre Verluste bekannt ist und zum anderen im Mittel ein sehr ähnlicher Verlauf wie die Nutzenfunktion zu den Wartezeiten, wie sie in Abschnitt 4.3 ermittelt wurde. Für zusätzliche Arbeitszeit im Vergleich zum Ausgangspunkt hingegen ändert sich die Risikopräferenz und die Teilnehmer zeigen risikoaverses Verhalten. Auch diese Funktion ähnelt im Mittel der von Neumann-Morgenstern Nutzenfunktion (von Neumann und Morgenstern 1944) und der dafür aus der Prospekt Theorie bekannten Parameter für monetäre Gewinne. Dieses Ergebnis zeigt, dass eine Nutzenfunktion allgemeiner betrachtet werden kann und für verschiedene Dimensionen von Entscheidungen angewendet werden kann.

In zwei kurzen Teilexperimenten wurden zusätzlich zur näherungsweisen Bestimmung der Krümmung der Nutzenfunktion jeweils für Wartezeit, sowie Verringerung und Verlängerung von Arbeitszeit zwei weitere Abfragen gemacht. Weiterhin konnte für die Nutzenfunktion für Wartezeit eine weitere wesentliche Eigenschaft der Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion nachgewiesen werden. Auch für riskante Entscheidungen über Arbeitszeit zeigen die Teilnehmer in diesem Experiment Verlustaversion. Zusätzliche wurde im letzten Teilexperiment gezeigt, dass auch mit einer direkteren Methode der Abfrage des Sicherheitsäquivalents Antworten erreicht werden, die ein hohes Maß an Konsistenz mit der ermittelten Krümmung der Nutzenfunktion aufweisen. Die Kerneigenschaft der Nutzenfunktion, die Abbildung einer riskanten Alternative auf eine äquivalente sichere Alternative, wird für riskante Entscheidungen über Zeit ebenfalls erfüllt.

Als Ergebnis kann an dieser Stelle jedoch festgehalten werden, dass Kahneman-Tversky-Nutzenfunktionen auch für Entscheidungen über Zeit ein hohes Erklärungspotenzial besitzen. Im ersten Schritt konnte ein funktionaler Zusammenhang für Wartezeit in der Form $u(t)$ ermittelt werden. Die Auswirkungen dieser Separation der Nutzenfunktion von Zeit von dem funktionalen Verlauf der Präferenzen für intertemporale Entscheidungen wurden bereits diskutiert. Einige weitere Konsequenzen auch für die Praxis von Entscheidungen im Bereich der Gesundheitsökonomie wurden genannt. Aus theoretischer Sicht lässt sich festhalten, dass die Form der Nutzenfunktion aus der Prospekt Theorie auch für eine weitere Dimension wie Wartezeit angewendet werden kann.

Im nächsten Schritt wurde die gleiche Analyse für Arbeitszeit durchgeführt. Auch hier bildet die Nutzenfunktion der Prospekt Theorie sowohl für die Vermehrung als auch für die Verminderung eines Zeitbudgets für eine Aufgabe eine gute Beschreibung für die Präferenzen der Teilnehmer des

Experiments. Dabei zeigen sich, wie für monetäre Präferenzen, ein konkaver Verlauf der Nutzenfunktion für zusätzliche Arbeitszeit und ein konvexer Verlauf für eine mögliche Reduzierung des Arbeitszeitbudgets.

Im letzten Teil des Experiments wurden zwei weitere Abfragen durchgeführt. So konnte gezeigt werden, dass nicht nur die Krümmung der Nutzenfunktion für Zeit ähnlich der von Geld ist, sondern auch die Abbildung von Lotterien auf ein Sicherheitsäquivalent möglich ist. Zusätzlich wurde eine zweite wesentliche Eigenschaft der Nutzenfunktion der Prospekt Theorie nachgewiesen. So stellt sich auch für Entscheidungen über Arbeitszeit eine Verlustaversion dar. Die Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion zeigt also in ihren grundlegenden Eigenschaften eine Möglichkeit auf Präferenzen in verschiedenen Dimensionen abzubilden. Diesen Ergebnissen folgend ist die Nutzentheorie allgemein anwendbar und nicht auf die Präferenzen über monetäre Auszahlungen beschränkt. Diese Arbeit liefert damit einen Beitrag zu zeigen, dass ökonomische Konzepte nicht auf Aussagen über monetäre Entscheidungen beschränkt sind. Das Nutzenkonzept zeigt eine Möglichkeit auf menschliches Entscheidungsverhalten in genereller Form abzubilden.

## 4.12 Mögliche Anwendung der Ergebnisse in Modellen mit Zeit

Die Ergebnisse der Experimente, die in diesem Abschnitt dargestellt wurden, geben Aufschluss darüber, wie die Präferenzen der Teilnehmer über Zeit konstruiert und funktional dargestellt werden können. Im Gegensatz zu anderen Studien werden Zeitpräferenzen in dieser Arbeit nicht in Verbindung mit Auszahlungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten betrachtet, sondern vielmehr eine Modellierung der Präferenzen über das Gut Zeit angeboten. Damit unterscheidet sich das Vorgehen in dieser Arbeit zur bisherigen Forschung darin, dass die Bewertung von Zeit und die Bewertung von Geld tatsächlich separiert worden sind. Dies bestätigt zum Einen die theoretische Grundlage für Entscheidungen über intertemporale Tradeoffs (Strotz 1955) und bietet weiterhin eine Grundlage für weitere Arbeiten in Bereichen, in denen der Faktor Zeit eine Rolle bei der Entscheidung spielt.

Ein bereits angesprochenes Beispiel hierfür ist der Bereich des Diskontierens. Während der klassische Ansatz des exponentiellen Diskontierens von einer linearen Zeitbewertung ausgeht, beherbergt das hyperbolische Diskontieren eine stärkere Gegenwartsorientierung oder Ungeduld. Auch die hier ermittelte Nutzenfunktion für Wartezeit zeigt eine ähnliche Eigenschaft. Die Risikofreude, wie sie hier ermittelt wurde, zeigt ebenfalls, dass die ersten Minuten Wartezeit wesentlich stärker ins Gewicht der Entscheidung fallen, als die gleiche Anzahl von Minuten als Unterschied bei bereits langen Wartezeiten. Es besteht mit Hilfe der hier angewendeten Methoden zur Feststellung einer individuellen Nutzenfunktion für Zeit weiterhin die Möglichkeit, die bekannten Inkonsistenzen bei Entscheidungen über intertemporale Nutzentradeoffs zu erklären. Mit Hilfe dieser Methoden lassen sich die Präferenzen über einzelne Faktoren eines Investitionsprojektes separieren und getrennt erheben. Um jedoch den Zusammenhang zwischen dem Diskontfaktor und den einzelnen

Nutzenfunktionen zu Zeit und Geld genau quantifizieren zu können, sind eine Reihe weiterer Experimente notwendig. Diese Arbeit bietet jedoch die methodische Grundlage, die ein solches Vorgehen ermöglicht.

Ein weiteres Feld in dem dieses Vorgehen eine Anwendung finden kann, ist das der Gesundheitsökonomie. Gerade in diesem Bereich sind die zur Verfügung stehenden Ressourcen häufig begrenzt. Daher müssen Ärzte häufig entscheiden in welcher Reihenfolge sie Patienten behandeln, beziehungsweise wie bestimmte medizinische Geräte eingesetzt werden um einzelnen Patienten zu helfen. Auf einem abstrakteren Level müssen die Verwaltungen von Krankenhäusern entscheiden, ob und welche Patienten, die nicht als Notfall im Sinne einer lebensbedrohlichen Situation zu klassifizieren sind, aufgenommen werden sollen. Dies beinhaltet auch Entscheidungen darüber, in welcher Reihenfolge beispielsweise Operationen an Patienten durchgeführt werden, die nicht eine lebensbedrohliche Situation verhindern sollen aber einen Einfluss auf die Lebensqualität des Betroffenen haben. Und auch Staaten müssen das Gesundheitssystem auf gesellschaftlicher Ebene so organisieren, dass es zum einen effizient funktioniert und zum anderen den Bedürfnissen der Bürger gerecht wird. Hierzu zählt auch die Entscheidung über die Investition in die Erforschung verschiedener Behandlungsmethoden und eine Entscheidung darüber, welche Methoden den höchsten gesellschaftlichen Nutzen erzeugen.

Das Verfahren, was für diese Arten von Entscheidungen angewendet wird, ist das der Quality-Adjusted-Life-Years (QALY), wobei einem Lebensjahr bei voller Gesundheit die Qualität 1 zugeordnet wird und dem Tod die Qualität 0 (Bleichrodt und Filko 2008; Pilskin et al. 1980). Damit lässt sich jeder weitere Gesundheitszustand dazwischen einsortieren, je nachdem welche Einschränkungen der Patient im Alltag erleidet. Auf dieser Basis werden Behandlungsmethoden und verschiedene Krankheiten vergleichbar gemacht. Dieses Konzept ist an die ökonomische Nutzentheorie angelehnt und wird mit ökonomischen Methoden analysiert. Dabei werden für die Ermittlung der individuellen Präferenzen die gleichen Methoden benutzt, wie sie im Bereich der experimentellen Risikoforschung schon lange verwendet werden. In dieses Konzept geht dabei die Zeit als Faktor ein, jedoch wird sie linear verwendet. Diese Arbeit zeigt jedoch deutlich, dass eine solche lineare Bewertung nicht dem individuellen Entscheidungsverhalten entspricht. Auch hier ist eine Anpassung der Modelle an eine Nutzenbewertung der Zeit anzupassen, wofür diese Arbeit die methodischen Grundlagen zeigt.

# 5 Verletzungen der Nutzentheorie

Im vorausgegangenen Abschnitt 4 konnte gezeigt werden, dass Nutzenfunktionen allgemein die Möglichkeit bieten Präferenzrelationen darzustellen. Dabei ist die Nutzenfunktion, die der Prospekt Theorie zugrunde liegt und in den Arbeiten von Kahneman und Tversky zunächst für monetäre Auszahlungen bestimmt wurde, auch für weitere Dimensionen von Konsequenzen, wie hier für Zeit dargestellt, anwendbar. Hier wurde dies anhand einer zweiten Dimension gezeigt, in den Menschen gewohnt sind Entscheidungen zu treffen. Dabei können die Präferenzen über Zeit ähnlich dargestellt werden wie die Präferenzen über Geld. Die Nutzenfunktion weist dabei die gleichen Eigenschaften auf wie die Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion aus der Prospekt Theorie.

Der zweite Bereich dieser Arbeit ist der Überprüfung der Nutzentheorie gewidmet. Dabei sollen zwei Verletzungen des Nutzenkonzepts dargestellt werden und auf ihre Auswirkungen in beiden Dimensionen, Zeit und Geld, untersucht werden. Die erste Verletzung der Erwartungsnutzentheorie ist eines der ältesten Paradoxe für Entscheidungen unter Risiko, das St. Petersburg Paradox. Anschließend wird eine weitere Verletzung dargestellt, die in der ökonomischen Literatur so noch nicht zu finden ist. Während theoretisch jede Entscheidung unabhängig vom Einfluss irrelevanter Alternativen ist, zeigt eine Serie von Experimenten in dieser Arbeit, dass diese Annahme verletzt wird.

## 5.1 Hypothesen zu den betrachteten Anomalien

Das St. Petersburg Paradox soll an dieser Stelle untersucht werden, da es einen Ausgangspunkt für die aktuell verbreitete Nutzentheorie darstellt. Durch die Diskussion des St. Petersburg Spiels und dem für die damalige Theorie auf Basis des Erwartungswerts beobachteten Paradoxes, ist die Idee des abnehmenden Grenznutzens von Geld aufgekommen. Seit diesem Punkt hat es sich etabliert die Bewertung von Geld nicht als linear zu betrachten, sondern durch eine Bewertungsfunktion in den Nutzenraum zu übertragen. In dieser Arbeit wird das St. Petersburg Spiel in einer abgewandelten Form untersucht um darzustellen, dass die Krümmung dieser Bewertungsfunktion keinen Einfluss auf das Verhalten der Teilnehmer hat.

In der Literatur sind verschiedene Ideen über die Beschaffenheit der Nutzenfunktion zu finden, die das Auftreten des St. Petersburg Paradoxes erklären sollen. Dabei wird jedoch immer von einer konkaven Nutzenfunktion ausgegangen. In dieser Arbeit soll das St. Petersburg Spiel jedoch angepasst werden und für Verluste gespielt werden. Dabei ist davon auszugehen, dass Personen für Verluste risikofreudige Präferenzen haben. Da jede der St. Petersburg Lotterien dadurch gekennzeichnet ist, dass sie einen Erwartungswert von Null hat, ist anzunehmen, dass die Versuchspersonen das St. Petersburg Spiel akzeptieren werden.

*Hypothese 2a: Für monetäre Verluste wird das St. Petersburg Spiel akzeptiert.*

Da im St. Petersburg Spiel für monetäre Auszahlungen immer positive mit negativen Auszahlungen verglichen werden, ist die Risikoeinstellung jedoch nicht die einzige Möglichkeit das Verhalten zu erklären. Neben der Risikoeinstellung kann auch die Verlustaversion für das Ablehnen einer Lotterie verantwortlich sein. So wirkt ab einem bestimmten Punkt vielleicht der mit geringer Wahrscheinlichkeit eintretende zusätzliche Verlust wesentlich stärker als der dadurch realisierte

Gewinn. Trotz eines Erwartungswertes von Null sorgt dann die Verlustaversion dafür, dass das St. Petersburg Spiel nicht akzeptiert wird.

Wird das St. Petersburg Spiel jedoch mit Wartezeiten statt der monetären Konsequenzen durchgeführt, so kann das Spiel so konzipiert werden, dass nur Bereiche betrachtet werden für die die Nutzenfunktion ausschließlich konvex ist. Wie aus dem vorangehenden Abschnitt zu entnehmen ist, zeigen Versuchspersonen für Wartezeiten eine konvexe Nutzenfunktion. Wird das St. Petersburg Spiel also in Lotterien mit Wartezeiten übersetzt, so ist davon auszugehen, dass alle Lotterien mit einem Erwartungswert Null akzeptiert werden.

*Hypothese 2b: Für Wartezeiten wird das St. Petersburg Spiel akzeptiert.*

Die zweite Verletzung der Nutzentheorie, die in dieser Arbeit diskutiert werden soll, ist in der Literatur bisher nicht zu finden. Es handelt sich dabei um den Nachweis eines Einflusses von für die Entscheidung irrelevanter Alternativen bei relativ einfachen Entscheidungssituationen. Die Irrelevanz von zusätzlichen irrelevanten Alternativen folgt zum einen aus der axiomatischen Struktur der Theorie, folgt aber auch intuitiv aus der grundlegenden Idee des Nutzenkonzepts. Es ist gerade die Konzeption dieser Theorie, dass jede Bewertung von Alternativen durch eine Normierung auf der Nutzenskala durchgeführt wird. Das heißt, es werden alle Eigenschaften und Alternativen mit irgendeiner Bewertungsfunktion in den Nutzenraum überführt und somit auch dann vergleichbar gemacht, wenn die Alternativen sehr unterschiedliche Konsequenzen haben und sich in ihren Eigenschaften nicht einmal grundsätzlich ähneln müssen. Da diese Überführung in den Nutzenraum für jede Option durchgeführt wird, bevor der Vergleich stattfindet, ergibt sich die Irrelevanz der zusätzlichen irrelevanten Alternative bereits aus diesen Überlegungen.

*Hypothese 3: Das Hinzufügen einer Alternative, die nicht gewählt wird, hat keinen Einfluss auf das Entscheidungsverhalten.*

In diesem Abschnitt werden damit ein sehr altes Phänomen mit neuen Methoden untersucht und eine neue Verletzung gezeigt. Beide Effekte die hier untersucht sind, adressieren Probleme, die an die Grundlagen des Nutzenkonzeptes geknüpft sind.

## 5.2 Das St. Petersburg Paradox

Zunächst untersuchen wir eines der ältesten Paradoxe in der Geschichte der Erforschung von Entscheidungen unter Risiko, das St. Petersburg Paradox. Hierzu wird das sogenannte St. Petersburg Spiel betrachtet, welches in seiner ursprünglichen Form als Gedankenexperiment dargestellt wurde und von Daniel Bernoulli diskutiert wurde (Bernoulli 1954). Das St. Petersburg Spiel funktioniert dabei wie folgt. Eine Münze wird mehrfach nacheinander geworfen, bis zum ersten Mal *Kopf* fällt. Dabei wird gezählt wie viele Würfe benötigt wurden bis dieser Fall eingetreten ist. Dabei gibt es beim

St. Petersburg Spiel eine Auszahlung die dadurch bestimmt wird, bei welchem Wurf *Kopf* gefallen ist. Es werden $2^n$ Dollar bezahlt, wobei $n$ die Anzahl der Würfe beschreibt die es benötigte bis *Kopf* fiel. Ein wesentliches für das Paradox ausschlaggebendes Charakteristikum für dieses Spiel ist der Erwartungswert. Dieser ermittelt sich durch

$$EW(L) = \sum_{n=1}^{N} \left( \frac{0,5}{2^n} \cdot 2^n \right) = \sum_{n}^{N} 0,5 \;\; mit \; n \in \mathbb{N}$$

und ergibt für $n \to \infty$ Münzwürfe

$$\mathrm{EW(L)} = \lim_{n \to \infty} (\textstyle\sum_n^N 0,5) = \infty,$$

also einen Erwartungswert des St. Petersburg Spiels von unendlich. Da dieses Spiel definitiv eine positive Auszahlung verspricht, sollten Menschen bereit sein auch einen Preis dafür zu bezahlen, dass sie an diesem Spiel teilnehmen dürfen. Das Paradox liegt nun laut Bernoulli darin, dass er sich niemanden vorstellen konnte, der bereit wäre einen unendlich großen Betrag für die Teilnahme an diesem Spiel zu bezahlen. Damit verstößt dieses Verhalten, welches schon als Gedankenexperiment intuitiv zu vermuten ist, gegen die bis dahin bekannte Theorie, die den Erwartungswert einer Lotterie als Entscheidungskriterium für Lotterien verwendet.

Das St. Petersburg Paradox hat seit Beginn der Erforschung von individuellen Entscheidungen unter Risiko zahlreiche Forscher inspiriert und bis heute bleibt das Paradox ein Rätsel für die Grundlagen der ökonomischen Theorien (Cox et al. 2009). In seiner ursprünglichen Form bietet das St. Petersburg Spiel einen unendlichen Erwartungswert, jedoch konnten die Erforscher dieses Spieles kaum eine Person finden, die bereit war mehr als 25 Dollar für dieses Spiel zu bezahlen (Hacking 1980). Im Verlauf der Zeit wurden zahlreiche Erklärungen für dieses, aus Sicht der ökonomischen Theorien, paradoxes Verhalten gefunden, jedoch konnte mit jeder dieser Erklärungen eine neue Version des ursprünglichen Spiels entwickelt werden, welches das Paradox zurück brachte (Samuelson 1977).

Bernoulli selbst erklärt dieses Verhalten durch die Existenz eines abnehmenden Grenznutzens von Geld und führte damit ein Konzept ein, dass später durch eine konkave Nutzenfunktion in der von Neumann-Morgenstern Nutzentheorie modelliert wurde (von Neumann und Morgenstern 1944). Mit Einführung dieses Konzepts war nicht mehr der Erwartungswert die Grundlage für die Entscheidung eines ökonomischen Agenten, sondern der Erwartungsnutzen. Für den Erwartungsnutzen ergibt sich durch die Annahme einer konkaven Nutzenfunktion

$$EU(L) = \sum_{n=1}^{N} \left( \frac{0,5}{2^n} \cdot u(2^n) \right)$$

mit $u(x)$ als konkaver Nutzenfunktion für $n \to \infty$ Münzwürfe

$$\text{EW(L)} = \lim_{n\to\infty}\left(\frac{0{,}5}{2^n}\cdot u(2^n)\right) < \infty.$$

Da der Erwartungsnutzen damit nicht unendlich groß ist, ergibt sich auch eine Zahlungsbereitschaft für den ökonomischen Agenten, die durch einen endlichen Betrag beschreibbar wird.

Betrachtet man jedoch den Erwartungsnutzen des St. Petersburg Spiels, so ist es möglich eine Anpassung des Spiels vorzunehmen, die nicht nur einen unendlichen Erwartungswert, sondern auch einen unendlichen Erwartungsnutzen erzeugt. Nimmt man beispielsweise an, dass die konkave Nutzenfunktion als $u(x) = x^\alpha$ mit $0 < \alpha < 1$ definiert ist, dann lässt sich die Auszahlung des St. Petersburg Spiels so korrigieren, dass der Grad des abnehmenden Grenznutzens ausgeglichen wird. In diesem Fall zahlt das Spiel nicht $2^n$ Dollar, sondern $2^{n\cdot\frac{1}{\alpha}}$ Dollar. So ergibt sich für den Erwartungswert dieses Spiels

$$\text{EW(L)} = \lim_{n\to\infty}\left(\frac{0{,}5}{2^n}\cdot u\left(2^{n\cdot\frac{1}{\alpha}}\right)\right) = \lim_{n\to\infty}\left(\frac{0{,}5}{2^n}\cdot\left(2^{n\cdot\frac{1}{\alpha}}\right)^{\alpha}\right) = \lim_{n\to\infty}(0{,}5) = \infty,$$

also ein unendlicher Erwartungswert. Für dieses Spiel gilt damit wie für die ursprüngliche Form, dass ein ökonomischer Agent mit der angenommenen Nutzenfunktion bereit sein muss, dieses Spiel für jeden Preis zu spielen. Ähnliche Korrekturen können auch für andere funktionale Formen einer konkaven Nutzenfunktion gemacht werden. Da auch bei dieser Form des Spiels trotz Korrektur des abnehmenden Grenznutzens der Auszahlung unvorstellbar ist, dass irgendjemand einen unendlich hohen Preis für das Spiel bezahlt, bleibt das Paradox auch auf dieser Grundlage bestehen.

Die Auszahlung im St. Petersburg Spiel kann um die Rate des abnehmenden Grenznutzens korrigiert werden ohne dass der beobachtete Effekt verschwindet. Aus diesem Grund kann die Krümmung der Nutzenfunktion keine Erklärung für die Endlichkeit des Nutzens des St. Petersburg Spieles sein. Auf Grundlage dieser Argumentation verschob sich die Betrachtung des St. Petersburg Spiels auf die Bedeutung der Unendlichkeit. Es wurde davon ausgegangen, dass Zeit eine endliche Ressource ist, die eine obere Grenze für den Nutzen des St. Petersburg Spiels definiert (Brito 1975; Cowen und High 1988). Der Grund für den unendlichen Erwartungswert, bzw. in der korrigierten Form des Spiels der unendliche Erwartungsnutzen, liegt in der Möglichkeit, dass die Münze unendlich oft geworfen werden kann, ohne jemals *Kopf* zu ergeben. Da in der Realität niemand unendlich lange warten kann bis *Kopf* fällt, ergibt sich daraus eine maximale Zeit, die dieses Spiel andauern kann. Daraus folgen automatisch eine maximale Anzahl an Münzwürfen und eine maximale Höhe der möglichen Auszahlung. Diese maximale Anzahl an Würfen im St. Petersburg Spiel stellt damit eine Grenze für den Erwartungsnutzen dar und erklärt somit eine maximale Zahlungsbereitschaft der Spieler.

Eine ähnliche Argumentation besagt, dass zwar der Nutzen des Spiels unendlich groß sein kann, das Angebot einer unendlich hohen Auszahlung aber nicht als ehrlich angesehen wird (Shapley 1977). Die

Auszahlung wird dadurch also nicht nur durch das Spiel bestimmt, sondern auch aus der Höhe des Geldbetrages der dem Anbieter des Spiels zur Verfügung steht. Damit stellt das Budget des Anbieters die maximale Auszahlung des Spiels dar. Stellt man sich vor, dass der Anbieter des Spiels maximal 1.024 Dollar zur Verfügung hat, so kann er nur zahlen, wenn bei einem der ersten zehn Würfe *Kopf* fällt. Passiert dies erst bei einem der späteren Würfe, so würde der Spieler auch nur diese 1.024 Dollar bekommen können. Damit ergibt sich der Erwartungswert des St. Petersburg Spiels als

$$EW(L) = \sum_{i=1}^{10} 0{,}5^i \cdot 2^i + \left(1 - \sum_{i=1}^{10} 0{,}5^i\right) \cdot 1024 = 11$$

und damit als einen endlichen Wert. Da der Erwartungswert in diesem Fall endlich ist, ergibt sich auch für den Erwartungsnutzen ein endlicher Wert und damit auch für das Sicherheitsäquivalent. Somit wäre in diesem Beispiel ein risikoneutraler Agent maximal bereit 11 Dollar zu bezahlen und ein risikoaverser Agent abhängig vom Grad seiner Risikoaversion einen geringeren Betrag. Obwohl dieses Beispiel eine relativ geringe maximale Auszahlung annimmt, kann man anhand der Berechnung erkennen, dass für jede obere Grenze der Auszahlung eine vergleichbare Rechnung durchgeführt werden kann, die eine endliche Zahlungsbereitschaft zur Folge haben muss.

Der Fokus der Literatur liegt jedoch im Schwerpunkt auf der Diskussion der funktionalen Form die Präferenzen in Entscheidungen unter Risiko erklärt. Um das Argument der Unendlichkeit zu umgehen, wurde das ursprüngliche St. Petersburg Spiel in eine Reihe von einzelnen Lotterien aufgeteilt, doch auch herbei blieb das Paradox bestehen (Samuelson 1960). Damit bleibt der Fokus der Diskussion die obere Grenze der Nutzenfunktion, da andernfalls immer neue Versionen des Spiels entwickelt werden können, die zu nicht intuitiven Entscheidungen führen (Aumann 1977). Da jedoch das St. Petersburg Spiel auch für die Version des Spiels mit einer Reihe einzelner endlicher Lotterien mit realistischen Auszahlungshöhen bestehen bleibt, ist davon auszugehen, dass Unendlichkeit nicht der Grund für dieses Paradox ist.

Weitere Arbeiten argumentieren auf Basis einer Wahrscheinlichkeitsbewertung, wobei die kleinen Wahrscheinlichkeiten im St. Petersburg Spiel das Paradox erzeugen. Eine Begründung ist, dass hinreichend kleine Wahrscheinlichkeiten von den Entscheidern als Null angenommen werden (Brito 1975). Die Idee ist also, dass die Entscheider die Wahrscheinlichkeit mit der die gewünschte Konsequenz eintritt zwar berücksichtigen, jedoch sehr kleine Unterschiede in den Wahrscheinlichkeitsangaben nicht wahrnehmen können. Wird also die Gewinnwahrscheinlichkeit hinreichend klein, glauben die Teilnehmer nicht mehr daran, dass dieser Fall bei einem Einmalspiel tatsächlich auftritt. Auch damit hat das St. Petersburg Spiel im Erwartungswert keine unendlich große Summe mehr als Auszahlung. Nimmt man beispielsweise an, dass Wahrscheinlichkeiten kleiner als 0,01 nicht wahrgenommen werden, so glauben die Teilnehmer, dass im St. Petersburg Spiel innerhalb der ersten sechs Würfe *Kopf* fallen wird. Die Wahrscheinlichkeit, dass dies erst im siebten oder späteren Wurf geschieht ist kleiner als 0,01 und wird damit als unmöglich betrachtet. Damit ergibt sich für das St. Petersburg Spiel

$$EW(L) = \sum_{i=1}^{6} 0{,}5^i \cdot 2^i = 6$$

als Erwartungswert. Auch hier ergibt sich für risikoaverse Entscheider eine Bewertung und daraus eine theoretische Zahlungsbereitschaft die intuitiv als viel besser nachvollziehbar empfunden wird. Außerdem zeigt dieses Ergebnis eine größere Nähe zu den empirisch oder experimentell ermittelten Zahlungsbereitschaften für das St. Petersburg Spiel.

Weiterhin sollen sehr kleine Wahrscheinlichkeiten auf sehr hohe Gewinne ein besonders großes Risiko für den Entscheider erzeugen (Allais 1952; Weirich 1984). Hierbei lösen einige Annahmen zur Risikoaversion das St. Petersburg Paradox. Die grundlegende Idee hinter dieser Argumentation ist, dass sich das Risiko einer Option durch drei Faktoren bestimmen lässt. Je größer die Auszahlungsunterschiede einer Option sind, desto größer ist das Risiko (Allais 1952) und dadurch die Wahrscheinlichkeit zu gewinnen, wobei hohe Wahrscheinlichkeiten ein geringes Risiko darstellen (Ellsberg 1961). Der dritte Faktor ist das Wohlstandsniveau auf dem sich das Individuum befindet, wobei ein hohes Wohlstandsniveau das Risiko einer riskanten Entscheidung verringert. Für die Argumentation in diesem Zusammenhang ergibt sich das sehr hohe Risiko im St. Petersburg Spiel im Wesentlichen daraus, das extrem hohe Auszahlungen mit extrem kleinen Eintrittswahrscheinlichkeiten zusammen fallen. Damit ergibt sich für einen risikoaversen Entscheider ein so hohes Risiko, dass es das St. Petersburg Spiel trotz unendlich großem Erwartungswert sehr unattraktiv macht (Weirich 1984).

Eine relativ neue Herangehensweise an die Erklärung des St. Peterburg Paradoxes ist die Einführung einer zusätzlichen Restriktion für die Schätzung einer Nutzenfunktion zusammen mit einer Funktion zur Gewichtung von Wahrscheinlichkeiten in der Kumulativen Prospekt Theorie, um das Problem des unendlich hohen Erwartungsnutzens des St. Petersburg Spiels zu beheben (Blavatskyy 2005; Rieger und Wang 2006). Die Idee folgt dabei der funktionalen Form, welche durch die meisten Studien zur Kumulativen Prospekt Theorie angenommen wurde. Im Regelfall wird dabei für die Nutzenfunktion eine Potenzfunktion der Form

$$u(x) = x^\alpha \; mit \; \alpha > 0$$

angenommen und eine Wahrscheinlichkeitsbewertungsfunktion für die Eintrittswahrscheinlichkeiten der Form

$$w(p) = \left( \frac{p^{\gamma}}{(p^{\gamma} + (1-p)^{\gamma})^{\frac{1}{\gamma}}} \right) mit\ 0 < \gamma < 1$$

hinzugenommen. Daraus folgt für den Erwartungswert des St. Petersburg Spiels

$$u(L) \approx (2^{\gamma} - 1) \cdot \sum_{n=1}^{+\infty} 2^{(\alpha-\gamma)\cdot n}$$

und damit, dass der Erwartungsnutzen des St. Petersburg Spiels nicht unendlich groß werden kann, wenn $\alpha < \gamma$ ist (Blavatskyy 2005).

Diese zusätzliche Restriktion beschreibt zunächst nur den Fall für diskrete Lotterien. Zusätzlich wurde für den Fall stetiger Lotterien mit Wahrscheinlichkeitsverteilungen eine Klasse von Funktionen definiert, welche die gleiche Eigenschaft haben wie die Wahrscheinlichkeitsgewichtungsfunktion der Kumulative Prospekt Theorie (Rieger und Wang 2006). Dabei werden weitere Restriktionen definiert, die gelten müssen, damit eine Gewichtungsfunktion von Wahrscheinlichkeiten verhindert, dass Lotterien mit einem unendlichen Erwartungswert auch einen unendlichen Erwartungsnutzen erzeugen können.

Zwar gibt es weiterhin keine eindeutige Meinung in der Literatur zu ökonomischen Entscheidungen, welche Faktoren das Paradox erzeugen, jedoch bleibt festzuhalten, dass das St. Petersburg Spiel in seiner ursprünglichen Form als einfaches Gedankenexperiment einen wesentlichen Bestandteil der funktionalen Modellierung in der Entscheidungstheorie inspiriert hat, nämlich die Idee des abnehmenden Grenznutzens von Geld und die damit verbundene Risikoaversion der ökonomischen Agenten. Der Fokus dieser Arbeit soll daher auf der Analyse des Einflusses der Risikoeinstellung auf das Entscheidungsverhalten in St. Petersburg Lotterien sein. Dabei soll sowohl die Dimension der monetären Auszahlungen, sowie die Dimension der Zeit untersucht werden.

### 5.2.1 Experiment zu St. Petersburg Lotterien bei risikofreudigen Präferenzen

Die bisherigen Ergebnisse zu Entscheidungen über St. Petersburg Lotterien beschäftigen sich mit monetären Auszahlungen für die mit hinreichender Sicherheit risikoaverse Präferenzen angenommen werden können. Um die bisherigen Erklärungsansätze einordnen zu können soll an dieser Stelle der Einfluss riskofreudiger Präferenzen auf das Entscheidungsverhalten über St. Petersburg Lotterien ermittelt werden. In einem ersten Schritt soll das St. Peterburg Spiel mit monetären Verlusten gespielt werden, da bei Verlusten risikofreudige Präferenzen beobachtet werden können (Kahneman und Tversky 1992; Kahneman und Tversky 1979). In einem zweiten Schritt werden St. Petersburg Lotterien untersucht, die statt Geld als Konsequenz Wartezeiten bilden, für die in Abschnitt 4.3 bereits risikofreudige Präferenzen ermittelt wurden.

Dieses Experiment soll darstellen, ob das St. Petersburg Paradox eine Bedeutung für die Nutzentheorie in beiden in dieser Arbeit untersuchten Dimensionen hat und ob das Entscheidungsverhalten in diesem Spiel zwischen monetären und zeitlichen Konsequenzen ähnlich ist. Weiterhin bietet eine Spiegelung des St. Petersburg Spiels in die Verlustdimension die Möglichkeit der Diskussion der angebotenen Erklärungen für das Paradox.

#### *5.2.1.1 Experimentelles Design mit monetären Verlusten*

Um St. Petersburg Lotterien mit monetären Verlusten spielen zu können wurde das Experiment an zwei unterschiedlichen Terminen durchgeführt. Zunächst wurden 15 Teilnehmer über die Rekrutierungssoftware für Experimente ORSEE (Greiner 2004) rekrutiert. Diesen Teilnehmern wurde im Einladungsschreiben mitgeteilt, dass dieses Experiment an zwei Terminen stattfinden würde und diese Termine waren den Teilnehmern bekannt. Der erste Termin diente als Vorbesprechung und der zweite Termin, der vierzehn Tage nach der Vorbesprechung stattfand, war das eigentliche Experiment. Weiterhin wurde den Teilnehmern mitgeteilt, dass sie bei diesem Experiment reale Verluste erleiden können. Zwar waren diese Verluste in jedem Fall durch die eigenen Entscheidungen auszuschließen, würden sie jedoch auftreten, müssten die Teilnehmer diese auch begleichen.

Am ersten Termin wurde den Teilnehmern eine Entlohnung für die Teilnahme in Höhe von 10 Euro bezahlt. Weiterhin wurde ihnen die Information aus dem Einladungsschreiben nochmal vorgelesen. Mit Erhalt der Entlohnung unterschrieben die Teilnehmer ein Formblatt, in dem sie bestätigten, dass sie die Informationen gelesen und verstanden haben. Weiterhin verpflichteten sie sich am zweiten Termin ebenfalls teilzunehmen und eventuell anfallende Verluste an den Experimentator zu zahlen. Bezüglich der Verluste wurde festgehalten, dass die Experimentatoren für den Fall, dass sie mit diesem Experiment einen Gewinn erwirtschaften würden, dieses Geld für weitere Experimente verwenden würden.

Am zweiten Termin, an dem alle Teilnehmer wieder erschienen waren, wurde das eigentliche Experiment durchgeführt. Das Experiment bestand aus St. Petersburg Lotterien die analog zu Cox et al. 2009 konzipiert waren, jedoch in gespiegelter Form. Das bedeutet, die Teilnehmer konnten entscheiden, ob sie eine St. Petersburg Lotterie spielen wollten oder nicht. Insgesamt wurden ihnen 9 verschiedene St. Petersburg Lotterien angeboten, wobei sich diese jeweils in der maximalen Anzahl der Münzwürfe n (mit n = 1, 2, …, 9) unterscheiden. Entschied sich der Teilnehmer für eine Lotterie, so erhielt er für seine Teilnahme n Euro. Anschließend wurde eine Münze geworfen bis zum ersten Mal *Kopf* fiel, jedoch maximal n-mal. Fiel *Kopf* im i-ten Wurf, so musste der Teilnehmer $2^i$ Euro bezahlen. Fiel bei den n Würfen nicht *Kopf*, so musste der Teilnehmer nichts bezahlen und seine Auszahlung blieb bei n Euro. Damit entspricht das Spiel einer Unterteilung des St. Petersburg Spiels in einzelne endliche Lotterien und die möglichen Ausgänge sind in Tabelle 12 zusammengefasst.

| *Kopf* fällt bei Wurf Nummer: | Eintrittswahrscheinlichkeit | Auszahlung<br>(in Euro) |
|---|---|---|
| 1 | 0,5 | -2 |
| 2 | 0,25 | -4 |
| 3 | 0,125 | -8 |
| 4 | 0,0625 | -16 |
| 5 | 0,03125 | -32 |
| 6 | 0,015625 | -64 |
| 7 | 0,0071825 | -128 |
| 8 | 0,0039065 | -256 |
| 9 | 0,0019535 | -512 |
| Nie | | +/- 0 |

**Tabelle 12: Gespiegelte St. Petersburg Lotterien mit negativen Auszahlungen**

Nachdem alle Teilnehmer jeweils für die 9 angebotenen St. Petersburg Lotterien entschieden haben, ob sie diese spielen wollen oder nicht, wurde für jeden Teilnehmer jeweils eine dieser Lotterien zufällig ausgewählt. Hat sich der Teilnehmer entschieden diese Lotterie nicht zu spielen, so erhielt er keine Auszahlung und die Lotterie wurde nicht gespielt. Hat der Teilnehmer sich entschieden diese Lotterie zu spielen, so erhielt er seine Auszahlung für die Teilnahme an dieser Lotterie wie oben beschrieben. Anschließend wurde die Lotterie gespielt und damit festgestellt ob und wie viel der Teilnehmer bezahlen muss, indem die Münze geworfen wurde bis *Kopf* fiel oder die maximale Anzahl an Münzwürfen erreicht war. Zum Ende des Experiments wurden die anfallen Auszahlungen und Einzahlungen abgewickelt.

#### 5.2.1.2 *Experimentelles Design mit Wartezeiten*

Das Experiment wurde mit 50 Studenten der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg im MaXLab der Fakultät für Wirtschaftswissenschaft durchgeführt. Diese Teilnehmer wurden aus verschiedenen Studienrichtungen mit Hilfe der Standard Software ORSEE (Greiner 2004) rekrutiert.

Zu Beginn des Experiments erhielten die Teilnehmer eine Teilnahmeentlohnung in Höhe von 8 Euro. Dabei wurde den Teilnehmern mitgeteilt, dass es neben dieser Show-Up-Fee keine weiteren Auszahlungen im Verlauf des Experiments gibt. Anschließend wurden die Anleitungen zum Experiment ausgeteilt und die Teilnehmer bekamen die Möglichkeit Verständnisfragen zu stellen. Nachdem eventuell auftretende Fragen geklärt waren, trafen die Teilnehmer ihre Entscheidungen.

Alle Teilnehmer hatten zu Beginn des Experiments eine Basiswartezeit (diese variierte zwischen den Treatments). Zusätzlich haben sie an einem Spiel teilgenommen, in dem sich, abhängig von den Entscheidungen der Teilnehmer, diese Basiswartezeit verringern oder erhöhen konnte. Dieses Spiel wurde analog zum St. Petersburg Spiel konzipiert. Für die Teilnahme am Spiel wurde die Basiswartezeit des Teilnehmers um n Minuten reduziert und eine Münze wurde so oft geworfen bis *Kopf* erschien, jedoch maximal n-mal. Fiel beim *Kopf* i-ten Wurf, so wurde die Wartezeit um $2^i$ Minuten verlängert. Fiel bei den n Würfen nie *Kopf*, so blieb es bei der verringerten Basiswartezeit. Jedem Teilnehmer wurden 9 dieser Spiele angeboten, wobei nur ein zufällig gewähltes Spiel realisiert wurde (Grether und Plott 1979) und die Spiele sich jeweils nur in der maximalen Anzahl der Münzwürfe unterschieden. Damit wurde das St. Petersburg Spiel mit Wartezeiten in eine Reihe einzelner Lotterien unterteilt und analog zu den Spielen mit monetären Konsequenzen konzipiert (Cox et al. 2009). Die möglichen Konsequenzen, abhängig davon wann *Kopf* fällt, sind in Tabelle 13 zusammengefasst.

| *Kopf* fällt bei Wurf Nummer: | Eintrittswahrscheinlichkeit | Zusätzliche Wartezeit (in Minuten) |
|---|---|---|
| 1 | 0,5 | 2 |
| 2 | 0,25 | 4 |
| 3 | 0,125 | 8 |
| 4 | 0,0625 | 16 |
| 5 | 0,03125 | 32 |

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 0,015625 | 64 |
| 7 | 0,0071825 | 128 |
| 8 | 0,0039065 | 256 |
| 9 | 0,0019535 | 512 |
| Nie | | +/- 0 |

**Tabelle 13: St. Petersburg Spiel mit Wartezeiten**

Nachdem die Teilnehmer ihre Entscheidungen getroffen hatten, wurde durch den Experimentator ausgelost, welche der 9 getroffenen Entscheidungen realisiert wurde. Hierzu wurde ein Ball aus einer Urne mit von 1 bis 9 durchnummerierten Bällen gezogen und die Zahl auf dem gezogenen Ball gab an, welche der Entscheidungen realisiert wurde. Hat der Teilnehmer für die gezogene Entscheidung entschieden nicht an diesem Spiel teilzunehmen, so wurde die Basiswartezeit realisiert. Sofern der Teilnehmer entschieden hatte an diesem Spiel teilzunehmen, wurde eine Münze geworfen und damit die Wartezeit festgelegt wie oben beschrieben. Nachdem die Wartezeiten für alle Teilnehmer festgelegt wurden, begann diese und die Teilnehmer verbrachten ihre Wartezeit ebenso wie im Experiment in Abschnitt 4.2 in ihren Experimentalkabinen ohne Kommunikations- und Unterhaltungsmedien. Um auf eine Abhängigkeit von einem Referenzpunkt zu kontrollieren, wurde dieses Experiment unter zwei Bedingungen mit unterschiedlichen Basiswartezeiten (10 und 45 Minuten) durchgeführt.

### 5.2.2 Ergebnisse des St. Petersburg Spiels mit risikofreudigen Präferenzen

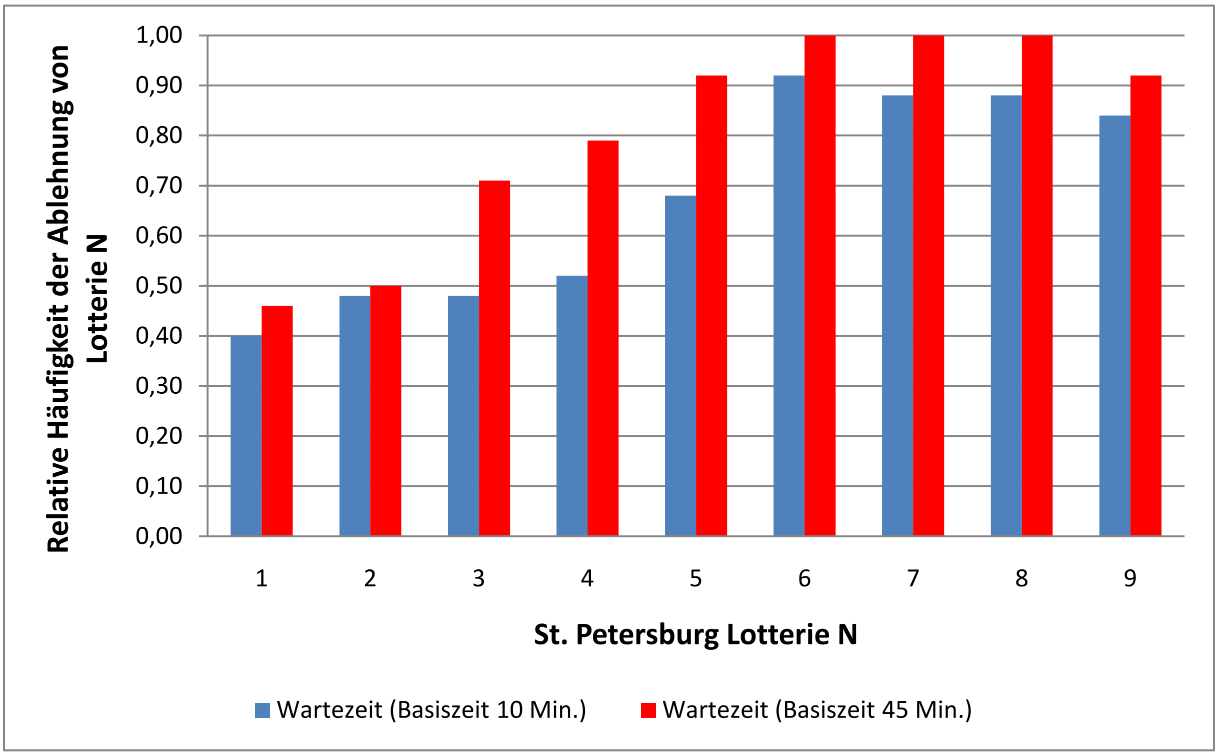



**Abbildung 7: Vergleich der Entscheidungen bei unterschiedlichen Basiswartezeiten**

Während aktuelle Studien das St. Petersburg Paradox mit Referenz zu Kalibrierungsargumenten diskutieren (Cox et al. 2009; Cox et al. 2008), zeigt diese Arbeit Ergebnisse zu Entscheidungen in St. Petersburg Lotterien, wenn Präferenzen risikofreudig sind. Diese Ergebnisse zeigen deutlich, dass das St. Petersburg Paradox auch dann existiert, wenn die Entscheider risikofreudig sind, obwohl sie gerade in diesen Situationen alle der angebotenen Lotterien spielen sollten. Damit werden die Hypothesen 2a und 2b abgelehnt. Anhand dieses Ergebnisses lassen sich die bisher in der Literatur angebotenen Erklärungen diskutieren.

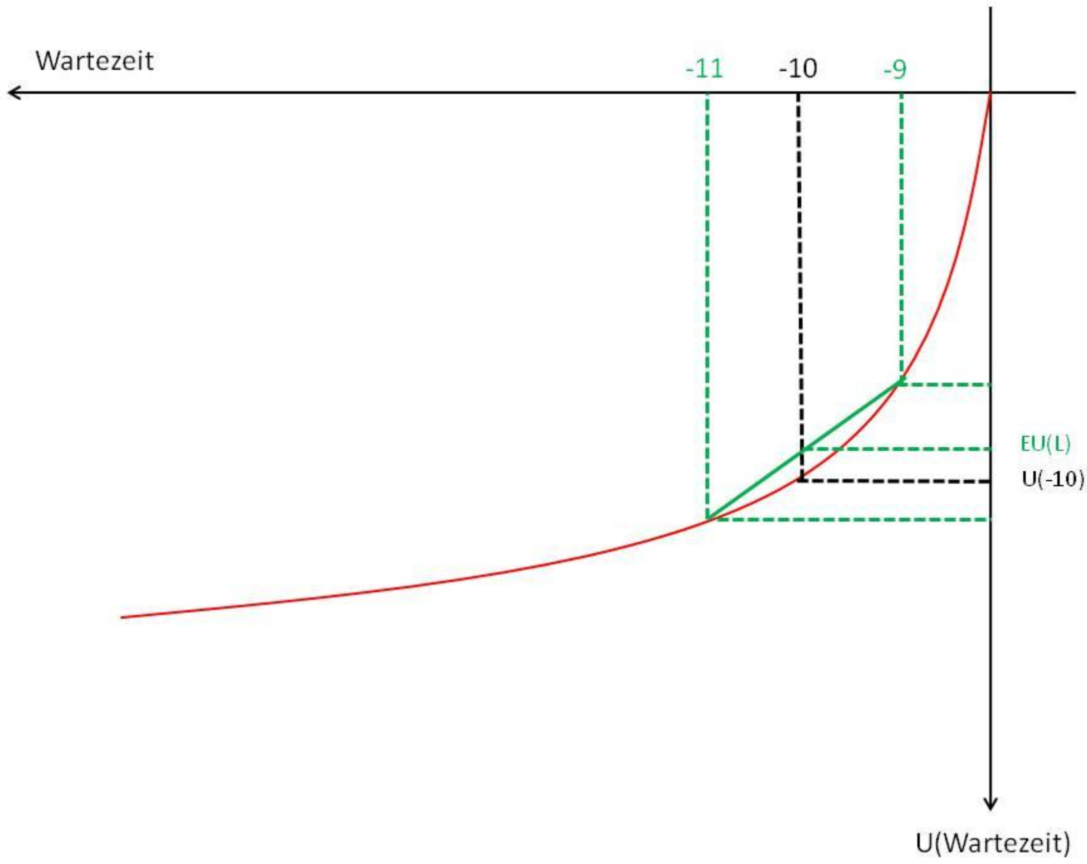



**Abbildung 8: St. Petersburg Lotterie bei konvexer Nutzenfunktion**

In Abbildung 8 ist beispielhaft der Erwartungsnutzen der St. Peterburg Lotterie für Wartezeit mit maximal einem Münzwurf dem Nutzen des Status Quo mit einer Wartezeit von 10 Minuten gegenüber gestellt. Wie aus den Ergebnissen in Abschnitt 4.3 bekannt, ergibt sich für Wartezeit eine konvexe Nutzenfunktion, weshalb diese hier als Verlust dargestellt ist. Anhand der Abbildung ist hier zu erkennen, dass aufgrund der Konvexität der Nutzenfunktion für Wartezeit der Erwartungsnutzen der Lotterie größer ist als der Nutzen aus dem Status Quo. Daraus folgt, dass ein risikofreudiger Entscheider die Lotterie dem Status Quo vorzieht. Die St. Petersburg Lotterien für Wartezeit wie sie in dieser Arbeit konzipiert sind, bieten eine maximale Reduktion der Wartezeit um 9 Minuten. Damit liegen alle Konsequenzen der Lotterien im konvexen Bereich der Nutzenfunktion.

| Max. Anzahl Würfe | Erwartungswert der St. Petersburg Lotterie |
|---|---|
| 1 | $E(L) = \frac{1}{2} \cdot 11 + \frac{1}{2} \cdot 9 = 10$ |

| | |
|---|---|
| 2 | $E(L)=\frac{1}{4}\cdot 12+\frac{1}{2}\cdot 10+\frac{1}{4}\cdot 8=10$ |
| 3 | $E(L)=\frac{1}{8}\cdot 15+\frac{1}{4}\cdot 11+\frac{1}{2}\cdot 9+\frac{1}{8}\cdot 7=10$ |
| 4 | $E(L)=\frac{1}{16}\cdot 22+\frac{1}{8}\cdot 14+\frac{1}{4}\cdot 10+\frac{1}{2}\cdot 8+\frac{1}{16}\cdot 6=10$ |
| 5 | $E(L)=\frac{1}{32}\cdot 37+\frac{1}{16}\cdot 21+\frac{1}{8}\cdot 13+\frac{1}{4}\cdot 9+\frac{1}{2}\cdot 7+\frac{1}{32}\cdot 5=10$ |
| 6 | $E(L)=\frac{1}{64}\cdot 68+\frac{1}{32}\cdot 36+\frac{1}{16}\cdot 20+\frac{1}{8}\cdot 12+\frac{1}{4}\cdot 8+\frac{1}{2}\cdot 6+\frac{1}{64}\cdot 4=10$ |
| 7 | $E(L)=\frac{1}{128}\cdot 131+\frac{1}{64}\cdot 67+\frac{1}{32}\cdot 35+\frac{1}{16}\cdot 19+\frac{1}{8}\cdot 11+\frac{1}{4}\cdot 7+\frac{1}{2}\cdot 5+\frac{1}{128}\cdot 3=10$ |
| 8 | $E(L)=\frac{1}{256}\cdot 258+\frac{1}{128}\cdot 130+\frac{1}{64}\cdot 66+\frac{1}{32}\cdot 34+\frac{1}{16}\cdot 18+\frac{1}{8}\cdot 10+\frac{1}{4}\cdot 6+\frac{1}{2}\cdot 4+\frac{1}{256}\cdot 2=10$ |
| 9 | $E(L)=\frac{1}{512}\cdot 513+\frac{1}{256}\cdot 257+\frac{1}{128}\cdot 129+\frac{1}{64}\cdot 65+\frac{1}{32}\cdot 33+\frac{1}{16}\cdot 17+\frac{1}{8}\cdot 9+\frac{1}{4}\cdot 5+\frac{1}{2}\cdot 3+\frac{1}{512}\cdot 1=10$ |

**Tabelle 14: Erwartungswerte der St. Petersburg Lotterien für Wartezeit**

Da alle Konsequenzen der St. Petersburg Lotterien für Wartezeit im konvexen Bereich der Nutzenfunktion liegen, ist davon auszugehen, dass die Entscheider für alle Lotterien risikofreudig handeln. Betrachtet man nun die Erwartungswerte der angebotenen St. Petersburg Lotterien, wie sie in Tabelle 14 dargestellt sind, so ist festzustellen, dass die Erwartungswerte für alle Lotterien 10 Minuten betragen. Damit gleicht der Erwartungswert aller Lotterien dem Status Quo. Aufgrund der Risikofreude, wie sie in der konvexen Nutzenfunktion ausgedrückt wird, wird ein Entscheider also alle angebotenen St. Petersburg Lotterien dem sicheren Status Quo mit einer Wartezeit von 10 Minuten vorziehen.

Zunächst wurde das Problem der Unendlichkeit des Spiels als Erklärung herangezogen. Wie andere aktuellen Arbeiten zum St. Petersburg Paradox wurde dieses Problem umgangen, indem das St.

Petersburg Spiel in eine Reihe von endlichen Lotterien zerlegt wurde. Daher kann das Problem der Unendlichkeit des Spiels in diesem Fall ausgeschlossen werden. Aufgrund eines weiteren Aspekts der Unendlichkeit besteht die Frage, ob eine obere Grenze der Nutzenfunktionen existiert. In unserem Experiment zu den Wartezeiten, lehnen die meisten Teilnehmer bereits Lotterien mit einer möglichen zusätzlichen Wartezeit von 32 Minuten ab. Auch wenn in diesem Zusammenhang argumentiert werden kann, dass diese 32 Minuten die Begrenzung der Nutzenfunktion darstellen, scheint es wenig plausibel, dass 42 Minuten Zeit (Wartezeit, die sich aus 10 Minuten Basiswartezeit zuzüglich der maximal möglichen zusätzlichen Wartezeit ergibt) die maximale Zeit ist, die einem Teilnehmer in diesem Experiment zur Verfügung stand. Insbesondere unter der Voraussetzung, dass in der Rekrutierung für die Experimente bereits ein Zeitraum für das Experiment angekündigt war, der länger war als die maximal gewartete Zeit aufgrund der getroffenen Entscheidungen. Es könnte weiterhin argumentiert werden, dass Nutzenfunktionen generell eine obere Begrenzung haben, nicht weil nur eine begrenzte Zeit zur Verfügung steht, sondern weil Konsequenzen nur bis zu einer bestimmten Höhe bewertet werden und ab diesem Punkt kein weiterer Anstieg der Nutzenfunktion existiert. Jedoch würden wir auch bei dieser Möglichkeit der Interpretation ein anderes Verhalten erwarten als in unserem Experiment gefunden. Sollte ein Punkt existieren, an dem zusätzliche Wartezeit keine Veränderung in der Nutzenbewertung erzeugt, so würde sich ab einer bestimmten Anzahl der maximalen Würfe die Bewertung der maximal zu erhaltenen Wartezeit nicht mehr ändern. Da sich jedoch für eine Teilnahme eine höhere Reduzierung der Basiswartezeit ergibt, werden die Lotterien attraktiver, je häufiger die Münze maximal geworfen wird. Spielt ein Spieler also die Spiele mit wenigen Würfen, so müsste er ebenfalls die Spiele mit vielen möglichen Würfen spielen. Weiterhin müsste es bei kleiner Anzahl maximaler Münzwürfe höhere Ablehnungsquoten ergeben als für große Anzahlen maximaler Würfe. Insgesamt müsste sich das Verhalten also entgegengesetzt zu dem zeigen, was wir für das St. Petersburg Spiel in Cox et al. 2009 beobachten. In Abbildung 9 ist jedoch zu erkennen, dass dies nicht der Fall ist. Das Verhalten bei konvexer und konkaver Nutzenfunktion über die Konsequenzen des Spiels ist identisch und daher kann eine Begrenzung der Nutzenfunktion keine Erklärung für das St. Petersburg Paradox sein.

Ein weiterer Teil der Literatur strebt danach das Verhalten in St. Petersburg Lotterien über eine Wahrscheinlichkeitsbewertung zu erklären. Dabei werden hinreichend kleine Wahrscheinlichkeiten als Null definiert. Dieser Erklärungsansatz würde bei dem St. Petersburg Spiel, wie es für die hier dargestellten Experimente konzipiert wurde jedoch ebenfalls dazu führen, dass der schlechteste mögliche Ausgang der Lotterien gegebenenfalls mit der Wahrscheinlichkeit Null auftritt. Damit sind die Lotterien mit vielen möglichen maximalen Münzwürfen attraktiver als die Lotterien mit wenigen maximalen Münzwürfen. Die Argumentation folgt dabei dem gleichen Muster wie für eine Begrenzung der Nutzenfunktion ab einer bestimmten Höhe der Konsequenz. Der Argumentation aus Abschnitt 5.2 folgend, empfinden die Teilnehmer die Wahrscheinlichkeit, dass *Kopf* erst nach einer sehr hohen Zahl von Münzwürfen auftritt, als nicht existent. Damit fallen in dem Experiment, wie es im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführt wurde, die besonders schlechten Ereignisse nicht ins Gewicht, da sie mit sehr geringer Wahrscheinlichkeit auftreten. Da jedoch die Reduzierung der Basiswartezeit für Lotterien mit hoher Anzahl von maximalen Würfen weiter steigt und dabei die zusätzlich möglichen schlechtesten Ausgänge der Lotterie nach der Wahrnehmung des Individuums nicht auftreten werden, steigt die Attraktivität dieser Lotterien im Vergleich zu den Lotterien mit geringer maximaler Anzahl von Münzwürfen.

Die Voraussetzung, dass ab einem bestimmten Punkt kleine Wahrscheinlichkeiten als Null angesehen werden bedeutet, dass es ein $p_0$ gibt für das

$$w(p) = 0 \; für \; p < p_0$$

gilt. Nimmt man beispielsweise an, dass eine Wahrscheinlichkeit kleiner als 0,05 als Null wahrgenommen wird, so fallen für die Berechnung des Erwartungsnutzens der St. Petersburg Lotterien alle die Konsequenzen raus, die mit einer Wahrscheinlichkeit kleiner als 0,05 eintreten. Dabei wird deutlich, dass gerade die Konsequenzen mit den sehr hohen Wartezeiten mit relativ kleinen Wahrscheinlichkeiten eintreten. Es fallen also mit steigender Anzahl an maximalen Münzwürfen zunehmend die Konsequenzen aus der Berechnung des Erwartungsnutzens heraus, die als besonders negativ angesehen werden. Daraus folgt, dass die Lotterien mit steigender Anzahl an Münzwürfen attraktiver werden. Demzufolge müssten die Teilnehmer an diesem Experiment eher die Lotterien mit geringerer Anzahl möglicher Münzwürfe ablehnen als die mit einer höheren Anzahl möglicher Münzwürfe. Dies ist jedoch nicht der Fall und damit kann auch eine Bewertung der Wahrscheinlichkeiten, wobei hinreichend kleine Wahrscheinlichkeiten als Null wahrgenommen werden, nicht als Erklärung für das Verhalten in St. Petersburg Lotterien dienen.

Weiterhin wurden die St. Petersburg Spiele in diesen Experimenten analog zu Cox et al. (2009) konzipiert, um einen Vergleich zwischen den Entscheidungen bei konkaver und konvexer Präferenzstruktur zu ermöglichen. Dieser Vergleich zeigt, dass das Entscheidungsverhalten in den angebotenen St. Petersburg Lotterien unter den Bedingungen von konkaver und konvexer Präferenzstruktur keinen Unterschied zeigt, wie in Abbildung 9 deutlich zu sehen ist. Obwohl das St. Petersburg Paradox in seiner ursprünglichen Form die ökonomische Modellierung von Entscheidungen bei Risiko und damit konkave Nutzenfunktionen maßgeblich geprägt hat, hat die Krümmung der Nutzenfunktion keinen Einfluss auf das Entscheidungsverhalten in St. Petersburg Spielen. Das von Bernoulli dargestellte Paradox scheint daher auf den Grundsätzen von menschlichen Entscheidungsprozessen zu basieren und die funktionalen Zusammenhänge für die Modellierung ökonomischer Entscheidungen bei Risiko bieten daher kein Erklärungspotenzial für diese Anomalie der Entscheidungstheorie.

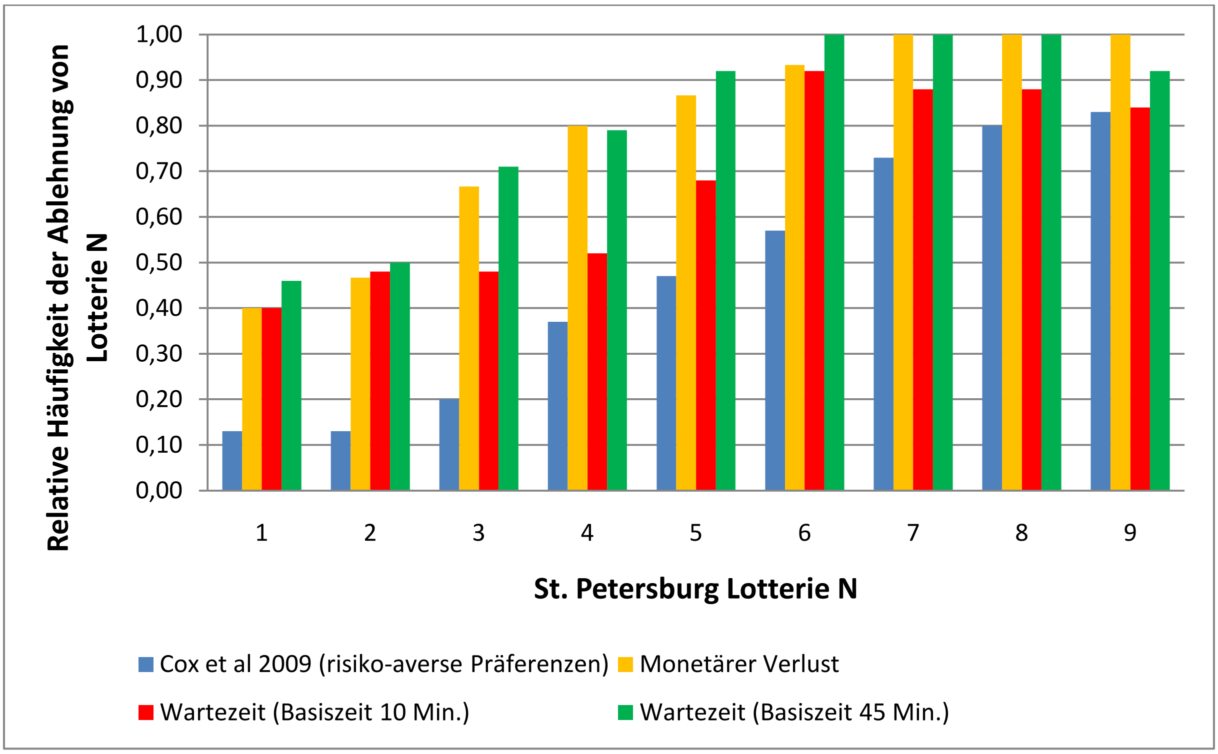



**Abbildung 9: Vergleich der Ergebnisse mit risikoaversen Präferenzen**

Es bleibt abschließend festzuhalten, dass keine der in der Literatur angebotenen Erklärungen für das St. Petersburg Paradox hilft die Ergebnisse in dieser Arbeit zu erklären. Weiterhin ist festzustellen, dass obwohl das St. Petersburg Paradox in seiner ursprünglichen Form von Bernoulli als Gedankenexperiment die Idee einer konkaven Nutzenfunktion für Geld inspiriert hat, die Krümmung der Nutzenfunktion keinen Einfluss auf das Verhalten in St. Petersburg Lotterien hat. In den Ergebnissen dieser Experimente ist deutlich zu sehen, dass das Verhalten in St. Petersburg Lotterien sowohl für Geld als auch für Zeit einem sehr ähnlichen Muster folgt, das ebenfalls für positive monetäre Konsequenzen zu beobachten ist. Auf Basis der Erkenntnisse aus der Geschichte der Forschung zum St. Petersburg Paradox und der Daten aus den Experimenten dieser Untersuchung ist zu schließen, dass das St. Petersburg Paradox eine Verletzung des Nutzenkonzeptes darstellt, was auf die Grundlagen menschlicher Entscheidungsprozesse zurückzuführen ist. Weiterhin scheint die Krümmung einer Nutzenfunktion keine Aussagekraft dafür zu besitzen, wie sich Entscheider in St. Petersburg Lotterien verhalten.

## 5.3 Theoretische Betrachtung zur Relevanz zusätzlicher irrelevanter Alternativen

Im vorhergehenden Abschnitt 5.2 wurde die Krümmung von Nutzenfunktionen und ihre Erklärungskraft anhand eines sehr alten Phänomens diskutiert. In diesem Abschnitt soll die Untersuchung eine implizite Annahme der Nutzentheorie betreffen. Seit dem Beginn der experimentellen Wirtschaftsforschung wurden Ergebnisse produziert, die Verletzungen der axiomatischen Struktur der Nutzentheorie aufzeigen. Diese Arbeiten führten zu Anpassungen der Erwartungsnutzentheorie in Form der Prospekt Theorie oder Kumulativen Prospekt Theorie (Kahneman und Tversky 1992; Kahneman und Tversky 1979) und inspirierten eher intuitive Konzepte wie Disappointment (Bell 1985) und Regret (Bell 1982; Loomes und Sugden 1982). Dennoch scheinen diese Verletzungen in der ökonomischen Praxis selten Beachtung zu finden und Decision-Support-Systeme basieren weiterhin auf der Erwartungsnutzentheorie.

Zunächst ist festzuhalten, dass die Nutzentheorie von rationalen Entscheidern ausgeht, die konsistente Präferenzen haben und diese die Grundlage für alle Entscheidungen zwischen angebotenen Alternativen bestimmen. Die Nutzentheorie basiert dabei auf der impliziten Annahme, dass die Zusammenstellung der Mengen, der zur Wahl stehenden Alternativen, keinen Einfluss auf das Entscheidungsverhalten hat.

Immer dann wenn die Präferenzen von Individuen in ökonomischen Experimenten ermittelt werden, zeigen die Teilnehmer regelmäßig Verletzungen dieser axiomatischen Struktur. So wird beispielsweise das Axiom der Unabhängigkeit verletzt, wenn Personen den Common-Ratio-Effekt zeigen (Allais 1952). Der Common-Ration-Effekt zeigt, dass bei einer linearen Transformation der Wahrscheinlichkeiten für alle Alternativen bei gleichen potenziellen Auszahlungen die Präferenz von Individuen sich ändert. Es seien beispielsweise zwei Lotterien in der Form

$$\{p_1, X_1, (1-p_1), X_2\}\ und\ \{p_2, X_3, (1-p_2), X_4\}$$

gegeben und ein Individuum präferiere die vordere der beiden Lotterien. Das Axiom der Unabhängigkeit besagt nun, dass dieses Individuum auch dann die erste Lotterie präferieren muss, wenn die Lotterien in den Wahrscheinlichkeiten linear transformiert werden und mit einem Faktor $c$ mit $c > 1$ als

$$\left\{\frac{p_1}{c}, X_1, \left(1-\frac{p_1}{c}\right), X_2\right\}\ und\ \left\{\frac{p_2}{c}, X_3, \left(1-\frac{p_2}{c}\right), X_4\right\}$$

gegeben sind. Der Common-Ratio-Effekt zeigt jedoch, dass Individuen zwar im oberen Fall die erste Lotterie bevorzugen, nach der linearen Transformation im unteren Fall jedoch die Präferenz zur hinteren Lotterie verschieben.

Das bedeutet, dass die Präferenzen über Lotterien davon abhängen wie das Entscheidungsproblem skaliert wird. Der Nachweis des Common-Ration-Effektes wurde jedoch durch die Einführung einer Wahrscheinlichkeitsgewichtungsfunktion wie sie in der Kumulativen Prospekt Theorie vorkommt, adressiert (Kahneman und Tversky 1992). Diese Wahrscheinlichkeitsgewichtungsfunktion ist dadurch charakterisiert, dass Wahrscheinlichkeiten unterhalb von 0,5 übergewichtet werden und Wahrscheinlichkeiten über 0,5 untergewichtet werden. Betrachten wir also nochmals die Lotterien aus unserem Beispiel, so werden zwar die Wahrscheinlichkeiten linear transformiert, jedoch nicht notwendigerweise auch die für die Bewertung ausschlaggebenden Gewichte aus der Wahrscheinlichkeitsbewertungsfunktion. Damit kann sowohl

$$EU(\{w(p_1), X_1, w(1-p_1), X_2\}) > EU(\{w(p_2), X_3, w(1-p_2), X_4\})$$

gelten, als auch gleichzeitig

$$\left(\left\{w\left(\frac{p_1}{c}\right), X_1, w\left(1-\frac{p_1}{c}\right), X_2\right\}\right) < EU\left(\left\{w\left(\frac{p_2}{c}\right), X_3, w\left(1-\frac{p_2}{c}\right), X_4\right\}\right)$$

wahr sein. Somit wurde durch das Einführen einer Funktion für die Gewichtung von Wahrscheinlichkeiten das Problem des Common-Ratio-Problems behoben.

Das Axiom der Transitivität wird beispielsweise durch einen sehr prominenten Effekt der experimentellen Risikoforschung, der sogenannten Präferenzumkehr, verletzt (Lichtenstein und Slovic 1971). Die Präferenzumkehr beschreibt Situationen in denen zwei Lotterien A und B zur Verfügung stehen. Einmal kann die Präferenz eines Individuums ermittelt werden, indem die Sicherheitsäquivalente der einzelnen Lotterien ermittelt werden. Der Theorie folgend, wird immer die Lotterie gewählt, deren Sicherheitsäquivalent höher ist. Eine Präferenzumkehr beschreibt hier eine Situation in der ein Individuum ein höheres Sicherheitsäquivalent für A angibt, bei der Auswahl zwischen den beiden Alternativen jedoch B wählt.

Zunächst wurde die Präferenzumkehr als Fehler in der Entscheidung angesehen, der darauf zurückzuführen ist, dass Menschen für Bewertungen von Lotterien unterschiedliche gedankliche Prozesse verwenden als bei der Auswahl zwischen Alternativen (Slovic und Lichtenstein 1983). Das würde bedeuten, dass die Art der Aufgabe die einer Person gestellt wird unterschiedliche Ergebnisse bei der Ermittlung der Präferenzen hervorrufen kann, da abhängig von der Aufgabe unterschiedliche Faktoren für die Entscheidungsfindung herangezogen werden. Aber auch durch eine Anpassung der Abfrageprozedur, sodass es sich um zwei Bewertungsaufgaben handelte, reduzierte die Rate der Präferenzumkehren nicht (Loomes et al. 1991). Obwohl eine experimentelle Prozedur angewendet wurde, die einen systematischen Effekt der unterschiedlichen Bewertungsmethoden von Lotterien ausschließt, wird die gleiche Rate an Präferenzumkehren beobachtet, wie im ursprünglichen Aufsatz. Somit scheidet die Abfrageprozedur als Grund für das Auftreten der Präferenzumkehr aus.

Ein Teil der beobachteten Präferenzumkehren wurde durch ein eher intuitives Modell erklärt und bildeten damit den Ausgangspunkt der Regret Theorie (Bell 1982; Loomes und Sugden 1982). Nach dieser Herangehensweise wird die Nutzenbewertung des Ausgangs einer Lotterie nicht nur aus dem monetären Gewinn bestimmt, sondern im Vergleich zum Ergebnis, das bei der nicht gewählten Alternative resultiert hätte. Damit verschiebt sich der Referenzpunkt der Nutzenfunktion und betrachtet neben den tatsächlichen möglichen Konsequenzen auch den Ausgang einer Alternative, die nicht gewählt wurde. Da bei den Untersuchungen der Präferenzumkehr eine Situation, in der nur eine Lotterie zur Verfügung steht mit einer Situation in der zwei Lotterien zur Auswahl stehen verglichen wird, bietet die Regret Theorie die Möglichkeit Unterschiede zu erklären.

Ein sehr aktueller Erklärungsversuch benutzt Ungenauigkeit von Präferenzen, wobei ein Sicherheitsäquivalent einer Lotterie nicht durch einen Punkt, sondern durch ein Intervall beschrieben wird (Loomes und Butler 2007). Damit lässt sich argumentieren, dass Präferenzumkehren jeweils dann auftreten, wenn die Sicherheitsäquivalente von zwei Lotterien durch ein Intervall dargestellt werden und diese Intervalle sich überlappen. Wird also bei der Abfrage des Sicherheitsäquivalents nach einem Punkt gefragt, wird jeweils ein zufälliger Punkt aus dem eigentlich zugrundeliegenden Intervall angegeben. Dabei ist es möglich, dass beide Punkte dann im Bereich der Intervalle liegen, die sich überlappen und es besteht eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass diese Punkte nicht die Ordnung der Präferenzen über die Lotterien wiederspiegeln (vergleiche hierzu Abbildung 10).

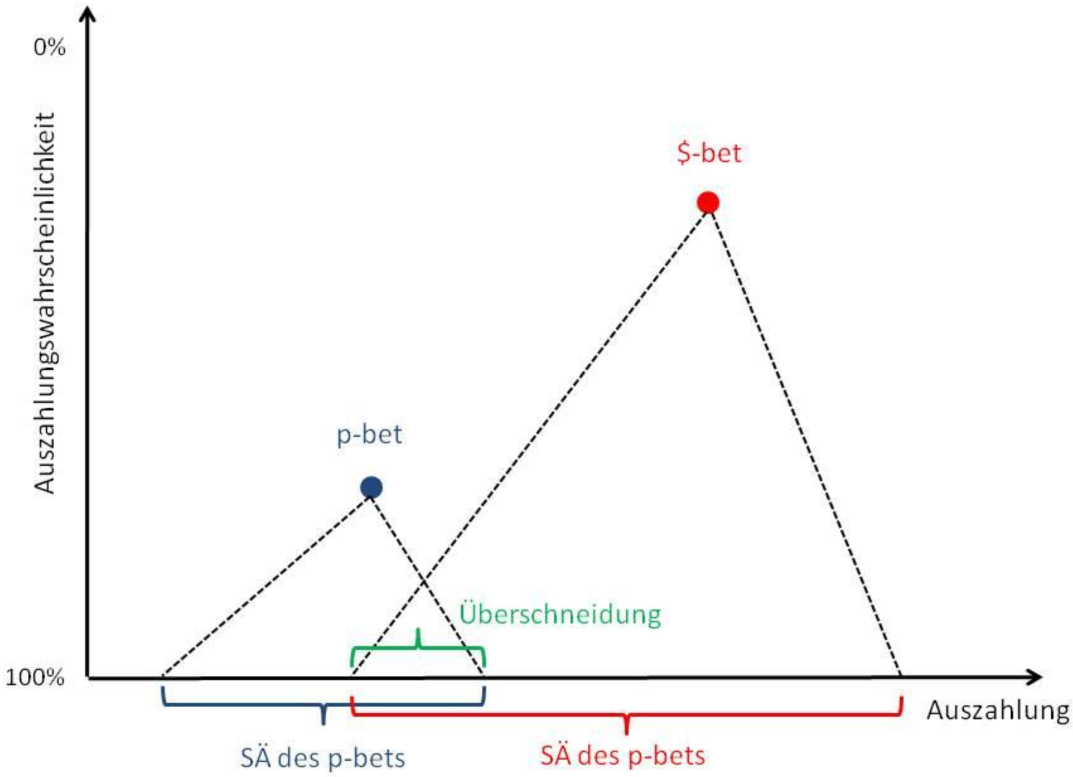



**Abbildung 10: Ungenauigkeit des Sicherheitsäquivalents nach Butler und Loomes 2007**

Trotz der zahlreichen Verletzungen der axiomatischen Struktur der Nutzentheorie und die daraus resultierenden Anpassungen, sowie aufkommende intuitivere Erklärungsansätze, scheint es unter Ökonomen einen Konsens darüber zu geben, dass Individuen einen Satz konsistenter Präferenzen besitzen und diese die Grundlage für jede Entscheidung bilden (Cubitt et al. 2001). Jedoch können Inkonsistenzen beobachtet werden, wenn Entscheidungsträger bei komplexen Angeboten einige

Komponenten der Alternativen nicht berücksichtigen, da sie sich nur auf die Komponenten konzentrieren, in denen sich die Alternativen unterscheiden (Tversky 1972). Laut Prospekt Theorie gibt es eine Phase vor dem eigentlichen Entscheidungsprozess, in der ein Entscheidungsträger das Problem im Kopf umformatiert. Die Frage, die sich daher stellt ist, ob es durch diese Prozesse zu Veränderungen des betrachteten Problems kommt, bevor eine Entscheidung getroffen wird. Dies könnte zur Folge haben, dass eine Entscheidung immer in Abhängigkeit des ursprünglichen Entscheidungsproblems zu betrachten ist. Ein Vorschlag hierzu wurde beispielsweise in Form einer Nutzenfunktion gemacht, die sich in Abhängigkeit von einem Referenzpunkt verändert (Köszegi und Rabin 2007).

Die an dieser Stelle dargestellte Untersuchung soll nun über die zentralen Axiome der Nutzentheorie hinausgehen und untersuchen, ob die Zusammensetzung des angebotenen Menüs von Alternativen einen Einfluss auf die Entscheidung hat. Damit wird untersucht, ob es in relativ einfachen Entscheidungssituationen mit wenigen Eigenschaften der einzelnen Alternativen einen Einfluss von Alternativen gibt, die nicht von den Entscheidern gewählt werden. Das bedeutet, eine Entscheidung zwischen zwei Alternativen darf nicht verändert werden, sollte eine Alternative hinzugefügt werden, die von beiden vorgenannten Alternativen dominiert wird. Diese Annahme ähnelt dem Axiom der Unabhängigkeit, geht jedoch weiter als dieses. Das Axiom der Unabhängigkeit besagt, dass die Präferenzrelation zwischen zwei Alternativen gleich bleiben muss, solange nur Faktoren der Alternativen verändert werden, dabei aber für beide Alternativen gleich sind. Die hier diskutierte Irrelevanz von zusätzlichen irrelevanten Alternativen transformiert dabei nicht die beiden zur Verfügung stehenden Alternativen. Diese bleiben exakt gleich, nur das eine weitere Alternative zur Wahl steht, die auf der Nutzenskala schlechter ist als die beiden Alternativen über die entschieden wird.

Es darf also bei einer Präferenzrelation der Form $A \succ B$ das Sicherheitsäquivalent von $A$ nicht davon abhängen, ob $B$ angeboten wird oder nicht. Wird die Unabhängigkeit von einer zusätzlichen irrelevanten Alternativen dieser Form verletzt, hat dies zum einen erhebliche Konsequenzen für die existierende Theorie, da dies bedeuten würde das Entscheider keine konsistenten Präferenzen haben. Zum anderen gibt es erheblichen Einfluss auf die Praxis, da Entscheider ohne konsistente Präferenzen, die die Grundlage des Entscheidungsverhaltens bildet, somit manipulierbar werden.

## 5.4 Experiment zur zusätzlichen irrelevanten Alternative mit konkaver Nutzenfunktion

Das erste Experiment zu diesem Problemkomplex soll Entscheidungen bei der eine konkave Präferenzstruktur zugrundeliegt betrachten. Daher werden an dieser Stelle nur positive monetäre Auszahlungen verwendet. An diesem Experiment nahmen insgesamt 186 Studenten teil, die mit Hilfe von ORSEE (Greiner 2004) in 9 Gruppen aufgeteilt wurden. Dabei unterschieden sich die 9 Gruppen jeweils in ihren experimentellen Bedingungen in den Faktoren Anzahl der angebotenen Alternativen (2 oder 3 Alternativen), den angebotenen Lotterien (unterschiedliche Auszahlungsbeträge), der Methode zur Bestimmung eines Sicherheitsäquivalents und dem Auszahlungsmechanismus.

### 5.4.1 Anzahl der Alternativen und angebotene Lotterien

Um den Einfluss einer zusätzlichen irrelevanten Alternative zu überprüfen, wurde ein Between-Subject Design gewählt. Hierzu gab es jeweils eine Gruppe, bei der das Sicherheitsäquivalent eines Teilnehmers erhoben wurde, indem Entscheidungen zwischen einer Lotterie und einem sicheren Betrag getroffen werden sollen. Eine zweite Gruppe hingegen traf die gleichen Entscheidungen, jedoch wurde zusätzlich eine weitere Lotterie angeboten, die, wie sich am Ende herausstellen wird, von keinem Teilnehmer gewählt wird. Dabei wurden Lotterien verschiedener Größenordnungen gewählt und zu verschiedenen Sets zusammengestellt, wie in Tabelle 15 dargestellt wird.

<table>
<tr><th></th><th>Lotterie 1</th><th>Lotterie 2</th></tr>
<tr><td>Hohe Auszahlungsbeträge</td><td>{(0,5), 1.000; (0,5), 0}</td><td>{(0,1), 5.000; (0,9), 0}</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Kleine Auszahlungsbeträge</td><td rowspan="2">{(0,5), 20; (0,5), 0}</td><td>{(0,1), 100; (0,9), 0}</td></tr>
<tr><td>{(0,1), 4; (0,9), 0}</td></tr>
<tr><td>{(0,5), 10; (0,5), 0}</td><td>{(0,1), 50; (0,9), 0}</td></tr>
</table>

**Tabelle 15: Angebotene Lotterien in Experiment 5.4**

### 5.4.2 Experimentelle Ermittlung des Sicherheitsäquivalents

Zur Ermittlung des Sicherheitsäquivalents für Lotterie 1 wurden jeweils zwei Prozeduren verwandt. Die erste Prozedur verwendet einfache Entscheidungen zwischen einer riskanten und einer sicheren Alternative, die als Vorgehen den Standard einer Multiplen-Preis-Liste darstellt (Holt und Laury 2002; Holt und Laury 2005). Im Bereich der Risikoforschung wird diese Methode am häufigsten verwendet und beschreibt ein sogenanntes Competitive-Design. In anderen Bereichen, insbesondere im Bereich der Preisforschung, werden jedoch häufig sogenannte Monadic-Designs verwendet, welche die Zahlungsbereitschaft für ein Produkt direkter abfragen. Hierzu verwenden wir eine Methode, die dem BDM-Mechanismus (Becker et al. 1963) aus der Risikoforschung ähnlich ist. Damit wird in dieser Arbeit jeweils ein Beispiel der beiden möglichen Designarten für die Abfrage nach Bewertungen einer Option mit multiplen Eigenschaften verwendet.

In der ersten Prozedur trafen die Teilnehmer eine Reihe von 13 Entscheidungen zwischen der Lotterie und einem sicheren Geldbetrag X. Dabei variierte X in einem Intervall, welches die zu erwartenden Sicherheitsäquivalente aller Teilnehmer einschließen sollte (siehe Tabelle 16). Diese Prozedur wird im Folgenden als *Auswahl* bezeichnet. Dabei ergibt sich das Sicherheitsäquivalent durch den Wechselpunkt zwischen der Wahl der Lotterie und der Wahl des sicheren Geldbetrages. Diese Prozedur entspricht der Abfrage mittels einer Multiplen-Preis-Liste (Holt und Laury 2002; Holt und Laury 2005).

| Lotterie | Sicherer Geldbetrag X |
|---|---|
| {(0,5), 1.000; (0,5), 0} | 200, 220, …, 400 |
| {(0,5), 20; (0,5), 0} | 2,00, 2,20, … , 8,80 |
| {(0,5), 10; (0,5), 0} | Entfällt bei dieser Prozedur |

**Tabelle 16: Variieren des sicheren Geldbetrages**

Die zweite Prozedur, die im Folgenden *Tisch* genannt werden soll, bestimmte die Sicherheitsäquivalente direkter. Der erste Schritt dieser Prozedur wurde nur in den Gruppen durchgeführt, die beide Lotterien angeboten bekamen. Für Lotterie 2 entfielen dabei die Wahrscheinlichkeitsangaben und die Teilnehmer wurden gebeten sich vorzustellen, dass neben der Lotterie 1 eine Lotterie {(p), $X_1$; (1-p), $X_2$} auf einem Tisch liegt. Dabei waren die Werte $X_1$ und $X_2$ in Abhängigkeit der Gruppe so gegeben wie in Tabelle 15 dargestellt. Anschließend wurden die Teilnehmer gebeten ein p so anzugeben, dass es ihnen egal ist, welche der beiden Lotterien sie bekommen würden.

Im zweiten Schritt, der sowohl für die Gruppe mit einer Lotterie als auch für die Gruppe mit zwei Lotterien durchgeführt wurde, sahen die Teilnehmer einen Tisch mit der Lotterie 1 und einem sicheren Geldbetrag X. Für die Gruppe mit zwei Lotterien waren es beide Lotterien, wobei in Lotterie 2 die in Schritt 1 angegebenen Wahrscheinlichkeiten für p eingesetzt waren. Die Teilnehmer wurden nun gefragt, für welchen Betrag X es ihnen egal war, ob sie die Lotterie (eine der beiden Lotterien) oder den sicheren Geldbetrag bekommen würden. Für die Gruppe mit zwei Alternativen stellt X das Sicherheitsäquivalent für Lotterie 1 dar. Für die Gruppe mit drei Alternativen wurde durch den ersten Schritt sichergestellt, dass sie zwischen den beiden Lotterien indifferent waren. Damit lässt dich das X auch hier als das Sicherheitsäquivalent für Lotterie 1 interpretieren. Dabei wurde den Teilnehmern im zweiten Schritt jedoch zusätzlich angeboten, unterschiedliche Werte für X anzugeben, sollte sich dieser Wert aus Sicht des Entscheiders für die beiden Lotterien unterscheiden. Diese Option wurde jedoch von keinem der Teilnehmer gewählt.

### 5.4.3 Auszahlungsmechanismus

Für die hohen Auszahlungsbeträge unterlag die reale Auszahlung einer Bedingung, die im Folgenden die Casinobedingung genannt wird. Am Abend des Experiments begleiteten drei zufällig aus dem Teilnehmerkreis gewählte Zeugen die Experimentatoren in die Magdeburger Spielbank. Dort setzten die Experimentatoren für jeden Teilnehmer 5 Euro auf die Nummer 19 eines Amerikanischen Roulette Tisches. Gewann die Nummer 19, wurde der gesamte Gewinn im Anschluss auf die Nummer 23 gesetzt. Gewann auch diese zweite Wette, so zahlte das Spiel $5\ Euro \cdot 35 \cdot 35 = 6.125\ Euro$ und somit konnten alle Beträge der Lotterien unter der Bedingung der hohen Auszahlungsbeträge ausgezahlt werden. Die Beträge wurden in der Spielbank nacheinander für jeden einzelnen Teilnehmer gesetzt, wie oben beschrieben. Erst wenn alle Wetten für einen Teilnehmer abgeschlossen waren, wurde zum nächsten Teilnehmer übergegangen. Nur wenn beide Wetten für einen Teilnehmer gewonnen waren, wurde eine seiner im Experiment getroffenen Entscheidungen realisiert. Nachdem alle Einsätze in der Spielbank getätigt wurden, kehrten die Experimentatoren mit den Zeugen zurück in die Universität. Sofern gewünscht, waren alle Teilnehmer dazu eingeladen sich zu diesem Zeitpunkt über den Ausgang der Casinobedingung für sich zu informieren. Wer entschied nicht zu diesem Zeitpunkt in die Universität zu kommen, wurde am folgenden Tag von den Experimentatoren über E-Mail über den Ausgang des Spielbankbesuchs informiert. Für die Gruppen mit kleinen Auszahlungsbeträgen entfiel diese Casinobedingung und es kam in jedem Fall zu einer Auszahlung aus dem Experiment.

Der Auszahlungsmechanismus unterschied sich weiterhin nach der Abfragemethode für das Sicherheitsäquivalent, die hier Tisch und Auswahl genannt wurden. Beide Formate hatten jedoch eines gemeinsam, nämlich das immer genau eine zufällig ausgewählte Entscheidung realisiert wurde, um unabhängige Einzelentscheidungen zu gewährleisten und damit dem Standard Verfahren zu folgen (Grether und Plott 1979). Bei der Auswahlentscheidung wurde damit eine der 13 getroffenen Entscheidungen ausgelost indem ein Ball aus einer Urne mit von 1 bis 13 durchnummerierten Bällen gezogen wurde. Die Zahl auf dem Ball gab an, welche der Entscheidungen realisiert wurde. Bei der Entscheidung wurde dann nachgeschaut, welche der zwei möglichen Alternativen, die Lotterie oder der sichere Geldbetrag, vom Teilnehmer gewählt wurde. Wurde der sichere Geldbetrag gewählt wurde dieser ausbezahlt und wurde die Lotterie gewählt, wurde diese gespielt und der Ausgang der Lotterie bestimmte die endgültige Auszahlung an den Teilnehmers.

Für den Auszahlungsmechanismus Tisch gab es zwei Möglichkeiten, es wurde der erste oder der zweite Schritt auszahlungsrelevant. Im ersten Schritt gaben die Teilnehmer ein $p$ für die zweite Lotterie an, sodass es Ihnen egal war, welche der beiden Lotterien sie bekommen würden. Nun wurde ein Ball aus einer Urne mit 100 Bällen gezogen, wobei die Bälle mit Prozentangaben von 1% bis 100% beschriftet waren. Wurde dabei eine Prozentangabe gezogen, die kleiner als das vom Teilnehmer angegebene $p$ war, so erhielt der Teilnehmer Lotterie 1. War der gezogene Prozentsatz gleich dem vom Teilnehmer angegebene Wert für $p$, so wurde eine Münze geworfen um zu entscheiden, welche der beiden Lotterien der Teilnehmer erhielt. Wurde ein Prozentwert gezogen, der größer war als der angegebene Prozentwert des Teilnehmers, so erhielt der Teilnehmer die Lotterie 2. Anschließend wurde jeweils die Lotterie gespielt, die durch diesen Mechanismus als auszahlungsrelevant definiert wurde. Bekam der Teilnehmer die Lotterie 2 wurde für das $p$ jeweils der Wert eingesetzt, der auf dem gezogenen Ball stand.

Wurde der zweite Schritt auszahlungsrelevant, funktionierte die Prozedur sehr ähnlich. Statt des Ziehens eines Prozentsatzes wurde hierbei eine Kugel aus einer Urne gezogen die Bälle mit Geldbeträgen enthielt, wobei der gesamte Bereich der möglichen Auszahlungen in ganzen Euro abgedeckt war. War der gezogene Geldbetrag kleiner als der vom Teilnehmer angegebene, so erhielt der Teilnehmer eine der Lotterien. In der Gruppe, bei der zwei Lotterien auf dem Tisch lagen, entschied ein Münzwurf welche der Lotterien gespielt wurde. An dieser Stelle sei noch einmal darauf hingewiesen, dass keiner der Teilnehmer unterschiedliche Geldbeträge für die beiden angebotenen Lotterien angegeben hat, weshalb es immer zu einem Münzwurf kam, wenn dieser Fall eintrat. War der gezogene Geldbetrag gleich dem, der vom Teilnehmer angegeben wurde, so entschied zunächst eine Münze ob die Lotterie oder der Geldbetrag ausbezahlt würde. Anschließend wurde gegebenenfalls nochmal eine Münze geworfen, um festzulegen welche der beiden Lotterien ausbezahlt würde. War der gezogene Geldbetrag größer als der vom Teilnehmer angegebene, so bekam der Teilnehmer den Geldbetrag auf dem gezogenen Ball ausbezahlt.

### 5.4.4 Übersicht der experimentellen Bedingungen der verschiedenen Gruppen

Die unterschiedlichen Experimentellen Bedingungen für dieses Experiment unterschieden sich also darin, ob eine Gruppe zwei oder drei Alternativen zur Auswahl hatte, welche Abfragemethode für das Sicherheitsäquivalent benutzt wurde und welche Lotterien zur Auswahl standen. In Tabelle 17 sind die experimentellen Bedingungen zusammengefasst, die aufgrund der Höhe der potenziellen Auszahlungen die Casino-Bedingung benutzen und in Tabelle 18 sind die experimentellen Bedingungen zu sehen, die ohne das Anwenden der Casino-Bedingung ausgezahlt wurden.

| | **3 Alternativen** | **2 Alternativen** |
|---|---|---|
| **Tisch** | **Gruppe 3TmC**<br>*Schritt 1*<br>Lotterie A: {(0,5), 1.000; (0,5), 0}<br>Lotterie B: {(p), 5.000; (1-p), 0}<br>Frage:<br>Geben Sie ein p so an, dass es Ihnen egal ist, welche der beiden Lotterien Sie bekommen.<br>*Schritt 2*<br>Lotterie A oder B<br>Sicherer Geldbetrag X | **Gruppe 2TmC**<br><br>Lotterie: {(0,5), 1.000; 0,5, 0}<br>Sicherer Geldbetrag: X<br>Frage:<br>Geben Sie ein X so an, dass es Ihnen egal ist, ob Sie die Lotterie oder den sicheren Geldbetrag erhalten. |

| | | |
|---|---|---|
| | Frage:<br>Geben Sie ein X so an, dass es Ihnen egal ist, ob Sie eine der beiden Lotterien bekommen, oder den sicheren Geldbetrag erhalten. | |
| **Auswahl** | **Gruppe 3AmC**<br>Lotterie A: {(0,5), 1.000; (0,5), 0}<br>Lotterie B: {(0,1), 5.000; (0,9), 0}<br>Sicherer Geldbetrag: S<br>(mit S = 200, 220, …, 400}<br>Frage:<br>13 Entscheidungen zwischen A, B und S. | **Gruppe 2AmC**<br>Lotterie A: {(0,5), 1.000; (0,5), 0}<br>Sicherer Geldbetrag: S<br>(mit S = 200, 220, …, 400}<br><br>Frage:<br>13 Entscheidungen zwischen A und S. |

**Tabelle 17: Übersicht der experimentellen Bedingungen für Lotterien mit der Casino-Bedingung**

| | **3 Alternativen** | **2 Alternativen** |
|---|---|---|
| **Tisch** | **Gruppe 3ToC**<br>*Schritt 1*<br>Lotterie A: {(0,5), 10; (0,5), 0}<br>Lotterie B: {(p), 50; (1-p), 0}<br>Frage:<br>Geben Sie ein p so an, dass es Ihnen egal ist, welche der beiden Lotterien Sie bekommen.<br>*Schritt 2*<br>Lotterie A oder B<br>Sicherer Geldbetrag X<br>Frage:<br>Geben Sie ein X so an, dass es Ihnen egal ist, ob Sie eine der beiden Lotterien bekommen, oder den sicheren Geldbetrag erhalten. | **Gruppe 2ToC**<br><br>Lotterie: {(0,5), 10; (0,5), 0}<br>Sicherer Geldbetrag: X<br>Frage:<br>Geben Sie ein X so an, dass es Ihnen egal ist, ob Sie die Lotterie oder den sicheren Geldbetrag erhalten. |
| **Auswahl** | **Gruppe 3AoC**<br>Lotterie A: {(0,5), 20; (0,5), 0}<br>Lotterie B: {(0,1), 100; (0,9), 0}<br>Sicherer Geldbetrag: S<br>(mit S = 2,00, 2,20, …, 8,80}<br>Frage:<br>13 Entscheidungen zwischen A, B und S.<br><br>**Gruppe 3AoCsd**<br>Lotterie A: {(0,5), 20; (0,5), 0}<br>Lotterie B: {(0,1), 4; (0,9), 0}<br>Sicherer Geldbetrag: S<br>(mit S = 2,00, 2,20, …, 8,80}<br>Frage:<br>13 Entscheidungen zwischen A, B und S. | **Gruppe 2AoC**<br>Lotterie A: {(0,5), 20; (0,5), 0}<br>Sicherer Geldbetrag: S<br>(mit S = 2,00, 2,20, …, 8,80}<br><br>Frage:<br>13 Entscheidungen zwischen A und S. |

**Tabelle 18: Übersicht der experimentellen Bedingungen für Lotterien ohne die Casino-Bedingung**

## 5.5 Experiment zur zusätzlichen irrelevanten Alternative mit konvexer Nutzenfunktion

Während das erste Experiment monetäre Entscheidungen über Gewinne untersucht, soll in einem weiteren Experiment untersucht werden, welchen Einfluss irrelevante Alternativen auf das Entscheidungsverhalten haben, wenn die Präferenzstruktur konvex ist. Weiterhin soll dabei untersucht werden, ob eine Systematik im Einfluss der zusätzlichen irrelevanten Alternative vorliegt. Aus diesem Grund werden nicht Entscheidungen zwischen riskanten und sicheren Alternativen untersucht, sondern Entscheidungen zwischen zwei Dimensionen der Konsequenzen, nämlich Zeit und Geldverluste.

An diesem Experiment nahmen insgesamt 97 Studenten der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg aus verschiedenen Studienrichtungen teil. Diese wurden mit Hilfe einer Online-Rekrutierungs-Software (Greiner 2004) zufällig auf drei Gruppen mit verschiedenen experimentellen Bedingungen verteilt. Die Experimente fanden alle unter den gleichen Laborbedingungen im MaXLab der Fakultät für Wirtschaftswissenschaft statt. Zu Beginn des Experiments erhielten alle Teilnehmer eine Aufwandsentschädigung für die Teilnahme in Höhe von 7 Euro bevor das eigentliche Experiment begann.

Die drei experimentellen Gruppen unterschieden sich dabei nur in den Alternativen, die ihnen zur Wahl gestellt wurden. Die erste Gruppe hatte dabei die Wahl zwischen zwei Lotterien. Dabei bot eine Lotterie das Risiko einen Betrag von 10 Euro zu verlieren und die andere das Risiko eine bestimmte Wartezeit in der Experimentalkabine zu verbringen, ohne dabei Unterhaltungs- oder Kommunikationsmedien benutzen zu können. Die Wahrscheinlichkeiten dieser beiden Alternativen hatten dabei die gleiche Eintrittswahrscheinlichkeit des potenziellen Verlusts (10 Euro oder eine Wartezeit) von 0,5. Mit der Gegenwahrscheinlichkeit trat dabei in beiden Fällen jeweils keine Konsequenz ein und das Experiment war ohne weitere Auszahlung oder Wartezeit beendet. Die Teilnehmer trafen jeweils 7 Entscheidungen zwischen der Lotterie {(0,5), -10 Euro; (0,5), 0 Euro} und der Lotterie {(0,5), X Minuten Wartezeit; (0,5), 0 Minuten Wartezeit}. Die 7 Entscheidungen unterschieden sich dabei in der Länge der Wartezeit, wobei X die Werte 40, 50, …, 100 Minuten annahm.

Am Ende des Experimentes wurden die Konsequenzen durch einen Zufallsmechanismus festgelegt (Grether und Plott 1979). Dabei wurde zunächst für jeden Teilnehmer einzeln eine der sieben Entscheidungen zufällig ausgewählt und dann realisiert. Hierfür wurde bei der ausgelosten Entscheidung nachgesehen, welche der Alternativen durch den Teilnehmer gewählt wurden. Die Lotterien wurden jeweils ausgespielt, indem eine Urne mit 10 Bällen von zwei verschiedenen Farben zusammengestellt wurde. Die Wahrscheinlichkeiten konnten dadurch implementiert werden, dass sich jeweils eine unterschiedliche Anzahl der jeweiligen Farbe in der Urne befand. Durch ziehen eines

Balls aus dieser Urne wurde dann die Konsequenz für den jeweiligen Teilnehmer festgelegt. Anschließend wurden die Konsequenzen für die Teilnehmer umgesetzt. Für Teilnehmer, die eine Wartezeit als eine Konsequenz realisieren mussten, begann diese Wartezeit zu diesem Zeitpunkt. Gleiches galt theoretisch auch für die Alternative C wo die Konsequenz eine Zahlung von 100 Euro an den Experimentator war oder eine Wartezeit von 100 Minuten. Die Alternative C wurde jedoch wie erwartet von keinem Teilnehmer gewählt. Diejenigen Teilnehmer für die die jeweilige Lotterie keine Konsequenz hatte, konnten das Labor verlassen und das Experiment war beendet.

Die Gruppen 2 und 3 hatten genau die gleichen Entscheidungen zu treffen wie die Teilnehmer in Gruppe 1. Jedoch wurde den Teilnehmern in diesen beiden Gruppen jeweils eine weitere Alternative zur Auswahl angeboten. In Gruppe 2 war dies eine dritte Lotterie, die als Konsequenz einen Verlust von 100 Euro hatte, wobei dieser Fall mit der Wahrscheinlichkeit 0,9 eintrat. Die Gruppe 3 hatte ebenfalls eine dritte Lotterie zur Auswahl, die als Konsequenz jedoch eine Wartezeit von 100 Minuten hatte, wobei die Konsequenz auch hier mit der Wahrscheinlichkeit 0,9 eintrat. Mit der Gegenwahrscheinlichkeit von 0,1 hatten beide Lotterien keine Konsequenz für die Teilnehmer. Die Alternativen, die in den unterschiedlichen experimentellen Bedingungen angeboten wurden, sind noch einmal in der Tabelle 19 übersichtlich dargestellt.

<table>
<tr><th></th><th>Alternative A</th><th>Alternative B</th><th>Alternative C</th></tr>
<tr><td>Gruppe 1<br>(35 Teilnehmer)</td><td rowspan="3">{(0,5), -10 Euro;<br>(0,5), 0 Euro}</td><td rowspan="3">{(0,5), X Minuten;<br>(0,5), 0 Minuten}<br><br>mit X = 40, 50, …, 100</td><td>Keine</td></tr>
<tr><td>Gruppe 2<br>(35 Teilnehmer)</td><td>{(0,9), -100 Euro;<br>(0,1), 0 Euro}</td></tr>
<tr><td>Gruppe 3<br>(27 Teilnehmer)</td><td>{(0,9), 100 Minuten;<br>(0,1), 0 Minuten}</td></tr>
</table>

**Tabelle 19: Experimentelle Bedingungen für das Experiment mit konvexer Präferenzstruktur**

Die experimentellen Bedingungen der unterschiedlichen Gruppen sind damit so aufgebaut, dass in den Gruppen 2 und 3 jeweils streng dominierte Alternativen hinzugefügt wurden. Bei diesen Alternativen sind die möglichen Konsequenzen wesentlich schlechter als in den Alternativen A und B und zusätzlich treten hier die negativen Konsequenzen mit einer höheren Wahrscheinlichkeit ein. Weiterhin unterscheiden sich die Gruppen 2 und 3 in der Dimension, in welcher die Konsequenz in Alternative B eintritt. In Gruppe 2 ist dies ein monetärer Verlust, während es sich in Gruppe 3 um eine Wartezeit handelt. Durch diesen Aufbau ist es möglich herauszufinden, ob das Hinzufügen einer zusätzlichen irrelevanten Alternative (in diesem Fall sogar einer streng dominierten Alternative) auch bei konvexen Nutzenfunktionen einen Einfluss zeigt. Weiterhin kann untersucht werden, ob es einen systematischen Einfluss der zusätzlichen irrelevanten Alternative gibt, bezüglich auf die Gewichtung der Konsequenzen in einer der beiden Dimensionen, in der der Verlust auftreten kann. Hierbei stellt sich die Frage, ob sich die Verzerrung zu einer Über- oder Untergewichtung der Dimension gibt, die als Konsequenz in der streng dominierten Alternative auftaucht.

Der Ablauf der Experimente war dabei in allen Gruppen gleich und verlief wie folgt: Zu Beginn wurde die Teilnahmeentschädigung durch den Experimentator ausgeteilt und die Teilnehmer quittierten den Erhalt dieser Summe durch eine Unterschrift in einem vorgefertigten Formular. Im Regelfall geschieht dies bei den Experimenten im MaXLab am Ende eines Experiments, da erst dann die endgültige Auszahlung feststeht. Dieses Vorgehen wurde in diesem Fall verändert, da den Teilnehmern deutlich sein sollte, dass es keine weiteren positiven Auszahlungen während des Experiments geben würde, wodurch eventuell auftretende monetäre Verluste kompensiert werden könnten.

Im Anschluss daran begann das eigentliche Experiment und die Anleitungen mit den Fragebögen die die 7 Entscheidungen enthielten, wurden ausgeteilt. Zunächst bekamen die Teilnehmer Gelegenheit sich die Anleitungen durchzulesen. Nachdem alle Teilnehmer die Anleitungen durchgelesen hatten, wurden den Teilnehmern die Urnen mit den Bällen, die für das Ermitteln der individuellen Konsequenzen nötig waren, gezeigt. Danach war Gelegenheit dem Experimentator Verständnisfragen zum Ablauf des Experiments zu stellen. Eventuell auftretende Fragen wurden jeweils im Einzelgespräch mit dem Experimentator geklärt, um eine Beeinflussung der anderen Teilnehmer durch das Fragen eines einzelnen Teilnehmers zu verhindern. Nachdem es keine weiteren Fragen mehr gab, hatten die Teilnehmer so viel Zeit ihre Entscheidungen zu treffen wie nötig war. Erst nachdem alle Teilnehmer ihre Entscheidungen getroffen hatten, wurde der Mechanismus zur Festlegung der jeweiligen Konsequenzen für den einzelnen Teilnehmer, wie oben beschrieben, durchgeführt und die Konsequenzen implementiert.

## 5.6 Ergebnisse mit einer konkaven Nutzenfunktion

Das Experiment in Abschnitt 5.4 besteht im Wesentlichen aus einer Abfrage des Sicherheitsäquivalents von verschiedenen Lotterien. Dabei wird untersucht, ob das Hinzufügen einer dritten Alternative, die von den Teilnehmern nicht gewählt wird, einen Einfluss auf die Höhe des Sicherheitsäquivalents hat. In den Gruppen 3TmC, 2TmC, 3ToC und 2ToC wurde das Sicherheitsäquivalent vergleichsweise direkt mit einer dem BDM-Mechanismus ähnlichen Verfahren abgefragt. Bei den Gruppen mit drei Alternativen wurde in einem vorhergehenden Schritt eine zweite Lotterie so ermittelt, dass die Teilnehmer indifferent zwischen den beiden Lotterien waren. Obwohl die Teilnehmer im zweiten Schritt die Möglichkeit hatten unterschiedliche

Sicherheitsäquivalente für die beiden Lotterien anzugeben, hat keiner der Teilnehmer diese Möglichkeit genutzt. Daher ist davon auszugehen, dass die Teilnehmer in der Tat indifferent zwischen den beiden angebotenen Lotterien waren. Der angegebene sichere Wert X kann also in beiden Gruppen jeweils als das Sicherheitsäquivalent für die Lotterie 1 angesehen werden.

Vergleicht man das Sicherheitsäquivalent für die Lotterie {(0,5), 1.000; (0,5), 0} in den Gruppen 3TmC und 2TmC, so stellt man fest, dass in der Gruppe mit drei Alternativen das Sicherheitsäquivalent im Median 775 Euro beträgt, während es in der Gruppe mit nur zwei Alternativen wesentlich geringer ist und nur 325 Euro beträgt (vergleiche Abbildung 11). Dieser Unterschied ist signifikant auf einem Signifikanzniveau von 1% (Wilcoxon-Test). In der Gruppe 3TmC gaben fünf Teilnehmer sogar Sicherheitsäquivalente an, die höher waren als 1.000 Euro und die damit höher sind als die maximale Auszahlung der Lotterie 1. Während dies einen deutlichen Hinweis auf einen Effekt des Hinzufügens einer zweiten Lotterie gibt, könnte man argumentieren, dass dieser Wert keinen Sinn ergibt und es sich dabei um einen Fehler des Teilnehmers handelt. Es sei jedoch festgehalten, dass sich das Ergebnis, wie es hier beschrieben wird, nicht ändert, wenn man diese fünf Teilnehmer aus der Analyse herauslässt.

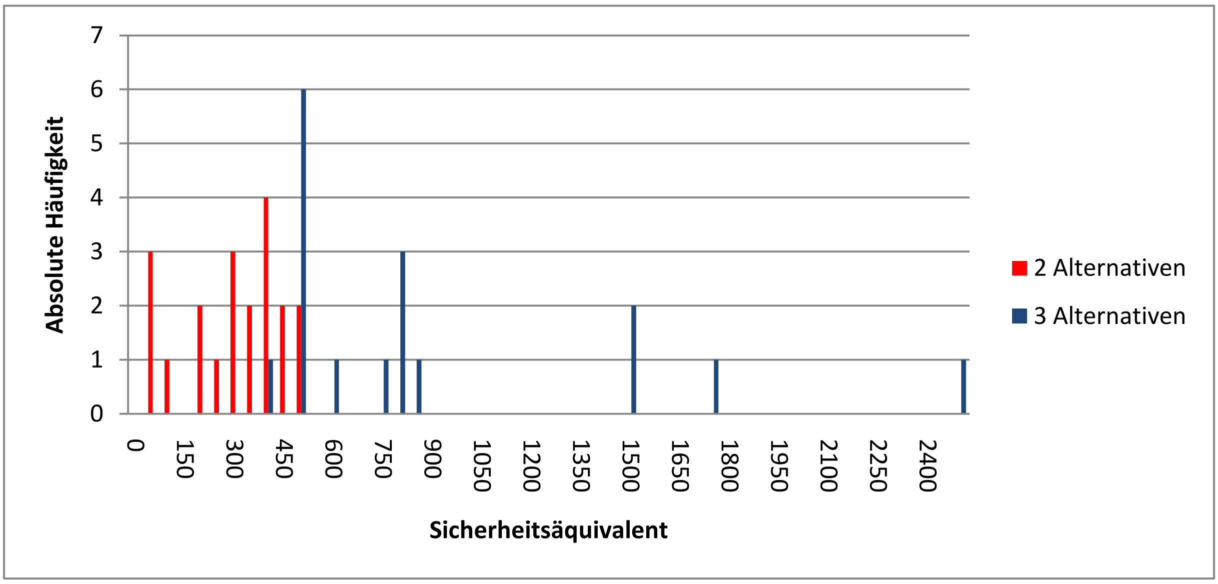



**Abbildung 11: Vergleich der Sicherheitsäquivalente für {(0,5), 1.000; (0,5), 0} für Gruppen 1 und 2**

Die gleiche Abfrage mit kleineren Auszahlungen, die eher dem entsprechen, was die Studenten dieser Studie im Regelfall pro Stunde verdienen, lässt sich anhand der Gruppen 3ToC und 2ToC analysieren. Es zeigt sich, dass das Hinzufügen einer zweiten Lotterie das Sicherheitsäquivalent der Lotterie 1 erhöht. Auch hier finden sich in der Gruppe mit zwei Lotterien im Median Sicherheitsäquivalente in Höhe von 7,80 Euro, während es in der Gruppe mit nur einer Lotterie im Median nur 6,20 Euro sind (siehe Abbildung 12). Dieser Unterschied ist ebenfalls signifikant (Wilcoxon-Test, 1%-Signifikanzlevel). Auch in der Gruppe 3ToC gibt es Teilnehmer, die Sicherheitsäquivalente für die Lotterie {(0,5), 10; (0,5), 0} angeben, die wesentlich höher sind als 10

Euro. Dabei ergibt sich im Ergebnis jedoch keinerlei Unterschied, wenn diese Personen aus der Analyse herausgenommen werden.

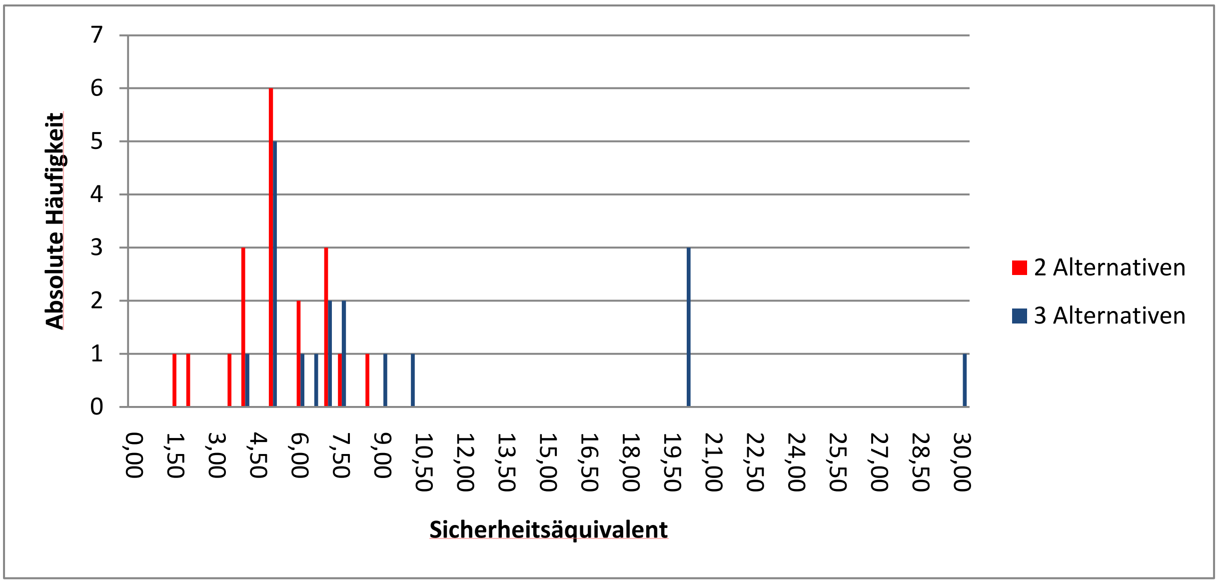



**Abbildung 12: der Sicherheitsäquivalente für {(0,5), 10; (0,5), 0} für Gruppen 5 und 6**

Für die Gruppen 3AmC und 2AmC wurde eine andere Methode der Abfrage des Sicherheitsäquivalents benutzt, die eine Reihe von Einzelentscheidungen über eine Wahl zwischen einer, beziehungsweise zwei Lotterien und einem sicheren Betrag enthält. Dabei ist zu beobachten, dass keiner der Teilnehmer die Lotterie 2 eindeutig präferiert. Zwar haben insgesamt 4 Teilnehmer in wenigen Fällen die hinzugefügte Alternative gewählt, jedoch nicht konsistent einer der anderen beiden Alternativen gegenüber vorgezogen. Damit zeigen auch diese 4 Teilnehmer keine eindeutige Präferenz der dritten Alternative gegenüber einer anderen. Für die weitere Analyse werden diese Teilnehmer dennoch von der Analyse ausgeschlossen, da keine Eindeutigkeit bezüglich der Irrelevanz der dritten Alternative besteht. Die im Folgenden dargestellten Analysen ändern sich jedoch nicht in ihrer Signifikanz, abhängig davon ob die Datenpunkte dieser 4 Teilnehmer berücksichtigt oder eliminiert werden. Im weiteren Vorgehen kann so jedoch sicher davon ausgegangen werden, dass für die betrachteten Teilnehmer die hinzugefügte Alternative niemals gewählt wird und somit definitiv als schlechter als die beiden anderen Alternativen angesehen wird.

Damit geht die Analyse in ihrer Interpretation einen Schritt weiter als die bisher betrachtete. In diesem Fall sind die Teilnehmer zwischen den Lotterien 1 und 2 nicht indifferent, sondern sie präferieren Lotterie 1 im Vergleich zu Lotterie 2. Weiterhin ist festzuhalten, dass bei diesem Verfahren alle Teilnehmer in jeder Gruppe tatsächlich die exakt gleichen Alternativen angeboten bekommen, da hier in der Lotterie keine individuell ermittelten Wahrscheinlichkeiten auftauchen.

Dabei sei an dieser Stelle deutlich betont, dass die von den Teilnehmern angegebenen Wahrscheinlichkeiten für die Indifferenz zwischen den Lotterien in Schritt 1 im Median 25 Prozent betragen. Weiterhin ist die kleinste angegebene Wahrscheinlichkeit 10 Prozent. Auch dies unterstützt die Annahme, dass für die Prozedur *Auswahl* die Wahrscheinlichkeiten für die zweite Lotterie so gewählt wurden, dass sie tatsächlich schlechter war als die Lotterie, die in beiden experimentellen Gruppen angeboten wurde.

Wie in Abbildung 13 zu sehen ist, sind die Sicherheitsäquivalente, die mit der Auswahlprozedur ermittelt werden, im Mittel kleiner als bei der Tischprozedur. Das Ergebnis jedoch ist auch bei diesem Verfahren deutlich zu erkennen. Auch hier sind die Sicherheitsäquivalente in der Gruppe mit nur einer Lotterie signifikant kleiner als in der Gruppe mit zwei Lotterien (Wilcoxon-Test, 1%-Signifikanzniveau). In der Gruppe 3AmC beträgt das Sicherheitsäquivalent 400 Euro, während es in der Gruppe 2AmC nur 300 Euro beträgt.

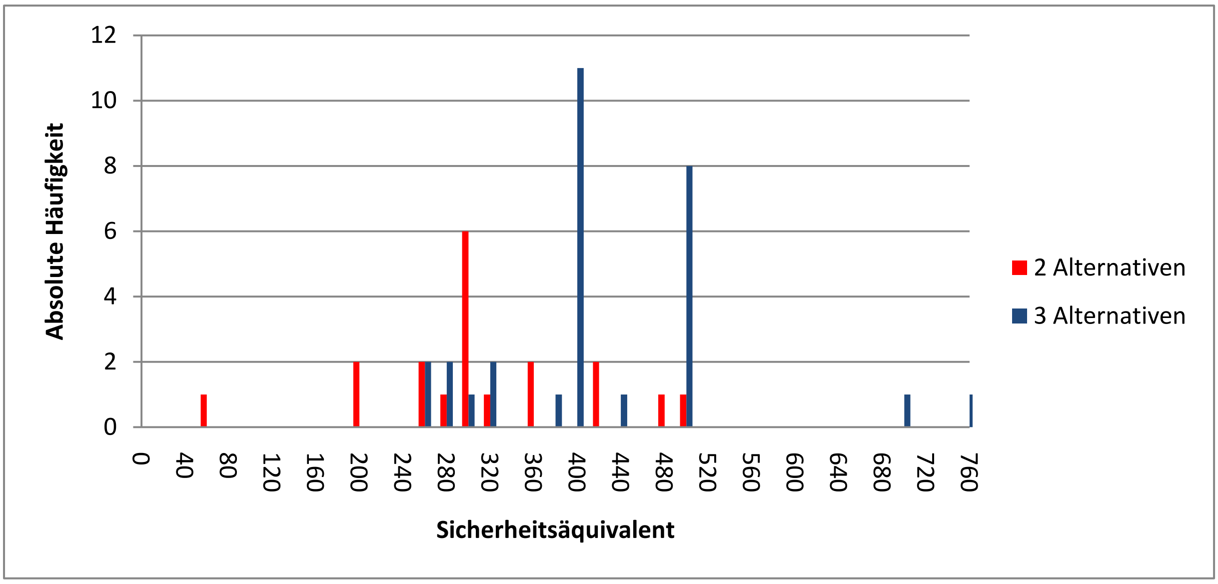



**Abbildung 13: Vergleich der Sicherheitsäquivalente für {(0,5), 1.000; (0,5), 0} für Gruppen 3 und 4**

Für die Gruppen 3AoC und 2AoC wurde die gleiche Methode zur Bestimmung des Sicherheitsäquivalentes benutzt, jedoch wurden hier, analog zum Vorgehen bei der Tischprozedur, Auszahlungswerte genommen, die wesentlich kleiner waren und dem durchschnittlichen Verdienst der Teilnehmer eher entsprachen. Auch hier zeigt sich der gleiche Einfluss der zweiten Lotterie, die von den Teilnehmern nicht gewählt wird. Während das Sicherheitsäquivalent der Lotterie {(0,5), 20; (0,5), 0} bei nur einer angebotenen Lotterie im Mittel 5,00 Euro beträgt, so ist es in der Gruppe mit zwei Lotterien 7,00 Euro (vergleiche Abbildung 14). Auch dieser Unterschied in den angegebenen Sicherheitsäquivalenten zeigt, dass diese signifikant höher ausfallen, wenn die zweite Lotterie angeboten wird (Wilcoxon-Test, 5%-Signifikanzniveau).

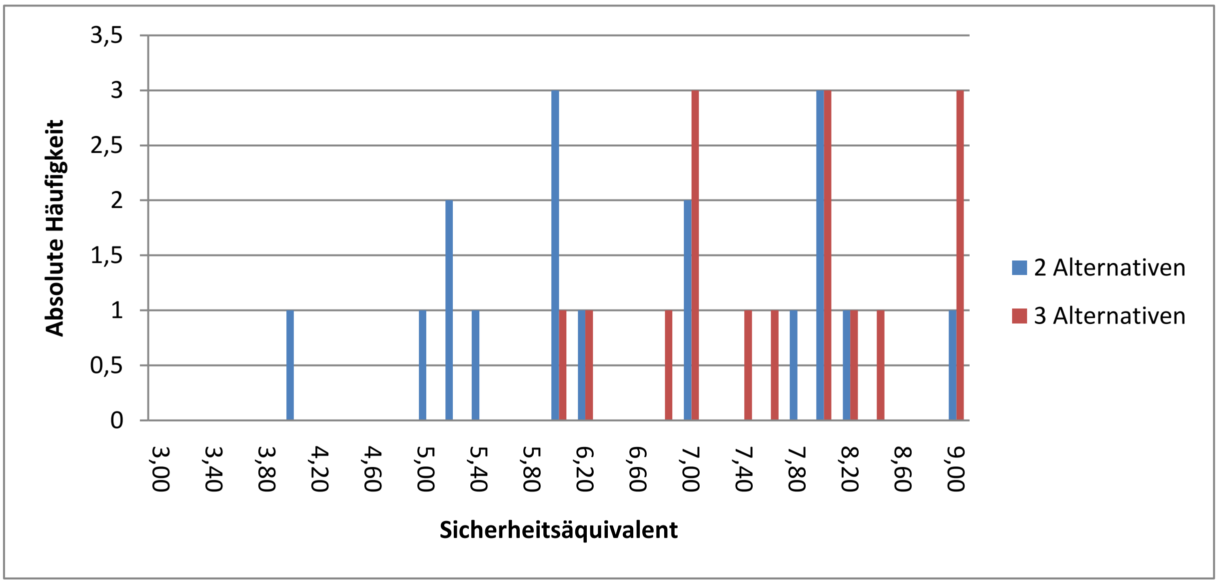



**Abbildung 14: Vergleich der Sicherheitsäquivalente für {(0,5), 20; (0,5), 0} für Gruppen 5 und 6**

Weiterhin ist festzuhalten, dass die Konzeption der angewendeten Prozedur in diesem Fall keine Sicherheitsäquivalente erzeugt, die höher sind als der maximale zu gewinnende Betrag der Lotterie 1. An dieser Stelle könnte man argumentieren, dass die Prozedur keine sicheren Auszahlungsbeträge anbietet, die höher sind als 1.000 Euro (beziehungsweise 20 Euro), jedoch könnte ein ähnlicher Effekt sich dadurch zeigen, dass ein Teilnehmer immer die Lotterie wählt. Damit wäre das Sicherheitsäquivalent zwar nicht zu bestimmen, aber die Möglichkeit bestünde, dass dieses höher ist als der maximale Auszahlungsbetrag der Lotterie 1. Das Ergebnis ist jedoch in beiden Abfragemethoden und sowohl bei kleinen als auch bei großen Auszahlungsbeträgen das Gleiche, das Sicherheitsäquivalent ist signifikant größer, wenn eine zweite Lotterie angeboten wird, obwohl diese von den Teilnehmern nicht gewählt wird.

Neben dieser Feststellung stellen die Ergebnisse der Gruppe 3AoCsd einen Sonderfall dar. Bisher wurden Lotterien zur eigentlich zu bewertenden Lotterie 1 hinzugefügt, für welche die Teilnehmer entweder indifferent sind, oder Lotterie 2 niemals wählen. Die Lotterie 2 der Gruppe 3AoCsd hingegen stellt eine streng dominierte Alternative dar. Das bedeutet, es ist eine Alternative, die im Vergleich zu Lotterie 1 sowohl eine geringere Gewinnwahrscheinlichkeit für die erwünschte Auszahlung bietet, als auch einen kleineren Betrag im besten Fall. Bei dieser Alternative muss daher unabhängig von individuellen Risikopräferenzen klar sein, dass Lotterie 1 gegenüber Lotterie 2 bevorzugt wird. Wie zu erwarten war, hat auch keiner der Teilnehmer die Lotterie {(0,1), 4; (0,9), 0} gewählt. Dennoch zeigt sich in dieser Gruppe ebenfalls ein signifikant höheres Sicherheitsäquivalent für die Lotterie {(0,5), 10; (0,5), 0} als in Gruppe als in der Gruppe 2AoC (Wilcoxon-Test, 5%-Signifikanzniveau). Damit ist das Sicherheitsäquivalent im Mittel ähnlich der Gruppe 3AoC. Wie der Tabelle 20 zu entnehmen ist, geben die Teilnehmer in Gruppe 3AoCsd im Median sogar ein größeres Sicherheitsäquivalent für die Lotterie {(0,5), 20; (0,5), 0} an als die Gruppe 3AoC, die ebenfalls drei

Alternativen zur Verfügung hatte. Dies würde bedeuten, dass streng dominierte Alternativen den Effekt der zusätzlichen irrelevanten Alternative, wie er hier gezeigt, wird sogar deutlicher zeigen. Der Unterschied der Sicherheitsäquivalente zwischen den Gruppen 3AoC und 3AoCsd ist jedoch nicht signifikant auf einem sinnvollen Signifikanzniveau. Jedoch wird auch in der Gruppe 3AoCsd der zuvor beobachtete Effekt der Erhöhung des Sicherheitsäquivalents der bevorzugten Lotterie beobachtet.

| Lotterien | Median SÄ (2 Alternativen) | Median SÄ (3 Alternativen) | Signifikanz (Wilcoxon-Test) |
|---|---|---|---|
| Auswahl (groß) | 300 | 400 | 1%-Niveau |
| Auswahl (klein) | 5,00 | 7,00 | 5%-Niveau |
| Auswahl (streng dominiert) | | 7,60 | 5%-Niveau |
| Tisch (groß) | 325 | 775 | 1%-Niveau |
| Tisch (klein) | 6,20 | 7,80 | 1%-Niveau |

**Tabelle 20: Test auf Unterschied im Median**

## 5.7 Ergebnisse mit einer konvexen Nutzenfunktion

Für die Analyse des Experiments aus Abschnitt 5.5 soll zunächst das Verhalten der Teilnehmer in Gruppe 1 betrachtet werden, da in dieser Gruppe keine streng dominierte Alternative angeboten wurde und sie damit als Vergleichsgruppe dient. In der Reihenfolge der Entscheidungen steigt die Wartezeit in Alternative B. Daher wird untersucht, bei welcher Wartezeit die Teilnehmer von der Alternative mit Wartezeiten als Konsequenz auf die Lotterie mit einer negativen monetären Auszahlung wechseln. Hierbei wird gezählt, bei welcher Wartezeit das erste Mal die Lotterie über Geld gewählt wurde. Im Median wechseln die Teilnehmer in Gruppe 1 bei einer Wartezeit von 70 Minuten zur Alternative A, in der die Möglichkeit besteht 10 Euro zu verlieren. Weiterhin gibt es eine ganze Reihe von Teilnehmern, die im Verlauf der sieben Entscheidungen nicht zwischen den Alternativen wechseln, wobei 8 Teilnehmer immer die Lotterie mit der Wartezeit wählen und 8 weitere Teilnehmer wählen immer die Lotterie mit der Wartezeit als Konsequenz.

Zuerst ist an dieser Stelle festzuhalten, dass in keiner der Gruppen jemals ein Teilnehmer die Alternative C wählt. Dies war zu erwarten, macht jedoch nochmal deutlich, dass es sich tatsächlich um eine für die Wahl zwischen Alternative A und Alternative B irrelevante Alternative handelt. Der Nutzentheorie folgend hat die streng dominierte Alternative die für Gruppe 2 hinzugefügt wurde keinen Einfluss und es wäre zu erwarten, dass grundsätzlich das gleiche Entscheidungsverhalten wie in Gruppe 1 beobachtet wird. Es besteht jedoch ein Unterschied, der sich in zwei Faktoren äußert. Zunächst lässt sich der Wechselpunkt zwischen der Lotterie mit der Wartezeit und der Lotterie mit dem monetären Verlust auch hier ermitteln und mit den Ergebnissen aus Gruppe 1 vergleichen. Dabei ist festzustellen, dass die Teilnehmer in der zweiten Gruppe im Median erst bei 80 Minuten auf die Lotterie mit dem Risiko des monetären Verlustes wechseln. Das bedeutet, die Teilnehmer wechseln signifikant später von Alternative B auf Alternative A (Wilcoxon-Test, 10%-Signifikanzlevel).

Die gleiche Analyse lässt sich für die dritte Gruppe durchführen, für welche die streng dominierte Alternative eine Wartezeit als Konsequenz hat. Dabei wechseln die Teilnehmer in Gruppe drei bereits bei kleineren Wartezeiten zur Alternative mit der Möglichkeit einen finanziellen Verlust zu erleiden, was in dieser Gruppe im Median bereits bei 60 Minuten der Fall ist. Damit wechseln die Teilnehmer signifikant früher von Alternative B auf Alternative A (Wilcoxon-Test, 10%-Signifikanzlevel).

Ein zweiter Faktor für den Vergleich liegt in den beiden Extremgruppen, das heißt in der Anzahl der Teilnehmer in den Gruppen, die jeweils nur Lotterien mit negativen monetären Auszahlungen oder nur Lotterien mit Wartezeiten wählen. Auch hier ist ein Unterschied zu erkennen. Während in Gruppe 1 jeweils 8 Personen bei allen Entscheidungen die Lotterie {(0,5), -10 Euro; (0,5), 0 Euro} wählen und 8 Personen nur die Lotterie mit den unterschiedlichen Wartezeiten, so verteilen sich die Personen, die nicht zwischen den Alternativen wechseln in Gruppe 2 anders. Dort wählen 13 Teilnehmer immer die Lotterie mit Geld als Konsequenz, während nur 5 Personen immer die Lotterien mit der Wartezeit wählen. In Gruppe 3 zeigt sich dabei ein wieder anderes Verhalten. In dieser Gruppe wählen nur 4 Teilnehmer immer die Alternative A, während 12 Teilnehmer immer eine Lotterie mit Wartezeiten wählen. Die Unterschiede zwischen der Referenzgruppe 1 und jeweils der Gruppe mit einer streng dominierten Alternative sind dabei jedoch nur schwach signifikant (Chi²-Test, 15%-Signifikanzlevel). Die Daten hierzu sind in Tabelle 21 zusammengefasst.

| | Wechsel zu A (Median, in Min.) | Nur Geld-Lotterie | Nur Wartezeit-Lotterie |
|---|---|---|---|
| Gruppe 1 (Referenzgruppe) | 70 | 8 | 8 |
| Gruppe 2 (+ hoher monetärer Verlust) | 80 | 13 | 5 |
| Gruppe 3 | 60 | 4 | 12 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| (+ hohe Wartezeit) | | | |

**Tabelle 21: Übersicht der Entscheidungen bei konvexen Nutzenfunktionen**

Zunächst wurde der Einfluss der zusätzlichen irrelevanten Alternative gezeigt, der in diesem Fall sogar durch eine streng dominierte Alternative erzeugt wurde. Der Vergleich der Gruppen 2 und 3 ermöglicht noch eine weitere Möglichkeit der Analyse. Anhand dieses Vergleichs lässt sich die Systematik des Einflusses der streng dominierten Alternative zeigen. Dabei sind sowohl beim Wechselpunkt zwischen der Alternative B zur Alternative A Unterschiede zu erkennen, als auch im Vergleich der Extremgruppen von Teilnehmern, die immer die Lotterie mit monetären Konsequenzen wählen und denen, die nur Lotterien mit Wartezeit wählen. Die Unterschiede zwischen den Gruppen 2 und 3 sind dabei deutlicher als der jeweilige Vergleich mit der Basisgruppe.

Vergleicht man den Wechselpunkt zu Alternative A, so wechseln die Teilnehmer in Gruppe 2 erst bei deutlichen höheren Wartezeiten zur Lotterie mit einem monetären Verlust als die Teilnehmer in Gruppe 3. Der Unterschied zwischen dem Median der Gruppe 2 von 80 Minuten im Vergleich zum Median der Gruppe 3 von 60 Minuten ist signifikant (Wilcoxon-Test, 1%-Signifikanzlevel). Auch der Unterschied in den Extremgruppen ist signifikant (Chi$^2$-Test, 1%-Signifikanzlevel). In Gruppe 2 wählen 13 Teilnehmer nur Lotterien mit einem monetären Verlust, während dieses Entscheidungsverhalten in Gruppe 3 nur bei 4 Teilnehmern zu beobachten ist. Weiterhin wählen nur 5 Teilnehmer in Gruppe 2 ausschließlich Lotterien mit Wartezeiten als Konsequenz, wobei dieses Verhalten von 12 Teilnehmern aus Gruppe 3 gezeigt wird.

Während das Experiment zu konkaven Präferenzen in Abschnitt 5.4 den Einfluss der zusätzlichen irrelevanten Alternative auf das Entscheidungsverhalten der Teilnehmer nachweist, erkennt man anhand der Ergebnisse des Experiments zu konvexen Präferenzen in Abschnitt 5.5 eine Systematik im Einfluss von Alternativen, die streng dominiert sind. Fügt man eine streng dominierte Alternative ein, deren Konsequenzen in der Dimension Geld liegen, verschiebt sich die Präferenz für die ursprünglichen beiden Alternativen in eine andere Richtung als wenn eine streng dominierte Alternative eingefügt wird, deren Konsequenzen in der Dimension Zeit liegen. Dabei ist eine Richtung des Effektes festzuhalten, der davon abhängt in welcher Dimension die Konsequenz der streng dominierten Lotterie liegt. Für die Situation, in der die streng dominierte Lotterie einen monetären Verlust bietet, scheint der potenzielle Verlust der anderen Lotterie mit monetärem Verlust schwächer gewichtet zu sein. Hat die streng dominierte Lotterie jedoch eine Wartezeit als Konsequenz, so wirkt jeweils die potenzielle Wartezeit der gewählten Lotterie nicht so abschreckend. Der durch die nicht gewählte Alternative jeweils angebotene Verlust (in monetärer Auszahlung oder in Zeit) relativiert jeweils den Verlust der dominierenden Alternative in der gleichen Dimension.

Dies zeigt, dass die Bewertung eines Charakteristikums jeweils dadurch beeinflusst werden kann, indem eine weitere Alternative mit dem gleichen Charakteristikum angeboten wird. Wenn also eine

Eigenschaft in einer bestimmten Dimension mit einer weiteren Alternative vergleichbar wird, so verändert sie die Bewertung dieser Eigenschaft. Im Fall eines Verlustes scheinen die Verluste immer dann nicht so schlimm, wenn erkennbar ist, dass es Alternativen gibt, die einen noch schlimmeren Verlust erzeugen können. Dabei entsteht dieser Einfluss auch dann, wenn dem Entscheider bewusst ist, dass dieser sehr schlimme Verlust gar nicht eintreten kann, da die Alternative streng dominiert wird.

## 5.8 Diskussion des Einflusses irrelevanter Alternativen und dessen Systematik

Das Experiment zeigt, dass durch das Hinzufügen einer zusätzlichen irrelevanten Alternative, also einer Alternative, die schlechter ist als die anderen Alternativen die zur Auswahl stehen, das Sicherheitsäquivalent der präferierten Lotterie steigt. Des Weiteren zeigt sich eben dieser Effekt sogar dann, wenn die hinzugefügte Alternative streng dominiert wird. Daraus folgt, dass es eine Reihe von Werten bei der Alternative der sicheren Auszahlung gibt, für die Teilnehmer ihre Präferenz umkehren, wenn eine dominierte Alternative hinzugefügt wird. Diese Ergebnisse zeigen also deutlich, dass die Hypothese 3 abgelehnt werden muss.

Diese Verletzung der existierenden Theorie geht über die bereits bekannten hinaus und hat wesentliche Konsequenzen für theoretische Betrachtungen aber eben auch für die ökonomische Praxis. Wenn beispielsweise Berater einen Entscheidungsträger mit verschiedenen Handlungsalternativen konfrontieren, so ist es nicht zwangsläufig sinnvoll alle dominierten Alternativen auszuschließen, bevor der Entscheidungsträger über die Fakten und Handlungsalternativen informiert wird. Weiterhin kann man sich Situationen vorstellen in denen Vermögensberater oder Versicherungsmakler einem Privatkunden über mögliche Investitionsalternativen in der privaten Altersvorsorge anbieten. Hierbei muss darüber nachgedacht werden, welche und wie viele Alternativen dem Privatkunden tatsächlich angeboten werden sollten. Wenn beispielsweise eine Alternative angeboten wird, die der Kunde als irrelevant ansieht, so kann diese dennoch einen Einfluss auf die Wahl der Alternativszenarien haben und somit die Risikostruktur des Gesamtportfolios beeinflussen. Dieser Argumentation folgend ist es dem Berater nicht möglich die tatsächliche Präferenzstruktur des Kunden herauszufinden. In Europa legt die MiFiD Regulierung fest, dass Anlageberater verpflichtet sind den Kunden gut und richtig bei der Wahl der Risikostruktur seiner Portfolios aufzuklären. Eine ähnliche Regulierung gibt es auch in den Vereinigten Staaten von Amerika in Form des Pension Protection Acts von 2006. Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse und dem Fakt, dass dem Bereich der privaten Altersversorgung zunehmend mehr Gewicht beigemessen wird (Choi et al. 2005), ist es schwierig eine geeignete Gesetzgebung zum Schutz der Privatkunden zu finden. Wenn die bloße Zusammenstellung der präsentierten Alternativen einen Einfluss auf die Auswahl des Kunden hat, ist es zum einen für den

Berater nicht möglich die wahren Präferenzen der Kunden zu ermitteln und zum anderen kann der Berater den Kunden in seiner Entscheidung dahingehend beeinflussen, dass das Risikoprofil des Anbieters optimiert wird. Weiterhin gelten bereits die im Zusammenhang der Verletzung des Unabhängigkeitsaxioms diskutierten Implikationen der Auswirkungen auf die Möglichkeiten soziale Präferenzen zu ermitteln, strategische Auswirkungen bei Verhandlungen und Entscheidungen bei Unsicherheit (Arrow 1951).

So werden in der Literatur zur Ermittlung sozialer Präferenzen verschiedene Methoden vorgeschlagen. Dabei wird zunehmend Aufmerksamkeit auf Möglichkeiten des strategischen Wahlverhaltens gelegt (Myatt 2007), wobei die wahren Präferenzen dem Wahlverhalten nicht direkt zu entnehmen sind. Es gibt also ein strategisches Potenzial, wobei durch Abweichen der Angabe der wahren eigenen Präferenzen, das Ergebnis der Abstimmung zum eigenen Vorteil beeinflusst werden kann. Dabei zeigen die Ergebnisse dieses Abschnitts eine weitere Möglichkeit der Einflussnahme, da bereits die Zusammenstellung der angebotenen Alternativen einen Einfluss auf die Präferenzen der Abstimmenden haben kann. Daraus ergibt sich also eine weitere strategische Option in der Zusammenstellung der Alternativen, die zur Abstimmung gestellt werden. Die Frage entsteht, ob dominierte Alternativen vor der Abstimmung aus dem Angebot entfernt werden oder nicht, da somit die Präferenzen auf individueller Ebene beeinflusst werden können.

Das gleiche Argument kann für Verhandlungssituationen gelten. So kann es Situationen geben, in denen es sinnvoll ist, der Gegenseite etwas anzubieten, von der man weiß, dass diese es nicht haben möchte. Denn auch mit solchen Angeboten kann die Gegenseite in ihrer Bewertung von anderen Gegenständen beeinflusst werden. Es ist also zu folgern, dass die hier präsentierten Ergebnisse eine weitere strategische Dimension in Verhandlungen eröffnen, die in der bisherigen Literatur keine Berücksichtigung findet.

Neben praktischen Erwägungen bleiben aber auch theoretische Konsequenzen für die Modellierung von Entscheidungen bei Risiko zu diskutieren. So kann eine Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion diesen Effekt nicht erklären, da eine Bewertung von Einzelalternativen im Nutzenraum erfolgt, bevor die Alternativen gegeneinander abgewogen werden. Auch eine Wahrscheinlichkeitsgewichtung kann diesen Effekt nicht erklären, da auch diese Gewichtung unabhängig von anderen Alternativen erfolgt. Eine bessere Möglichkeit verspricht die Idee der Regret Theorie (Bell 1982; Loomes und Sugden 1982) die später eine axiomatische Struktur bekam (Sugden 1993). Doch obwohl diese Theorie auf Entscheidungssituationen anwendbar ist und beispielsweise erklären kann, warum Menschen sich regelmäßig sträuben Lotterietickets auszutauschen (Bar-Hillel und Neter 1996), so basiert sie ebenfalls auf der Annahme der Irrelevanz von einer zusätzlichen irrelevanten Alternativen in der Form, dass dominierte Alternativen bei Wahlentscheidungen keine Rolle spielen.

Eine weiter Idee, die in der Literatur zu Entscheidungen bei Risiko diskutiert wird, ist die sogenannte Case-Based Entscheidungstheorie (Gilboa und Schmeidler 1995), in der argumentiert wird, dass der Kontext in dem eine Entscheidung gefällt werden soll, die Präferenzen des Entscheidungsträgers erst formt. Aber auch diese Theorie scheint den Effekt, der hier beschrieben wird, nur schwer beherbergen zu können. Es ließe sich argumentieren, dass durch das Hinzufügen der dritten Alternative die Wahrnehmung der Teilnehmer bezüglich der Situation, in der sie sich befinden, verändert wurde. Dennoch kann auch diese Theorie die Veränderung der Präferenzen aufgrund einer dominerten Alternative nicht erklären.

# 6 Diskussion

Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht die Diskussion der experimentellen Ergebnisse in Bezug auf das Nutzenkonzept. Die Stärke des Nutzenkonzeptes liegt darin, dass verschiedene Eigenschaften einer Alternative in den Nutzenraum transferiert werden und damit vergleichbar gemacht werden können. Diese Methode bietet also die Möglichkeit Austauschraten zwischen verschiedenen Dimensionen einer Alternative zu gewährleisten. Auch kann eine Vielzahl von Eigenschaften, in denen sich die Alternativen unterscheiden in eine Dimension umgerechnet werden und damit sind sie leicht zu vergleichen. In Ökonomischen Argumentationen wird dieser Vergleich meistens auf Basis von Geldwerten durchgeführt.

## 6.1 Verallgemeinerung der Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion

Für eine Transformation von verschiedenen Eigenschaften in den Nutzenraum wird ein funktionaler Zusammenhang benötigt. Obwohl das Nutzenkonzept in seiner ursprünglichen Idee sehr allgemein gefasst ist, wird dieser funktionale Zusammenhang in der ökonomischen Literatur in der Regel nur für Geld durchgeführt. Mit den Ergebnissen aus Abschnitt 4 zeigt diese Untersuchung deutlich, dass die Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion auch in Situationen in denen nicht über Geld sondern über andere Ressourcen entschieden wird eine gute Beschreibung der individuellen Präferenzen bietet. Dabei ist dem Abschnitt 4.3 zu entnehmen, dass auch in anderen Dimensionen ein konvexer Funktionsverlauf, also risikofreudige Entscheidungen im Experiment, zu beobachten sind, wenn den Teilnehmern im Experiment in einer Dimension die Verfügungsgewalt über eine Ressource entzogen wird. Die unterschiedliche Krümmung der Nutzenfunktion für Gewinne und Verluste ist daher eine entscheidende Eigenschaft von Nutzenfunktionen und gilt auch für die hier untersuchte Dimension Wartezeit.

Auf Basis der Ergebnisse ist daher zu vermuten, dass jede Dimension einer Entscheidung durch eine Nutzenfunktion in der Form der Prospekt Theorie dargestellt werden kann. Einige Implikationen für konkrete Modellierungen von Prozessen und Entscheidungen an Finanzmärkte und im Bereich der

Gesundheitsökonomie sind bereits diskutiert worden. Abgesehen von diesen konkreten Beispielen aus der Theoriebildung und der praktischen Implementierung von Maßnahmen, zeigt diese Arbeit, dass Theorien die für die Entscheidung relevanten Größen nicht linear in ein Modell einfließen lassen sollten, da für jede Eigenschaft eine Nutzenfunktion gebildet werden kann. Zur Ermittlung des funktionalen Verlaufs lassen sich die Methoden, wie sie im Bereich der Risikoforschung eingesetzt werden, nutzen. Dies wurde in dargestellten Experimenten bereits erfolgreich umgesetzt.

Eine Reihe von Eigenschaften der Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion wurde in Abschnitt 4 untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die grundsätzlichen Eigenschaften der Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion auch auf andere Ressourcen verallgemeinert werden können. So zeigen sich ein konvexer Funktionsverlauf für eine Reduzierung des Status-Quo und ein konkaver Verlauf für Verbesserungen in Bezug auf den Status-Quo. Außerdem lässt sich erkennen, dass der Wechselpunkt von konvexem zu konkavem Verlauf vom Status-Quo abhängt und nicht von der absoluten Ausstattung mit einer Ressource. Dies spricht damit für eine Referenzpunktabhängigen Funktionsverlauf, wie er als Erweiterung der Prospekt Theorie vorgeschlagen wurde (Köszegi und Rabin 2007). Auch Verlustaversion lässt sich für eine andere Ressource in der Form finden, wie man sie aus der Prospekt Theorie kennt.

Anhand dieser Ergebnisse wird deutlich, welche Erklärungskraft die Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion hat. Die grundsätzlichen Eigenschaften, die in der ursprünglichen Form für monetäre Auszahlungen ermittelt wurden, gelten allgemeiner als die Arbeiten zunächst vermuten lassen. Die grundsätzlichen Eigenschaften der Nutzenfunktion, die in der Prospekt Theorie definiert werden, sind auch in der Bewertung anderer Ressourcen zu finden. Damit haben diese Eigenschaften ein hohes generelles Potenzial für die Erklärung individueller Präferenzen.

Mit Hilfe von Präferenzen zu Zeit kann experimentell leichter untersucht werden, wie sich Individuen verhalten, wenn Entscheidungen über Verluste zu treffen sind. Insbesondere für Aussagen über politische Maßnahmen ist dieses von immer größerer Bedeutung, da die Ermittlung von Zahlungsbereitschaften im Bereich Gesundheit, Krisenmanagement und ähnlichem im Fokus des öffentlichen Interesses ist (Loomes und Taylor 1992).

## 6.2 Kritik an der existierenden Theorie

Neben diesen Ergebnissen für die Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion zeigt diese Arbeit jedoch auch fundamentale Schwächen der Nutzentheorie auf. Die erste Verletzung der Prospekt Theorie betrifft den Ursprung der Idee des abnehmenden Grenznutzens von Geld und damit die Betrachtung von Entscheidungsproblemen im Nutzenraum statt einer Fokussierung auf monetäre Auszahlungen als Eigenschaft von Alternativen. Im St. Petersburg Spiel wird ein bestimmtes Verhaltensmuster bei allen Individuen in zahlreichen Experimenten beobachtet. Die Experimente aus Abschnitt 5.2 konnten zeigen, dass dieses Verhaltensmuster unabhängig von der Nutzenfunktion ist. Hier werden zwei Versionen von St. Petersburg Lotterien verglichen, wobei einmal eine konkave und einmal eine konvexe Präferenzstruktur zugrunde liegen. In beiden Fällen verhalten sich die Teilnehmer in den Experimenten jedoch gleich. Das heißt es gibt Verhaltensmuster in Entscheidungen die nicht durch Nutzenfunktionen abgebildet werden können. Obwohl das St. Petersburg Spiel die Einführung einer Nutzenfunktion für Geld inspiriert hat, bietet diese jedoch keine Erklärungskraft für das Entscheidungsverhalten in experimentellen Überprüfungen des St. Petersburg Paradoxes.

In einer weiteren Experimentalserie beschäftigt sich diese Untersuchung mit dem Fundament der Nutzentheorie. Für die Modellierung von Entscheidungen im Nutzenraum ist es unabdingbar, dass einzelne Alternativen unabhängig von der Zusammenstellung der Auswahl bewertet werden. Dennoch gibt es Modelle, wie beispielsweise die Regret Theorie oder Disappointment Theorie, die eine Bewertung von Alternativen in Bezug auf andere Alternativen ermöglichen. In den Abschnitten 5.6 und 5.7 wird jedoch ein systematischer Einfluss von Alternativen gezeigt, die in ihrer Nutzenbewertung schlechter sind als alle anderen Alternativen. Dieser Einfluss tritt sogar dann auf, wenn die Alternative streng dominiert ist. Dieser Effekt kann dabei von keiner der bestehenden Modelle erklärt werden.

Der Einfluss dieser beiden Effekte zeigt in beiden Fällen eine systematische Abweichung von möglichen Modellierungen von Nutzenfunktionen. Dabei handelt es sich also keineswegs um einen Fehler oder Ungenauigkeit in den experimentell ermittelten Präferenzen. Im Gegenteil, eine Systematik ist in beiden Fällen zu erkennen. Im Fall des Einflusses von einer zusätzlichen irrelevanten Alternativen auf Entscheidungen ergeben sich sogar Möglichkeiten zur Beeinflussung individueller Entscheidungen durch das Zusammensetzen der Auswahlmöglichkeiten. Diese Effekte zeigen daher eine systematische Problematik des Nutzenkonzeptes, welche mit Nutzenfunktionen nicht erklärt werden können. Daher ist es sinnvoll, die Probleme der einzelnen theoretischen Ansätze in Bezug auf die in dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse zu diskutieren.

### 6.2.1 Erwartungsnutzentheorie

In der Literatur sind zahlreiche Anomalien dokumentiert, wobei eine Anomalie immer dann besteht, wenn beobachtetes Verhalten der Erwartungsnutzentheorie widerspricht. Dieses Verhalten wird als Anomalie oder auch Fehler bezeichnet, eben weil es gegen die Theorie verstößt. Dabei folgt diese Bezeichnung der immer wieder auftauchenden Idee, dass Verhalten, das gegen die Axiome der Erwartungsnutzentheorie verstößt als Fehler zu betrachten ist. Es wird also davon ausgegangen, sofern ein Entscheider über seinen Fehler aufgeklärt wird, er immer wünschen wird seine Entscheidung im Sinne der Erwartungsnutzentheorie zu korrigieren. Jedoch sind immer wieder Verstöße gegen die Erwartungsnutzentheorie zu finden, bei denen es auch erfahrenen Theoretikern klar ist, dass ihre Präferenzen gegen fundamentale Axiome verstoßen, doch auch nachdem sie sich von diesem Fehler überzeugt haben, sie immer noch eine gewisse Anziehungskraft zu ihrer getroffenen Entscheidung empfinden und ihre ursprüngliche Entscheidung nicht ändern wollen (Savage 1954).

Die in dieser Arbeit dargestellten experimentellen Ergebnisse zeigen zwei fundamentale Verletzungen der Erwartungsnutzentheorie. Zunächst zeigt sich in den St. Petersburg Lotterien das gleiche Verhalten, auch wenn die normalerweise verwendeten St. Petersburg Lotterien in diesem Fall gespiegelt sind. Das ursprüngliche St. Petersburg Paradox wurde dadurch erklärt, dass Geld einen abnehmenden Grenznutzen hat. Damit setzt die Erwartungsnutzentheorie durch die Krümmung der Nutzenfunktion für Geld einen risikoaversen Entscheider voraus. Die Lotterien in Abschnitt 5.2.1.1 haben alle eine erwartete Auszahlung von 0 Euro. Ein risikoaverser Entscheider würde also keine der angebotenen Lotterien spielen wollen. Weiterhin zeigen die Ergebnisse zu den Entscheidungen der im Experiment aus Abschnitt 5.2.1.2 angebotenen Lotterien, dass die Krümmung der Nutzenfunktion keinen Einfluss auf das Entscheidungsverhalten in den St. Petersburg Lotterien hat. Damit zeigt sich, dass die Einführung einer Nutzenfunktion über Geld nicht, wie ursprünglich vermutet, das Verhalten im St. Petersburg Spiel erklären kann. Damit widersprechen diese Ergebnisse dem Fundament auf dem die Erwartungsnutzentheorie basiert. Auch deshalb scheint es notwendig die Modifikationen der Erwartungsnutzentheorie ernst zu nehmen.

Die in Abschnitt 5.3 dargestellten Ergebnisse betreffen dabei nicht nur die Erwartungsnutzentheorie, sondern die Idee des Nutzenkonzeptes ganz allgemein. Insbesondere zeigt sich an der Stelle ein fundamentales Problem mit der axiomatischen Struktur der Erwartungsnutzentheorie, die zum einen den speziellen Charme der Erwartungsnutzentheorie ausmacht und zum anderen für zahlreiche Alternativen und Erweiterungen der ökonomischen Entscheidungstheorie im Kern übernommen wurde.

Der Einfluss einer als eigentlich irrelevant erscheinenden Option verletzt die axiomatische Struktur der Erwartungsnutzentheorie in verschiedener Form. Es betrifft das Axiom der Transitivität, geht jedoch darüber hinaus, da nicht eine Präferenzreihe aufgestellt wird, welche verletzt wird, sondern das Hinzufügen einer Alternative die Präferenz zwischen zwei anderen Alternativen ändert. Es wird also auch die Unabhängigkeit verletzt, da es keine festgelegten Präferenzen zwischen Alternativen gibt nach denen entschieden wird. Dabei betrifft der hier beobachtete Effekt die grundlegende Idee des Nutzenkonzepts, nachdem jede Alternative separat bewertet werden kann und somit eine Präferenzrangfolge zwischen Alternativen erzeugt. Diese Präferenzrangfolge nach Erwartungsnutzentheorie basiert dabei aus den jeweiligen Eigenschaften der Alternative und nicht aus einem Vergleich zu anderen Alternativen. Dieser Effekt ist dabei dem der Präferenzumkehr ähnlich, geht jedoch darüber hinaus, da hier nicht die Bewertungsprozedur verändert wird, sondern lediglich eine Alternative zur Auswahlentscheidung hinzugefügt wird.

### 6.2.2 Yaari's Duale Theorie

Die Duale Theorie ist als Komplement zur Erwartungsnutzentheorie entworfen worden und soll Verletzungen von Erwartungsnutzentheorie erklären. Da, wie zuvor argumentiert wurde die Erwartungsnutzentheorie die experimentellen Ergebnisse aus Abschnitt 5 nicht erklären kann, ist zu überprüfen, ob eine Gewichtung der Wahrscheinlichkeiten die beobachteten Ergebnisse verursachen kann.

Bezogen auf das St. Petersburg Paradox ist dabei festzuhalten, dass an anderer Stelle bereits gezeigt wurde, dass die Duale Theorie das Verhalten in experimentellen Untersuchungen zu St. Petersburg Lotterien für monetäre Auszahlungen nicht zu erklären ist (Cox et al. 2009). Aus diesem Grund ist es an dieser Stelle interessant, sich die Ergebnisse zu den St. Petersburg Lotterien aus dieser Arbeit zu betrachten. Zunächst wurde dabei festgestellt, dass die Teilnehmer eine Risikofreude zeigen, wenn sie über Wartezeiten entscheiden (vergleiche hierzu Abschnitt 4.3). Zwar wird die Risikoeinstellung in der Dualen Theorie nicht über eine Nutzenfunktion über die Auszahlung, sondern über die Gewichtung von Wahrscheinlichkeiten erklärt, es existiert dennoch eine eindeutige Risikopräferenz in diesem Fall. Es gilt also, dass ein risikofreudiger Agent Lotterien mit einem Erwartungswert von 0 spielen wird. Dieses Verhalten wird in der Version der St. Petersburg Lotterien mit Wartezeiten als Konsequenz jedoch nicht beobachtet. Damit kann auch die Duale Theorie die beobachteten Präferenzen zu den St. Petersburg Lotterien nicht erklären.

Der wesentliche Unterschied zwischen der Dualen Theorie und der Erwartungsnutzentheorie liegt in der Bewertungsfunktion. Während diese in der Erwartungsnutzentheorie die Auszahlungen in den Nutzenraum transformiert, findet in der Dualen Theorie eine Transformation der Eintrittswahrscheinlichkeiten statt. Die Basis der axiomatischen Struktur jedoch ist in beiden angebotenen Theorien die Gleiche, schließlich ist die Duale Theorie als Erweiterung der Erwartungsnutzentheorie zu verstehen. Diese axiomatische Struktur wird durch den Einfluss der zusätzlichen irrelevanten Alternative auf das Entscheidungsverhalten in gleicher Weise verletzt wie die Erwartungsnutzentheorie. Im Gegensatz zu anderen von Yaari (1987) angesprochenen Anomalien der Erwartungsnutzentheorie können die Ergebnisse aus Abschnitt 5.3 durch keine der beiden Theorien erklärt werden.

Damit wird die Grundidee der Erwartungsnutzentheorie, wie sie auch in der Dualen Theorie wiederzufinden ist, verletzt. Es findet keine Einzelbewertung der verschiedenen Alternativen statt. Vielmehr ist die Bewertung einer Alternative abhängig davon, was dem Entscheider als Alternativen zur Verfügung stehen. Eine Kombination aus Erwartungsnutzentheorie und Duale Theorie kann den Zusammenhang zwischen den zur Auswahl stehenden Alternativen und der Wahl einer Alternative daher nicht erklären.

### 6.2.3 Prospekt Theorie

Wie in Abschnitt 4.11 bereits diskutiert wurde, bietet die Prospekt Theorie einen guten Ansatz für die Beschreibung von Entscheidungen bei Risiko auch dann, wenn die Konsequenzen nicht monetär sind. Eine Verallgemeinerung des Nutzenkonzepts in Form dieser Theorie erscheint also möglich. An dieser Stelle sollen nun jedoch die Schwächen der Prospekt Theorie in Bezug auf die experimentellen Ergebnisse aus Abschnitt 5 diskutiert werden.

Das Entscheidungsverhalten in den St. Petersburg Lotterien kann durch verschiedene Argumente der Prospekt Theorie erklärt werden. Zunächst enthält auch die Prospekt Theorie einen abnehmenden Grenznutzen für die positiven Auszahlungen des Spiels. Hinzu kommt der Faktor der Verlustaversion. Beide Argumente zusammen helfen der Argumentation, dass in der ursprünglichen Form des St. Petersburg Spieles nicht unendliche Preise für die angebotene Lotterie gezahlt werden. Dennoch lassen sich auch hier Variationen des Spieles, indem die Auszahlungen um den Faktor der Verlustaversion und der Rate mit der der Grenznutzen abnimmt korrigiert werden, erstellen, für die das St. Petersburg Paradox ebenfalls auftaucht. Auch die Entscheidungen, welche die Teilnehmer im Experiment zu den St. Petersburg Lotterien mit monetären Verlusten treffen, können mit der Verlustaversion erklärt werden. Denn die möglichen Verluste werden sehr schnell sehr groß, wohingegen der Gewinn durch die Teilnahme an der Lotterie relativ gering ist.

Bei den Entscheidungen zu den St. Petersburg Lotterien mit Wartezeiten hingegen hat der Faktor der Verlustaversion keinen Einfluss, da definitiv ein Verlust auftreten wird und keine Abwägung im Vergleich zu möglichen Gewinnen stattfindet. Damit bleibt die einzige Erklärungsmöglichkeit des Verhaltens im Bereich der Wahrscheinlichkeitsbewertung.

Die Prospekt Theorie beschreibt eine Übergewichtung kleiner Wahrscheinlichkeiten. Da in den St. Petersburg Lotterien mit Wartezeiten sehr hohe Wartezeiten mit sehr kleinen Wahrscheinlichkeiten eintreten, kann eine Übergewichtung der kleinen Wahrscheinlichkeiten dazu führen, dass trotz eines Erwartungswertes von keiner Wartezeit, die Teilnahme an solchen Lotterien sehr unattraktiv wird. Jedoch lehnt die Mehrheit der Teilnehmer bereits die Lotterie mit drei Münzwürfen ab, wobei das schlechteste Ergebnis dort mit der Wahrscheinlichkeit 0,125 eintritt. Damit muss die Übergewichtung bereits bei diesen Wahrscheinlichkeiten die Konvexität der Zeitbewertungsfunktion ausgleichen. Diese Wahrscheinlichkeit fällt dabei ebenfalls in den Bereich, der in Experimenten zur Zeitbewertung bereits abgefragt wurde und für die eine risikofreudige Präferenz ermittelt würde.

Da jedoch für konkave Bewertung der Konsequenzen das gleiche Ergebnis zu finden ist, setzt eine Erklärung des Verhaltens in den St. Petersburg Lotterien ebenfalls voraus, dass eine unterschiedliche Wahrscheinlichkeitsgewichtung für positive und für negative Ereignisse existiert. Dieser Punkt wird jedoch erst im Zusammenhang der Kumulativen Prospekt Theorie eingeführt.

Es bleibt damit festzuhalten, dass die Prospekt Theorie zwar grundsätzliche Möglichkeiten der Modellierung des Verhaltens in den St. Petersburg Lotterien bietet, jedoch bei unterschiedlicher Risikopräferenz das gleiche Verhalten zu beobachten ist. Die Risikopräferenz bietet damit also keine Erklärung des beobachteten Verhaltens.

Für die zweite Anomalie die in Abschnitt 5 dargestellt wurde, ist die Analyse in diesem Fall eindeutig. Auch die Prospekt Theorie beschreibt eine Bewertung einzelner Alternativen unabhängig von anderen zur Verfügung stehenden Alternativen. In diesem Punkt basiert die Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion im Wesentlichen auf der gleichen Idee wie die Erwartungsnutzentheorie. Die Verletzung der bekannten Theorie durch den Einfluss irrelevanter Alternativen macht deutlich, dass diese Problematik im Kern der Idee liegt und nicht an der Ausgestaltung der Funktionen, welche Alternativen in den Nutzenraum transformieren.

### 6.2.4 Regret und Disappointment Theory

Im Unterschied zu den zuvor diskutierten theoretischen Ansätzen zur Modellierung von individuellen Entscheidungen unter Risiko, berücksichtigen Regret und Disappointment Theorie den Einfluss von Emotionen auf das Entscheidungsverhalten. Dabei bildet sich jeweils ein neuer Referenzpunkt, der als Vergleichsbasis der angebotenen Lotterien dient. In der Disappointment Theorie wird eine Entscheidung über eine Alternative betrachtet. Dabei formt der Entscheider eine Erwartung über das Ergebnis und die tatsächliche Konsequenz wird im Vergleich zu dieser Erwartung bewertet. Die Regret Theory beschreibt eine Entscheidung zwischen mehreren Alternativen und lässt dabei einen Vergleich der eingetretenen Konsequenz mit der Konsequenz der nicht gewählten Alternative zu. Damit bieten die verfügbaren Alternativen eine Vergleichsbasis für die Bewertung einer Lotterie.

Für die Entscheidung über die Teilnahme an den angebotenen St. Petersburg Lotterien kann die Disappointment Theory angewendet werden, da hier nur eine Alternative zur Verfügung steht. In der Modellierung wird der Erwartungswert der Lotterie als Referenzpunkt angenommen. Damit ist dieser also bei den Lotterien mit monetären Konsequenzen 0 Euro. Dies gilt sowohl für die Version aus Cox et al. (2009), als auch für die gespiegelte Version, wie sie in dieser Arbeit verwendet wurde. Vergleicht man in diesen beiden Versionen jeweils den besten möglichen Ausgang mit dem schlechtesten möglichen Ausgang, so ist festzustellen, dass in der Version von Cox et al. (2009) sehr große positive Auszahlungen mit moderaten negativen Auszahlungen verglichen werden. Die St. Petersburg Lotterien in dem in Abschnitt 5.2.1.1 dargestellten Experiment hingegen bieten sehr hohe negative Auszahlungen im Vergleich zu recht moderaten positiven Auszahlungen. Daran ist zu erkennen, dass die Spiegelung des Spiels zur Folge hat, dass sich die St. Peterburg Lotterien in Extremfällen stark zu den in Cox et. al (2009) unterscheiden. Da aber die Entscheidungen in beiden Fällen sehr ähnlich sind, ist vorauszusetzen, dass die Erwartungen zu den angebotenen Lotterien nicht der Erwartungswert sind. Auch die Disappointment Theory kann das Entscheidungsverhalten also auch nur dann erklären, wenn der Referenzpunkt der Lotterien unterschiedlich ist und somit nicht der Erwartungswert der Lotterie ist.

Für die zweite der in dieser Arbeit diskutierten Anomalien ist die Regret Theory zu betrachten, da diese den Einfluss der zur Verfügung stehenden Alternativen auf das Entscheidungsverhalten berücksichtigen kann. Eine Implikation von Regret Theory ist, dass ein Entscheider, der bei Entscheidungen generell Bedauern (Regret) verspürt, desto weniger Nutzen hat, je mehr Alternativen zur Auswahl stehen (Irons und Hepburn 2007). Der Einfluss der zusätzlichen irrelevanten Alternative in dieser Arbeit zeigt jedoch eine Erhöhung des Sicherheitsäquivalents der Lotterie, wenn eine Alternative hinzugefügt wird. Dieser Effekt widerspricht damit dieser Implikation der Regret Theory. Weiterhin ist zu beachten, dass sowohl eine nicht gewählte Alternative mit der Möglichkeit einer sehr hohen Auszahlung also auch eine streng dominierte Alternative den gleichen Einfluss haben.

Die Erwartungsnutzentheorie allgemein geht davon aus, dass Präferenzen monoton sind. Wird also eine Lotterie mit den Auszahlungen $X_1, \dots, X_n$ gegeben, die mit Wahrscheinlichkeiten eintreffen die durch einen Vektor $(p_1, \dots, p_n)$ beschrieben werden können, so muss bei monotonen Präferenzen diese Lotterie einer zweiten Lotterie mit den gleichen Auszahlungen und einem Wahrscheinlichkeitsvektor $(q_1, \dots, q_n)$ vorgezogen werden, wenn

$$\sum_{i=1}^{n} p_i > \sum_{i=1}^{n} q_i$$

für alle $i \in \mathbb{N}$ gilt. Eine Verletzung dieser monotonen Präferenzen wird durch die Regret Theorie zugelassen (Loomes et al. 1992). Damit werden die Verletzungen der Erwartungsnutzentheorie, die in der Literatur häufig als Fehler bezeichnet werden, als rational oder zumindest nicht irrational bezeichnet (Savage 1954). Zwar lässt Regret Theorie damit Intransitivität zu, kann jedoch die Erhöhung des Sicherheitsäquivalentes durch das Hinzufügen einer streng dominierten Alternative ebenfalls nicht erklären.

Obwohl Disappointment und Regret Theory Verletzungen der Erwartungsnutzentheorie erklären und sogar als rational bezeichnen können, helfen auch diese Ansätze nicht, die Verletzungen, die in dieser Arbeit dargestellt wurden, vollständig zu erklären. Jedoch zeigt die Diskussion hier, dass die Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Alternativen für die Entscheidungsfindung bereits in diesen Theorien enthalten ist. Die Definition der Referenzpunkte jedoch hilft nicht das Verhalten in den St. Petersburg Lotterien oder den Einfluss der zusätzlichen irrelevanten Alternative zu erklären.

### 6.2.5 Prominenztheorie

Im Zentrum der Prominenztheorie steht die Erklärung von Entscheidungen unter Risiko in Abhängigkeit von numerischer Wahrnehmung. Es wird dabei eine Nutzenfunktion eingeführt deren

Skalierung von der Problemstellung abhängt. Genauer hängt die Nutzenskala davon ab, welches der höchste numerische Betrag in der Problemstellung ist. Sobald die Skalierung der Nutzenfunktion festgelegt ist, zeigt diese ähnliche Eigenschaften wie die Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion. Diese sind risikoaverse Präferenzen für positive Zahlen und risikofreudige Präferenzen für negative Zahlen mit einer Korrektur für Verlustaversion.

Da auch die Prominenztheorie von unterschiedlichen Risikopräferenzen für Gewinne und Verluste ausgeht, kann sie das Verhalten in den St. Petersburg Lotterien ebenfalls nicht erklären. Zwar ändert sich die Skalierung der Nutzentheorie und die Feinste Empfundene Vollstufe steigt mit steigender Anzahl der Münzwürfe, jedoch ändert dies nichts an der grundsätzlichen Risikopräferenz. Damit würde ein Entscheider in den St. Petersburg Lotterien mit Wartezeiten als Konsequenz jede Lotterie mit einem Erwartungswert von Null spielen wollen. Das sowohl für risikoaverse wie für risikofreudige Präferenzen in den St. Petersburg Lotterien das gleiche Verhalten beobachtet wird, kann auch mit einer Nutzenfunktion der Prominenztheorie nicht erklärt werden.

Aufgrund der Abhängigkeit der Skalierung der Nutzenfunktion vom höchsten Betrag der im Entscheidungsproblem vorkommt, entsteht die Möglichkeit des Einflusses von nicht gewählten Alternativen zu erklären. Betrachtet man also das Sicherheitsäquivalent der Lotterie $\{(0{,}5), 1.000; (0{,}5), 0\}$, so hängt das Sicherheitsäquivalent davon ab, wie die Skalierung der Nutzenfunktion ist. Ist 1.000 Euro dabei der höchste Betrag, so beträgt die Feinste Empfundene Vollstufe 200 Euro und es ergibt ein Sicherheitsäquivalent von 350 Euro. Dies ist relativ nah an dem Wert, der für das Sicherheitsäquivalent der Lotterie erhoben wurde wenn nur eine Lotterie angeboten wurde. Wird die Lotterie $\{(0{,}1), 5.000; (0{,}9), 0\}$ zum Entscheidungsproblem hinzugefügt, ändert sich die Feinste Empfundene Vollstufe und beträgt 1.000 Euro. Damit erhält man für die Lotterie $\{(0{,}5), 1.000; (0{,}5), 0\}$ ein Sicherheitsäquivalent von 500 Euro, was ebenfalls nah an den Ergebnissen aus den Experimenten in Abschnitt 5.6 ist. Damit bietet die Prominenztheorie eine Möglichkeit den Einfluss einer Lotterie auf das Sicherheitsäquivalent zu erklären, wenn die nicht gewählte Lotterie einen höheren Betrag mit kleinerer Wahrscheinlichkeit bietet.

Die Erhöhung des Sicherheitsäquivalents der Lotterie, die mit einem sicheren Betrag verglichen wird steigt jedoch auch dann, wenn die irrelevante Alternative die Skalierung der Nutzenfunktion nicht verändert. Für den Fall der streng dominierten Alternative bleibt die Auszahlung von 1.000 Euro der höchste Betrag innerhalb des Entscheidungsproblems. Der Prominenztheorie folgend verändert sich daher die Feinste Empfundene Vollstufe nicht und es ergibt sich somit kein Einfluss der zusätzlichen irrelevanten Alternative. Den Einfluss der streng dominierten Alternative auf das Entscheidungsverhalten ließe sich nur dann erklären, wenn die Feinste Empfundene Vollstufe auch durch vergleichsweise kleine Beträge im Entscheidungsproblem verändert werden kann. Somit kann die Prominenztheorie in der bestehenden Form den in dieser Arbeit dargestellten Effekt im speziellen Fall der streng dominierten Alternative nicht erklären. Wird jedoch eine Möglichkeit gefunden das

Festlegen der Feinsten Empfundenen Vollstufe anzupassen, gibt die Prominenztheorie die Möglichkeit den Effekt zu erklären.

In der letzten Experimentalserie, die hier berichtet wird, wird der Einfluss einer zusätzlichen irrelevanten Alternative bei konvexen Präferenzen und Lotterien mit Konsequenzen in unterschiedlichen Dimensionen untersucht. Dabei ergibt sich, dass die zusätzliche irrelevante Alternative jeweils die Alternative attraktiver erscheinen lässt, die Konsequenzen in der gleichen Dimension wie die irrelevante Alternative bietet. Die Ergebnisse aus der Tabelle 21 zeigen, dass der Nutzen aus einer Wartezeit von 10 Minuten nicht dem Nutzen eines Verlustes von 10 Euro entspricht. Daher ist davon auszugehen, dass in den unterschiedlichen Dimensionen die Zahlenwerte unterschiedlichen Nutzenwerten zugeordnet werden. Daher wird in der folgenden Betrachtung davon ausgegangen, dass ein Hinzufügen einer zusätzlichen irrelevanten Alternative nur die Nutzenbewertung der Dimension beeinflusst, in der die Konsequenzen der hinzugefügten Alternative liegen.

Die experimentellen Ergebnisse zeigen, dass folgende Aussagen wahr sind:

$$U_G^0(\{(0{,}5),-10;(0{,}5),0\}) = U_Z^0(\{(0{,}5),-70;(0{,}5),0\})$$

$$U_G^I(\{(0{,}5),-10;(0{,}5),0\}) = U_Z^0(\{(0{,}5),-80;(0{,}5),0\})$$

$$U_G^0(\{(0{,}5),-10;(0{,}5),0\}) = U_Z^I(\{(0{,}5),-60;(0{,}5),0\})$$

Dabei bezeichnet $U_G^0$ die Nutzenfunktion für Geld und $U_Z^0$ die Nutzenfunktion für Zeit, jeweils für den Fall, dass die zusätzliche irrelevante Alternative nicht zur Auswahl steht. Weiterhin bezeichnen $U_G^I$ und $U_Z^I$ die jeweilige Nutzenfunktion, wenn die irrelevante Alternative hinzugefügt wird. Aus diesen Aussagen lassen sich durch Umformung zwei weitere Aussagen anhand der experimentellen Ergebnisse machen. Zunächst lässt sich die Ungleichung

$$\begin{aligned} &U_G^0(\{(0{,}5),-10;(0{,}5),0\}) = U_Z^0(\{(0{,}5),-70;(0{,}5),0\}) \\ &> U_Z^0(\{(0{,}5),-80;(0{,}5),0\}) = U_G^I(\{(0{,}5),-10;(0{,}5),0\}) \end{aligned}$$

aufstellen. Daraus folgt für die Nutzenfunktionen über Geld

$$U_G^0(\{(0{,}5),-10;(0{,}5),0\}) > U_G^I(\{(0{,}5),-10;(0{,}5),0\})$$

und somit, dass der Nutzen der monetären Lotterie sinkt, wenn die irrelevante Alternative hinzugefügt wird. Diese Aussage ist in Übereinstimmung mit der Prognose der Prominenztheorie. Der Nutzen der Lotterie kann auch in Form des Sicherheitsäquivalentes ausgedrückt werden. Die theoretische Vorhersage der Prominenztheorie liefert dabei

$$U_G^0(\{(0{,}5),-10;(0{,}5),0\}) = 0{,}5 \cdot U_G^0(-10) = -3$$
$$\Rightarrow S\ddot{A} = -3{,}5$$

für das Sicherheitsäquivalent der Lotterie ohne irrelevante Alternative mit einer feinsten empfundenen Vollstufe von -2 und

$$U_G^0(\{(0{,}5),-10;(0{,}5),0\}) = 0{,}5 \cdot U_G^0(-10) = -0{,}5$$
$$\Rightarrow S\ddot{A} = -5$$

für das Sicherheitsäquivalent der gleichen Lotterie mit irrelevanter Alternative und einer daraus resultieren feinsten empfundenen Vollstufe von -20. Daran ist zu erkennen, dass nach Vorhersage der Prominenztheorie die Lotterie $\{(0{,}5),-10;(0{,}5),0\}$ nach Hinzufügen der zusätzlichen irrelevanten Alternative schlechter bewertet wird. Damit stimmt die Vorhersage mit den experimentell gewonnenen Ergebnissen überein.

Auf die gleiche Weise lässt sich ebenfalls das Ergebnis für das Hinzufügen der zusätzlichen irrelevanten Alternative mit Wartezeit mit der theoretischen Vorhersage der Prominenztheorie vergleichen. Auch für die Lotterie mit Wartezeit lässt sich folgende Ungleichung aus den experimentellen Ergebnissen aufstellen:

$$U_Z^0(\{(0{,}5),-70;(0{,}5),0\}) = U_G^0(\{(0{,}5),-10;(0{,}5),0\}) = U_Z^I(\{(0{,}5),-60;(0{,}5),0\})$$
$$\Rightarrow U_Z^0(\{(0{,}5),-70;(0{,}5),0\}) > U_Z^I(\{(0{,}5),-70;(0{,}5),0\})$$

Die Bewertung der Lotterie mit Wartezeit als Konsequenz wird also schlechter, wenn die irrelevante Alternative mit einer hohen möglichen Wartezeit hinzugefügt wird.

Nach der Prominenztheorie ergibt sich für das Sicherheitsäquivalent der Lotterie mit Wartezeiten wie folgt: Für den Fall, dass nur zwei Lotterien zur Auswahl stehen ergibt sich

$$U_Z^0(\{(0{,}5),-70;(0{,}5),0\}) = 0{,}5 \cdot U_Z^0(-70) = -3$$
$$\Rightarrow S\ddot{A} = -35$$

mit einer feinsten empfundenen Vollstufe von -20. Für den Fall mit irrelevanter Alternative, wobei die irrelevante Alternative eine sehr hohe Wartezeit als Konsequenz haben kann, ergibt sich

$$U_Z^I(\{(0{,}5),-70;(0{,}5),0\}) = 0{,}5 \cdot U_Z^I(-70) = -2{,}4$$
$$\Rightarrow S\ddot{A} = -32$$

für das Sicherheitsäquivalent. Damit stimmt auch in diesem Fall die Vorhersage der Prominenztheorie mit den experimentell erhobenen Präferenzen überein.

Die Prominenztheorie hat den Vorteil, dass sie ähnlich wie die Regret Theorie alle zur Verfügung stehenden Alternativen berücksichtigt. Im Gegensatz zu den klassischen Modellierungsansätzen gibt es keine Bewertung von Alternativen unabhängig von der Auswahl. Damit bietet diese Theorie die Möglichkeit den Einfluss der zusätzlichen irrelevanten Alternative zu erklären. Bezüglich des Effektes kann die Prominenztheorie die experimentellen Ergebnisse weitgehend erklären. Die Ausnahme bildet dabei der Einfluss einer streng dominierten Alternative, da hier laut Prominenztheorie keine Veränderung der Bewertung stattfindet.

# 7 Zusammenfassung

Diese Arbeit zeigt, dass riskante Entscheidungen mit Hilfe der Prospekt Theorie nicht nur dann modellierbar sind, wenn die Konsequenzen nicht wie im Regelfall als monetär gegeben sind, sondern auch wenn Entscheidungen über Zeit betrachtet werden. Die Methodik, die den hier dargestellten Experimenten verwendet wurde, kann als Grundlage für intensivere Forschung in den verschiedenen Bereichen, in denen Zeit bisher linear modelliert wird, verwendet werden. Damit zeigt diese Untersuchung, dass die Anwendung der Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion eine größere allgemeine Gültigkeit besitzt als durch die Fokussierung auf die Modellierung von Präferenzen über Geld vermuten lässt.

Die Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion bietet eine Möglichkeit für die Modellierung individueller Entscheidungen. Dennoch haben experimentelle Untersuchungen immer wieder Verletzungen der Theorie aufgedeckt und es wurden Versuche unternommen diese Anomalien bezogen auf die gegebene Theorie aufzunehmen. Dabei wurden zahlreiche Anpassungen der Theorie vorgeschlagen. Es scheint jedoch, dass immer wieder Entscheidungssituationen gefunden werden können, für die beobachtete individuelle Entscheidungen nicht durch die Theorie modelliert werden können. Diese Arbeit zeigt zwei weitere fundamentale Probleme der Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion auf, die das Fundament der Nutzentheorie generell in Frage stellt. Es scheint nicht möglich diese Art von Verletzungen der Theorie durch anpassen der Form der Nutzenfunktion aufzufangen. Es wird daher argumentiert, dass die Kahneman-Tversky-Nutzenfunktion als Grundlage für die Modellierung von individuellen Entscheidungen angesehen werden kann, jedoch in der Anwendung im Einzelfall die Möglichkeit des Auftretens der bereits bekannten Anomalien in Betracht gezogen werden muss. Dies gilt insbesondere wenn die ökonomischen Konzepte in der Praxis angewendet werden. Auch hier bieten Experimente eine gute Möglichkeit die möglichen Anomalien auch im Spezialfall zu testen. Ob im Unternehmen oder auf gesellschaftlicher Ebene, können so Programme die neu eingeführt werden auch auf die bekannten Anomalien die Nutzentheorie verletzen getestet werden.

Obwohl das St. Petersburg Paradox also der Ausgangspunkt für eine Bewertungsfunktion für Geld bildet, kann das Anwenden einer Bewertungsfunktion in keiner Form erklären wie sich Teilnehmer in

Experimenten verhalten, wenn ihnen das St. Petersburg Spiel angeboten wird. In der ersten Experimentalserie dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass unabhängig davon, ob die individuellen Präferenzen durch eine konkave oder konvexe Nutzenfunktion dargestellt werden, das Verhalten für St. Petersburg Lotterien das Gleiche ist. Damit wird gezeigt, dass im Labor ein systematisches Verhalten der Entscheider beobachtet werden kann, das nicht mit einer Modellierung über die Nutzenfunktion erklärt werden kann.

In der zweiten Experimentalserie, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurde, wird eine neue Anomalie der Erwartungsnutzentheorie analysiert. Es zeigt sich, dass riskante Entscheidungen davon abhängen, wie die Menge der zur Wahl stehenden Alternativen zusammengesetzt wird. So ergibt sich eine systematische Veränderung des Sicherheitsäquivalentes einer Lotterie, wenn eine zusätzliche irrelevante Alternative hinzugefügt wird. Dabei unterscheidet sich dieser dargestellte Effekt von der in der Literatur bereits bekannten Verletzung des Unabhängigkeitsaxioms. In diesem Fall handelt es sich nicht um eine Mischung verschiedener Alternativen die zur Verletzung der Nutzentheorie führt, sondern um das Hinzufügen einer zusätzlichen Alternative, die als schlechteste Alternative der Auswahl betrachtet wird.

Obwohl die Prospekt Theorie eine breite Anwendung für die Modellierung von Entscheidungen unter Risiko finden kann, bleibt es im Rahmen zukünftiger Arbeiten die Aufgabe, sowohl eine bessere theoretische Modellierung um die bekannten Anomalien beherbergen zu können anzubieten, als auch weitere Anomalien bezogen auf bestehende Theorie aufzudecken und zu dokumentieren. Dabei bietet die experimentelle Methode auch in der Praxis großes Potenzial. So können in Feldversuchen und Laborexperimenten neue Programme, sei es ein neues Produkt einer Firma oder ein politisches Programm, auf ihre Auswirkungen hin überprüft werden. Die Ergebnisse aus dem Labor können dann auf die Realität übertragen werden und bieten einen guten Anhaltspunkt für die Auswirkungen von Veränderungen.

# 8 Referenzen


Albers, Wulf (1997), "Fundations of a Theory of Prominence in the Decimal System - Part I: Numerical response as a process, exactness, scales, and structure of scales," in IME Working Papers. Bielefeld: Universität Bielefeld.

---- (2000), "The theory of prominence as a tool to model boundedly rational numerical decision processing," in Bounded Rationality: The adaptive tool box, Reinhard Selten und Gerhard Gigerenzer, Eds. Massachusetts: MIT Press.

Albers, Wulf und G. Albers (1983), "On the prominence structure of the decimal system," in Decision Making under Uncertainty, R. W. Scholz et al., Ed. Amsterdam: Elsevier.

Allais, Maurice (1952), "Le comportement de l'homme rationnel devant le risqué: Critique des postulats et axioms de l'ecole americaine," Econometrica, 21 (4), 503-46.

Anderhub, Vital, Werner Güth, Uri Gneezy, und Doron Sonsino (2001), "On the Interaction of Risk and Time Preferences: An Experimental Study," German Economic Review, 2 (3), 239-53.

Andersen, Steffen, Glenn W. Harrison, Morten I. Lau, und E. Elisabeth Rutström (2008), "Eliciting risk and time preferences," Econometrica, 76 (3), 583-618.

Arrow, Kenneth J. (1951), Social Choice and Individual Values. New York: Wiley.

Aumann, Robert J. (1977), "The St. Petersburg Paradox: A discussion of some recent comments," Journal of Economic Theory, 14 (2), 443-45.

Bar-Hillel, Maya und Efrat Neter (1996), "Why are people reluctant to exchange lottery tickets?," Journal of Personality and Social Psychology, 70 (1), 17-27.

Barnes, Jim D. und James E. Reinmuth (1976), "Comparing imputed and actual utility functions in a competitive bidding setting," Decision Sciences, 7 (4), 801-12.

Becker, Gary S. (1965), "A theory of the allocation of time," Economic Journal, 75 (299), 493-517.

Becker, Gordon, Morris DeGroot, und Jakob Marschak (1963), "Measuring Utility by a Single-Response Sequential Method," Behavioral Science, 9 (1), 226-32.

Bell, David E. (1985), "Disappointment in decision making under uncertainty," Operations Research, 33 (1), 1-27.

---- (1982), "Regret in decision making under uncertainty," Operations Research, 30 (5), 961-81.

Benzion, Uri, Amnon Rapoport, und Joseph Yagil (1989), "Discount Rates Inferred from Decisions: An Experimental Study," Management Science, 35 (3), 270-84.

Bernoulli, Daniel (1738/1954), "Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk," Econometrica, 22 (1), 23-36.

---- (1954), "Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk," Econometrica, 22 (1), 23-36.

Blavatskyy, Pavlo R. (2005), "Back to the St. Petersburg Paradox?," Management Science, 51 (4), 677-78.

Bleichrodt, Han und Martin Filko (2008), "New tests of QALYs when health varies over time," Journal of Health Economics, 27 (2), 1237-49.

Bleichrodt, Han, Kirsten I. M. Rohde, und Peter Wakker (2008), "Non-Hyperbolic Time Inconsistency," in Games and Economic Behavior.

Brito, D. L. (1975), "Becker's Theory of the allocation of time and the St. Petersburg Paradox," Journal of Economic Theory, 10 (1), 123-26.

Brocas, Isabelle und Juan D. Carrillo (2005), "A theory of haste," Journal of Economic Behavior & Organization, 56 (1), 1-23.

Camerer, Colin (1998), "Bounded rationality in individual decision making," Experimental Economics, 1 (2), 163-83.

Choi, James J., David Laibson, und Brigitte C. Madrian (2005), "Reducing the Complexity Costs of 401(k) Participation Through Quick Enrolement™," in Developments in the Economics of Aging, David A. Wise, Ed. Chicago: University of Chicago Press.

Cowen, Tyler und Jack High (1988), "Time, Bounded Utility, und the St. Petersburg Paradox," Theory and Decision, 25 (3), 219-33.

Cox, James C. und Vjollca Sadiraj (2008), "Risky Decisions in the Large and in the Small," in Risk Aversion in Experiments, James C. Cox und Glenn W. Harrison, Eds. Emerald: Bingley.

Cox, James C., Vjollca Sadiraj, und Bodo Vogt (2009), "On the empirical relevance of St. Petersburg lotteries," Economics Bulletin, 29 (1), 221-27.

Cox, James C., Vjollca Sadiraj, Bodo Vogt, und Utteeyo Dasgupta (2008), "Is there a plausible theory for decision under risk," in Experimental Economics Center Working Paper. Atlanta: Georgia State University.

Cubitt, Robin P., Chris Starmer, und Robert Sugden (2001), "Discovered preferences and the experimental evidence of violations of expected utility theory," Journal of Economic Methodology, 8 (3), 385-414.

Ellsberg, Daniel (1961), "Risk, Ambiguity, and the Savage Axioms," Quarterly Journal of Economics, 75 (4), 643-69.

Fechner, Gustav T. (1860/1968), In Sachen der Psychophysik. Amsterdam: E.J. Bonset.

Fudenberg, Drew und David K. Levine (2006), "A Dual-Self Model of Impulse Control," American Economic Review, 96 (5), 1449-76.

Galanter, Eugene und Patricia Pilner (1974), "Cross-modality matching of money against other continua," in Sensation and Measurement, H. Moskowitz und B. Scharf und J. C. Stevens, Eds. New York: Springer.

Gilboa, Itzhak und David Schmeidler (1995), "Case-based decision theory," Quarterly Journal of Economics, 110 (3), 605-40.

Greiner, Ben (2004), "The Online Recruitment System ORSEE 2.0 - A Guide for the Organization of Experiments in Economics," in Working Paper Series of Economics. Cologne: University of Cologne.

Grether, David M. und Charles R. Plott (1979), "Economic Theory of Choice and the Preference Reversal Phenomenon," American Economic Review, 69 (4), 623-38.

Greyson, C. Jackson (1960), Decisions Under Uncertainty: Drilling Decisions by Oil and Gas Operators. Massachusetts: Camebridge.

Hacking, Ian (1980), "Strange Expectations," Philosophy of Science, 47 (4), 562-67.

Halter, Albert N. und Gerald W. Dean (1971), Decisions under Uncertainty. Cincinnati: South Western Publishing Co.

Harris, Christopher und David Laibson (2001), "Dynamic Choices of Hyperbolic Consumers," Econometrica, 69 (4), 935 - 57.

Holt, Charles A. und Susan K. Laury (2002), "Risk Aversion and Incentive Effects," American Economic Review, 92 (5), 1644-55.

---- (2005), "Risk Aversion and Incentive Effects: New Data without Order Effects," American Economic Review, 95 (3), 902-04.

Irons, B. E. N. und Cameron Hepburn (2007), "Regret Theory and the Tyranny of Choice," Economic Record, 83 (261), 191-203.

Kahneman, Daniel und Jack L. Knetsch (1991), "The Endowment Effect, Loss Aversion, and Status Quo Bias," Journal of Economic Perspectives, 5 (1), 193-206.

Kahneman, Daniel und Amos Tversky (1992), "Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty," Journal of Risk and Uncertainty, 5 (1), 297-323.

---- (1979), "Prospect Theory: An analysis of decision under risk," Econometrica, 47 (2), 263-92.

Khwaja, Ahmed, Dan Silverman, und Frank Sloan (2007), "Time preference, time discounting, and smoking decisions," Journal of Health Economics, 26 (5), 927-49.

Kirby, Kris N. (1997), "Bidding on the Future: Evidence Against Normative Discounting of Delayed Rewards," Journal of Experimental Psychology: General, 126 (1), 54-70.

Köbberling, Veronika und Peter Wakker (2005), "An index of loss aversion," Journal of Economic Theory, 122 (1), 119-31.

Köszegi, Botond und Matthew Rabin (2007), "Reference-Dependent risk attitudes," American Economic Review, 97 (4), 1047-73.

Laibson, David (1997), "Golden Eggs and Hyperbolic Discounting," Quarterly Journal of Economics, 112 (2), 443-77.

Lichtenstein, Sarah und Paul Slovic (1971), "Reversals of preferences between bids and choices in gambling decisions," Journal of Experimental Psychology, 89 (1), 46-55.

Lindman, Harold R. (1971), " Inconsistent preferences among gambles," Journal of Experimental Psychology, 89 (2), 390-97.

Loewenstein, George und Richard H. Thaler (1989), "Anomalies," Journal of Economic Perspectives, 3 (4), 181-93.

Loomes, Graham C. und David J. Butler (2007), "Imprecision as an account of the preference reversal phenomenon," American Economic Review, 97 (2), 277-97.

Loomes, Graham, Chris Starmer, und Robert Sugden (1992), "Are Preferences Monotonic? Testing some Predictions of Regret Theory," Economica, 59 (233), 17-33.

---- (1991), "Observing violations of transititvity by experimental methods," Econometrica, 59 (2), 425-39.

Loomes, Graham und Robert Sugden (1986), "Disappointment and Dynamic Consistency in Choice under Uncertainty," Review of Economic Studies, 53 (173), 271-82.

---- (1982), "Regret Theory: An alternative theory of rational choice under uncertainty," Economic Journal, 92 (368), 805-24.

Loomes, Graham und Caron Taylor (1992), "Non-Transitive preferences over gains and losses," Economic Journal, 102 (411), 357-65.

Morgenstern, Ralf, Marcus Heldmann, Thomas Münte, und Bodo Vogt (2009), "Evaluation of Probabilities and Brain Activity - An EEG-Study," in Brain Informatics, Ning Zhong und Kuncheng Li und Shengfu Lu und Lin Chec (Eds.). Bejing: Springer-Verlag.

Mortimer, Duncan und Leonie Segal (2008), "Comparing the Incomparable? A Systematic Review of Competing Techniques for Converting Descriptive Measures of Health Status into QALY-Weights," Medical Decision Making, 28 (1), 66-89.

Moskowitz, Herbert (1974), "Effects of problem presentation and feedback on rational behavior in Allais and Morlat type problems," Decision Sciences, 5 (2), 225-42.

Myatt, David P. (2007), "On the Theory of strategic voting," Review of Economic Studies, 74 (1), 255-81.

O'Donoghue, Ted und Matthew Rabin (2001), "Choice and Procrastination," Quarterly Journal of Economics, 116 (1), 121-60.

---- (1999), "Doing It Now or Later," American Economic Review, 89 (1), 103-24.

Phleps, E. M. und R. A. Pollak (1968), "On Second-Best National Saving and Game Equilibrium Groth," Review of Economic Studies, 35 (2), 201-08.

Pilskin, Joseph S., Donald S. Shepard, und Milton C. Weinstein (1980), "Utility Functions for Life Years and Health Status," Operations Research, 28 (1), 206-24.

Quiggin, John (1982), "A Theory of Anticipated Utility," Journal of Economic Behavior & Organization, 3 (4), 323-43.

Rieger, Marc Oliver und Mei Wang (2006), "Cumulative Prospect Theory and the St. Petersburg Paradox," Economic Theory, 28 (3), 665-79.

Rubinstein, Ariel (2003), ""Economics and Psychology"? The Case of Hyperbolic Discounting," International Economic Review, 44 (4), 1207-16.

---- (1988), "Similarity and Decision Making Under Risk," Journal of Economic Theory, 46 (1), 145-53.

Samuelson, Paul A. (1937), "A Note on Measurement of Utility," The Review of Economic Studies, 4 (2), 155-61.

---- (1960), "The St. Petersburg Paradox as a Divergent Double Limit," International Economic Review, 1 (1), 31-37.

---- (1977), "St. Petersburg Paradoxes: Defanged, Dissected, and Historically Described," Journal of Economic Literature, 15 (1), 24-55.

Savage, Leonard J. (1954), The Foundations of Statistics. New York: Wiley.

Schmeidler, David (1989), "Subjective Probability and Expected Utility without Additivity," Econometrica, 57 (3), 571-87.

Shapley, Lloyd S. (1977), "The St. Petersburg Paradox: A Con Game?," Journal of Economic Theory, 14 (2), 439-42.

Simonson, Itamar (1989), "Choice based on Reasons: The Case of Attraction and Compromise Effects," Journal of Consumer Research, 16 (2), 158-74.

Simonson, Itamar und Amos Tversky (1992), "Choice in Context: Tradeoff Contrast and Extremeness Aversion," Journal of Marketing Research, 29 (2), 281-95.

Sinn, Francisca, Sandra J. Milberg, Leonardo D. Epstein, und Ronald C. Goodstein (2007), "Compromising the compromise effect: Brands matter," Marketing Letters, 18 (4), 223-36.

Slovic, Paul und Sarah Lichtenstein (1983), "Preference Reversals: A broader perspective," American Economic Review, 73 (4), 596-605.

Slovic, Paul und Amos Tversky (1974), "Who accepts Savage's axiom?," Behavioral Science, 19 (6), 368-73.

Strotz, R. H. (1955), "Myopia and Inconsistency in Dynamic Utility Maximization," The Review of Economic Studies, 23 (3), 165-80.

Sugden, Robert (1993), "An axiomatic foundation for regret theory," Journal of Economic Theory, 60 (1), 159-80.

Swalm, Ralph O. (1966), "Utility Theory: Insights into risk taking," Harvard Business Review, 44 (6), 123-36.

Thaler, Richard (1981), "Some Empirical Evidence on Dynamic Inconsistency," Economic Letters, 8 (3), 201-07.

Tversky, Amos (1972), "Elimination by aspects: A theory of choice," Psychological Review, 79 (4), 281-99.

Tversky, Amos und Daniel Kahneman (1981), "The framing of decisions and the psychology of choice," Science, 211 (4481), 453-58.

Vogt, Bodo (1995), Zur Gleichgewichtsauswahl in 2-x-2-Bimatrixspielen. Göttingen: Cuvillier.

Vogt, Bodo und Wulf Albers (2001), "Selection between Pareto optimal outcome with and without the right to make a proposal," Homo Oeconomicus, 18 (1), 77-90.

von Neumann, John und Oscar Morgenstern (1944), Theory of games and economic behavior. Princeton New Jersey: Priceton University Press.

Weber, Elke U. und Richard A. Milliman (1997), "Perceived risk attitudes: Relating risk perception to risky choice," Management Science, 43 (2), 123-45.

Weirich, Paul (1984), "The St. Petersburg Gamble and Risk," Theory and Decision, 17 (2), 193-202.

Yaari, Menahem E. (1987), "The Dual Theory of choice under risk," Econometrica, 55 (1), 95-115.

# 9 Anhang

## A 1. Experimentalanleitung: Präferenzen für Wartezeit

Für die Teilnahme an diesem Experiment bekommen Sie von den Experimentatoren zu Beginn eine Auszahlung von 6 Euro. Ihre Entscheidungen legen dabei fest, wie lange das Experiment dauert.

Dabei bitten wir Sie im Folgenden aus zwei Lotterien zu wählen. Die Lotterien sind dabei alle vom folgenden Typ:

| Wahrscheinlichkeit | p % | (100-p) % |
|---|---|---|
| Wartezeit [in Min] | $Z_1$ | $Z_2$ |

Dabei bezeichnet p die Wahrscheinlichkeit, mit der Sie die Zeit $Z_1$ warten müssen und (100-p) die Wahrscheinlichkeit, mit der Sie die Zeit $Z_2$ warten müssen.

Im Beispiel

| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Wartezeit [in Min] | 0 | 30 |

müssen Sie mit der Wahrscheinlichkeit 90% eine Wartezeit von 0 Minuten und mit der Wahrscheinlichkeit 10% eine Wartezeit von 30 Minuten verstreichen lassen, bis Sie das Experiment verlassen können. Nur eine der Wartezeiten gilt dabei.

Stellen Sie sich eine Urne mit 100 Kugeln vor. Dabei sind p (im Beispiel 90) rot und 100-p (im Beispiel 10) blau. Eine Kugel wird gezogen. Bei rot müssen Sie $Z_1$ (im Beispiel 0 Minuten), bei blau $Z_2$ (im Beispiel 30 Minuten) warten, bis Sie das Experimentallabor verlassen können.

Bitte wählen Sie im Folgenden immer zwischen den drei angebotenen Alternativen. Sollten Sie zwischen zwei Alternativen indifferent / unentschlossen sein, kennzeichnen Sie dies bitte durch ein Kreuz bei „egal".

Nachdem Sie alle 10 Entscheidungen getroffen haben, wird eine ausgewählt. Dies geschieht durch ziehen einer Kugel aus einer Urne mit 10 nummerierten Bällen. Die Zahl auf dem Ball gibt die Entscheidung an, die real wird. Die von Ihnen bei dieser Wahl bevorzugte Lotterie wird gespielt. Falls es Ihnen egal war welche von zwei Alternativen Sie bekommen, bestimmt ein Münzwurf, welche Lotterie Sie erhalten. Nachdem für alle Teilnehmer die gewählte Lotterie gespielt wurde, beginnt für alle Teilnehmer die Wartezeit. Der Experimentator gibt Ihnen Bescheid, sobald Ihre Wartezeit verstrichen ist.

| **1** | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 10 % | 90 % | 10 % | 90 % | | | |
| | Wartezeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| **2** | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 20 % | 80 % | 20 % | 80 % | | | |
| | Wartezeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| **3** | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 30 % | 70 % | 30 % | 70 % | | | |
| | Wartezeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| **4** | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 40 % | 60 % | 40 % | 60 % | | | |
| | Wartezeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| **5** | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % | 50 % | 50 % | | | |
| | Wartezeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| **6** | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 60 % | 40 % | 60 % | 40 % | | | |
| | Wartezeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| 7 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 70 % | 30 % | 70 % | 30 % | | | |
| | Wartezeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| 8 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 80 % | 20 % | 80 % | 20 % | | | |
| | Wartezeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| 9 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % | 90 % | 10 % | | | |
| | Wartezeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| 10 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 100 % | 0 % | 100 % | 0 % | | | |
| | Wartezeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

## A 2. Experimentalanleitung: Präferenzen für zusätzliche Arbeitszeit

Dieses Experiment besteht aus zwei Teilen (Teil A und Teil B). Im Teil B bekommen Sie eine Aufgabe gestellt, wobei Ihre Auszahlung am Ende des Experiments davon abhängt, wie erfolgreich Sie diese Aufgabe bearbeiten. In Teil A treffen Sie Entscheidungen darüber, wie viel Zeit Sie für die Bearbeitung der Aufgabe in Teil B zur Verfügung haben.

**Teil B:**

Im Experiment werden Sie einen Test bearbeiten. Ihre Auszahlung hängt dabei von Ihrem Erfolg in diesem Test ab.

Die Anleitung für diesen Test lautet wie folgt:

Der folgende Test besteht aus 40 Aufgaben. Sie haben genau 30 Minuten Zeit, um die Aufgaben zu bearbeiten, arbeiten Sie so schnell wie möglich. Es wird Ihnen nicht gelingen, alle 40 Aufgaben in der angegebenen Zeit zu lösen, lassen Sie sich dadurch nicht aus der Ruhe bringen.

Bearbeiten Sie alle Aufgaben in der gegebenen Reihenfolge, halten Sie sich aber nicht zu lange an einer Aufgabe auf. Vergessen Sie nicht, dass die Aufgaben im Großen und Ganzen gegen Ende des Tests immer schwieriger werden.

Es gibt keine Aufgabe ohne eine sinnvolle Lösung, wohl aber Aufgaben mit mehreren Lösungen, die mehr oder weniger gut sind. Meist wird nur die beste Antwort – die Antwort, die die meiste Information verwertet – als richtig gezählt. Gute Antworten sind aber immer richtig. Versuchen Sie immer zuerst zu verstehen, was bei einer Aufgabe gefragt ist.

Ihre Antwort besteht entweder im Unterstreichen einer vorgegebenen Antwortmöglichkeit oder im Hinschreiben einer Zahl, eines Buchstabens oder eines kurzen Wortes.

Die Punkte in den Klammern stehen für Buchstaben, vier Punkte bedeuten z. B., dass ein Wort mit vier Buchstaben zu suchen ist.

**Auszahlung für den Teil B**

Für jede richtig beantwortete Frage erhalten Sie einen Punkt. Für jede falsch beantwortete Frage bekommen Sie einen halben Punkt abgezogen. Für nicht beantwortete Fragen gibt es keine Punkte. Ihre Auszahlung errechnet sich wie folgt:

$$\frac{(Punktzahl - 6) \times 2{,}5}{10} + 9 = Geldbetrag\ in\ Euro$$

Die folgende Tabelle gibt die Formel wieder:

| Anzahl richtiger Anworten | Auszahlung in Eurocent |
|---|---|
| 6 | 900 |
| 7 | 925 |
| 8 | 950 |
| 9 | 975 |
| 10 | 1.000 |
| 11 | 1.025 |
| 12 | 1.050 |
| 13 | 1.075 |
| 14 | 1.100 |
| 15 | 1.125 |
| 16 | 1.150 |
| 17 | 1.175 |
| 18 | 1.200 |
| 19 | 1.225 |
| 20 | 1.250 |
| 21 | 1.275 |
| 22 | 1.300 |
| 23 | 1.325 |
| 24 | 1.350 |

| | |
|---|---|
| 25 | 1.375 |
| 26 | 1.400 |
| 27 | 1.425 |
| 28 | 1.450 |
| 29 | 1.475 |
| 30 | 1.500 |
| 31 | 1.525 |
| 32 | 1.550 |
| 33 | 1.575 |
| 34 | 1.600 |
| 35 | 1.625 |
| 36 | 1.650 |
| 37 | 1.675 |
| 38 | 1.700 |
| 39 | 1.725 |
| 40 | 1.750 |

## Teil A:

Bevor Sie mit der Bearbeitung des Tests beginnen, treffen Sie Entscheidungen über eine mögliche Reduktion oder Erhöhung der Ihnen zur Verfügung stehenden Bearbeitungszeit.

Dabei bitten wir Sie im Folgenden aus zwei Lotterien zu wählen. Die Lotterien sind dabei alle vom folgenden Typ:

| Wahrscheinlichkeit | p % | (100-p) % |
|---|---|---|
| Bearbeitungszeit [in Min] | $Z_1$ | $Z_2$ |

Dabei bezeichnet p die Wahrscheinlichkeit, mit der Sie Ihre Bearbeitungszeit um $Z_1$ verändert und (100-p) die Wahrscheinlichkeit, mit der Sie Ihre Bearbeitungszeit um $Z_2$ verändert.

Im Beispiel

| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Bearbeitungszeit [in Min] | 50 | 30 |

Vergrößert sich Ihre Bearbeitungszeit mit der Wahrscheinlichkeit 90% um 50 Minuten und mit der Wahrscheinlichkeit 10% um 30 Minuten. Nur eine der Veränderungen Ihrer Bearbeitungszeit gilt dabei.

Stellen Sie sich eine Urne mit 100 Kugeln vor. Dabei sind p (im Beispiel 90) rot und 100-p (im Beispiel 10) blau. Eine Kugel wird gezogen. Bei rot verändert sich Ihre Bearbeitungszeit um $Z_1$ (im Beispiel 50 Minuten), bei blau verändert sie sich um $Z_2$ (im Beispiel 30 Minuten).

Bitte wählen Sie im Folgenden immer zwischen den zwei angebotenen Alternativen. Sollten Sie zwischen zwei Alternativen indifferent / unentschlossen sein, kennzeichnen Sie dies bitte durch ein Kreuz bei „egal“.

Nachdem Sie alle 20 Entscheidungen getroffen haben, wird eine ausgewählt. Dies geschieht durch ziehen einer Kugel aus einer Urne mit 20 nummerierten Bällen. Die Zahl auf dem Ball gibt die Entscheidung an, die real wird. Die von Ihnen bei dieser Wahl bevorzugte Lotterie wird gespielt. Falls es Ihnen egal war welche von zwei Alternativen Sie bekommen, bestimmt ein Münzwurf, welche Lotterie Sie erhalten. Nachdem für alle Teilnehmer die gewählte Lotterie gespielt wurde, beginnt für alle Teilnehmer der Hauptteil des Experiments. Der Experimentator gibt Ihnen Bescheid, sobald Ihre Bearbeitungszeit abgelaufen ist und wertet anschließend Ihren Test aus. Danach erfolgt die Auszahlung wie oben beschrieben.

## Ihre Entscheidungen (Teil A):

| 1 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 10 % | 90 % | 10 % | 90 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| 2 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 20 % | 80 % | 20 % | 80 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| 3 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 30 % | 70 % | 30 % | 70 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| 4 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 40 % | 60 % | 40 % | 60 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| 5 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % | 50 % | 50 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| 6 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 60 % | 40 % | 60 % | 40 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| 7 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 70 % | 30 % | 70 % | 30 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| 8 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 80 % | 20 % | 80 % | 20 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| 9 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % | 90 % | 10 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

| 10 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 100 % | 0 % | 100 % | 0 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 30 | 40 | 5 | 60 | | | |

## A 3. Zweiter Satz Lotterien für das Experiment zu zusätzlicher Arbeitszeit

| 1 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 10 % | 90 % | 10 % | 90 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 15 | 8 | 25 | 0 | | | |

| 2 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 20 % | 80 % | 20 % | 80 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 15 | 8 | 25 | 0 | | | |

| 3 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 30 % | 70 % | 30 % | 70 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 15 | 8 | 25 | 0 | | | |

| 4 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 40 % | 60 % | 40 % | 60 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 15 | 8 | 25 | 0 | | | |

| 5 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % | 50 % | 50 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 15 | 8 | 25 | 0 | | | |

| 6 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 60 % | 40 % | 60 % | 40 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 15 | 8 | 25 | 0 | | | |

| **7** | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 70 % | 30 % | 70 % | 30 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 15 | 8 | 25 | 0 | | | |

| **8** | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 80 % | 20 % | 80 % | 20 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 15 | 8 | 25 | 0 | | | |

| **9** | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % | 90 % | 10 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 15 | 8 | 25 | 0 | | | |

| **10** | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 100 % | 0 % | 100 % | 0 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | 15 | 8 | 25 | 0 | | | |

## A 4. Experimentalanleitung: Präferenzen für Arbeitszeitabzüge

Dieses Experiment besteht aus zwei Teilen (Teil A und Teil B). Im Teil B bekommen Sie eine Aufgabe gestellt, wobei Ihre Auszahlung am Ende des Experiments davon abhängt, wie erfolgreich Sie diese Aufgabe bearbeiten. In Teil A treffen Sie Entscheidungen darüber, wie viel Zeit Sie für die Bearbeitung der Aufgabe in Teil B zur Verfügung haben.

**Teil B:**

Im Experiment werden Sie einen Test bearbeiten. Ihre Auszahlung hängt dabei von Ihrem Erfolg in diesem Test ab.

Die Anleitung für diesen Test lautet wie folgt:

Der folgende Test besteht aus 40 Aufgaben. Sie haben genau 30 Minuten Zeit, um die Aufgaben zu bearbeiten, arbeiten Sie so schnell wie möglich. Es wird Ihnen nicht gelingen, alle 40 Aufgaben in der angegebenen Zeit zu lösen, lassen Sie sich dadurch nicht aus der Ruhe bringen.

Bearbeiten Sie alle Aufgaben in der gegebenen Reihenfolge, halten Sie sich aber nicht zu lange an einer Aufgabe auf. Vergessen Sie nicht, dass die Aufgaben im Großen und Ganzen gegen Ende des Tests immer schwieriger werden.

Es gibt keine Aufgabe ohne eine sinnvolle Lösung, wohl aber Aufgaben mit mehreren Lösungen, die mehr oder weniger gut sind. Meist wird nur die beste Antwort – die Antwort, die die meiste Information verwertet – als richtig gezählt. Gute Antworten sind aber immer richtig. Versuchen Sie immer zuerst zu verstehen, was bei einer Aufgabe gefragt ist.

Ihre Antwort besteht entweder im Unterstreichen einer vorgegebenen Antwortmöglichkeit oder im Hinschreiben einer Zahl, eines Buchstabens oder eines kurzen Wortes.

Die Punkte in den Klammern stehen für Buchstaben, vier Punkte bedeuten z. B., dass ein Wort mit vier Buchstaben zu suchen ist.

**<u>Auszahlung für den Teil B</u>**

Für jede richtig beantwortete Frage erhalten Sie einen Punkt. Für jede falsch beantwortete Frage bekommen Sie einen halben Punkt abgezogen. Für nicht beantwortete Fragen gibt es keine Punkte. Ihre Auszahlung errechnet sich wie folgt:

$$\frac{(Punktzahl - 6) \times 2{,}5}{10} + 9 = Geldbetrag\ in\ Euro$$

Die folgende Tabelle gibt die Formel wieder:

| Anzahl richtiger Anworten | Auszahlung in Eurocent |
|---|---|
| 6 | 900 |
| 7 | 925 |
| 8 | 950 |
| 9 | 975 |
| 10 | 1.000 |
| 11 | 1.025 |
| 12 | 1.050 |
| 13 | 1.075 |
| 14 | 1.100 |
| 15 | 1.125 |
| 16 | 1.150 |
| 17 | 1.175 |
| 18 | 1.200 |
| 19 | 1.225 |
| 20 | 1.250 |
| 21 | 1.275 |
| 22 | 1.300 |
| 23 | 1.325 |
| 24 | 1.350 |
| 25 | 1.375 |
| 26 | 1.400 |

| | |
|---|---|
| 27 | 1.425 |
| 28 | 1.450 |
| 29 | 1.475 |
| 30 | 1.500 |
| 31 | 1.525 |
| 32 | 1.550 |
| 33 | 1.575 |
| 34 | 1.600 |
| 35 | 1.625 |
| 36 | 1.650 |
| 37 | 1.675 |
| 38 | 1.700 |
| 39 | 1.725 |
| 40 | 1.750 |

**Teil A:**

Bevor Sie mit der Bearbeitung des Tests beginnen, treffen Sie Entscheidungen über eine mögliche Reduktion oder Erhöhung der Ihnen zur Verfügung stehenden Bearbeitungszeit.

Dabei bitten wir Sie im Folgenden aus zwei Lotterien zu wählen. Die Lotterien sind dabei alle vom folgenden Typ:

| Wahrscheinlichkeit | p % | (100-p) % |
|---|---|---|
| Bearbeitungszeit [in Min] | $Z_1$ | $Z_2$ |

Dabei bezeichnet p die Wahrscheinlichkeit, mit der Sie Ihre Bearbeitungszeit um $Z_1$ verändert und (100-p) die Wahrscheinlichkeit, mit der Sie Ihre Bearbeitungszeit um $Z_2$ verändert.

Im Beispiel

| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Bearbeitungszeit [in Min] | 50 | -30 |

Vergrößert sich Ihre Bearbeitungszeit mit der Wahrscheinlichkeit 90% um 50 Minuten und mit der Wahrscheinlichkeit 10% verringert sie sich um 30 Minuten. Nur eine der Veränderungen Ihrer Bearbeitungszeit gilt dabei.

Stellen Sie sich eine Urne mit 100 Kugeln vor. Dabei sind p (im Beispiel 90) rot und 100-p (im Beispiel 10) blau. Eine Kugel wird gezogen. Bei rot verändert sich Ihre Bearbeitungszeit um $Z_1$ (im Beispiel 50 Minuten), bei blau verändert sie sich um $Z_2$ (im Beispiel -30 Minuten).

Bitte wählen Sie im Folgenden immer zwischen den zwei angebotenen Alternativen. Sollten Sie zwischen zwei Alternativen indifferent / unentschlossen sein, kennzeichnen Sie dies bitte durch ein Kreuz bei „egal“.

Nachdem Sie alle 10 Entscheidungen getroffen haben, wird eine ausgewählt. Dies geschieht durch ziehen einer Kugel aus einer Urne mit 10 nummerierten Bällen. Die Zahl auf dem Ball gibt die Entscheidung an, die real wird. Die von Ihnen bei dieser Wahl bevorzugte Lotterie wird gespielt. Falls es Ihnen egal war welche von zwei Alternativen Sie bekommen, bestimmt ein Münzwurf, welche Lotterie Sie erhalten. Nachdem für alle Teilnehmer die gewählte Lotterie gespielt wurde, beginnt für alle Teilnehmer der Teil B des Experiments. Der Experimentator gibt Ihnen Bescheid, sobald Ihre Bearbeitungszeit abgelaufen ist und wertet anschließend Ihren Test aus. Danach erfolgt die Auszahlung wie oben beschrieben.

**Ihre Entscheidungen (Teil A):**

| 1 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 10 % | 90 % | 10 % | 90 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | -15 | -8 | -25 | 0 | | | |

| 2 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 20 % | 80 % | 20 % | 80 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | -15 | -8 | -25 | 0 | | | |

| 3 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 30 % | 70 % | 30 % | 70 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | -15 | -8 | -25 | 0 | | | |

| 4 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 40 % | 60 % | 40 % | 60 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | -15 | -8 | -25 | 0 | | | |

| 5 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % | 50 % | 50 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | -15 | -8 | -25 | 0 | | | |

| 6 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 60 % | 40 % | 60 % | 40 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | -15 | -8 | -25 | 0 | | | |

| 7 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 70 % | 30 % | 70 % | 30 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | -15 | -8 | -25 | 0 | | | |

| 8 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 80 % | 20 % | 80 % | 20 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | -15 | -8 | -25 | 0 | | | |

| 9 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % | 90 % | 10 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | -15 | -8 | -25 | 0 | | | |

| 10 | | Alternative A | | Alternative B | | A | B | Egal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Wahrscheinlichkeit | 100 % | 0 % | 100 % | 0 % | | | |
| | Bearbeitungszeit [in Min.] | -15 | -8 | -25 | 0 | | | |

## A 5. Experimentalanleitung: St. Petersburg Spiel mit monetären Verlusten

Sie nehmen an einem Experiment zur Untersuchung von Verhalten bei Risiko teil. Wir bieten Ihnen im Folgenden eine Reihe von Spielen an und bitten Sie jeweils zu entscheiden, ob Sie an diesem Spiel teilnehmen wollen oder nicht.

Für Ihre Entscheidungen wird eine Münze maximal 9mal geworfen. Ihre Auszahlung hängt davon ab, wann das erste Mal *Kopf* fällt. Wenn *Kopf* das erste Mal beim n-ten Wurf fällt, müssen Sie $2^n$ Euro bezahlen. Dieses ist in Tabelle 1 dargestellt:

Tabelle 1:

| *Kopf* erscheint das erste Mal bei Wurf: | Wahrscheinlichkeit, dass es eintritt | Auszahlung [in Euro] |
|---|---|---|
| 1 | 0,5 | -2 |
| 2 | 0,25 | -4 |
| 3 | 0,125 | -8 |
| 4 | 0,0625 | -16 |
| 5 | 0,03125 | -32 |
| 6 | 0,015625 | -64 |
| 7 | 0,0078125 | -128 |
| 8 | 0,0039062 | -256 |
| 9 | 0,0019531 | -512 |
| Gar nicht | | +/-0 |

Es werden Ihnen verschiedene Spiele angeboten, die sich in der Anzahl der maximalen Würfe einer Münze unterscheiden. Weiterhin bekommen Sie jeweils für die Teilnahme am Spiel eine weitere Auszahlung, können aber auch Geld verlieren:

Tabelle 2:

| Maximale Anzahl der Würfe | Sie bekommen für die Teilnahme die Auszahlung [in Euro] | Nehme an dem Spiel teil: Ja/Nein |
|---|---|---|
| 1 | +1 | |
| 2 | +2 | |
| 3 | +3 | |
| 4 | +4 | |
| 5 | +5 | |
| 6 | +6 | |
| 7 | +7 | |
| 8 | +8 | |
| 9 | +9 | |

Wenn Sie sich zum Beispiel entscheiden am Spiel mit maximal 4 Würfen teilzunehmen, wird viermal geworfen. Ihre Auszahlung ergibt sich aus Tabelle 1. Ihre Auszahlung vor dem Werfen ist 4 Euro. Erscheint beim ersten Wurf *Kopf* zahlen Sie 2 Euro an den Experimentatoren, egal, was später geworfen wird. Erscheint beim ersten Mal *Zahl* und beim zweiten Mal *Kopf* zahlen Sie 4 Euro an den Experimentatoren, egal, was nachher geworfen wird. Erscheint bei den ersten beiden Würfen *Zahl* und dann *Kopf*, so zahlen Sie 8 Euro an den Experimentatoren, egal, was später geworfen wird. Erscheint dreimal *Zahl* und dann *Kopf*, so zahlen Sie 16 Euro an den Experimentatoren. Wenn *Kopf* nicht geworfen wird zahlen Sie nichts und Ihre Auszahlung ist 4 Euro.

**Auszahlung**

Nachdem Sie Ihre Entscheidung getroffen haben, wird eine Ihrer Wahlentscheidungen zufällig ausgewählt und Ihre Entscheidung ist bindend für diese Zeile. Die Auswahl der Zeile der Tabelle geschieht durch Ziehen einer Kugel aus einer Urne, in der Bälle mit den Zahlen 1 bis 9 sind. Die Zahl auf der gezogenen Kugel gibt die gewählte Zeile an.

Wenn zum Beispiel, die Reihe 6 gewählt wird, und Sie in Reihe 6

(a) “Nein” gewählt haben, wird die Münze nicht geworfen und es erfolgt keine Auszahlung.

(b) wenn Sie in Reihe 6 “Ja” gewählt haben, bekommen Sie vom Experimentator 6 Euro ausgezahlt und eine Münze wird maximal 6 mal geworfen, mit den in Tabelle 1 dargestellten möglichen Ergebnissen.

Anfallende Verluste sind wirklich real zu bezahlen.

## A 6. Experimentalanleitung: St. Petersburg Spiel mit Wartezeiten [Basiszeit: 10 Minuten]

Sie bekommen für die Teilnahme an diesem Experiment 8 Euro. Im Folgenden treffen Sie Entscheidungen darüber, wie lange das Experiment für Sie dauert. Nachdem alle Ihre Entscheidungen getroffen haben, warten Sie 10 Minuten.

Für Ihre Entscheidungen wird eine Münze maximal 9mal geworfen. Ihre Wartezeit hängt davon ab, wann das erste Mal *Kopf* fällt. Wenn *Kopf* das erste Mal beim n-ten Wurf fällt, müssen Sie $2^n$ Minuten zusätzlich warten. Dieses ist in Tabelle 1 dargestellt:

Tabelle 1:

| *Kopf* erscheint das erste Mal bei Wurf: | Wahrscheinlichkeit, dass es eintritt | Zusätzliche Wartezeit [in Minuten] |
|---|---|---|
| 1 | 0,5 | 2 |
| 2 | 0,25 | 4 |
| 3 | 0,125 | 8 |
| 4 | 0,0625 | 16 |
| 5 | 0,03125 | 32 |
| 6 | 0,015625 | 64 |
| 7 | 0,0078125 | 128 |
| 8 | 0,0039062 | 256 |
| 9 | 0,0019531 | 512 |
| Gar nicht | | +/-0 |

Es werden Ihnen verschiedene Spiele angeboten, die sich in der Anzahl der maximalen Würfe einer Münze und Ihrer potenziell eingesparten Wartezeit unterscheiden:

Tabelle 2:

| Maximale Anzahl der Würfe | Sie bekommen für die Teilnahme Wartezeit erlassen [in Minuten] | Nehme an dem Spiel teil: Ja/Nein |
|---|---|---|
| 1 | 1 | |
| 2 | 2 | |
| 3 | 3 | |
| 4 | 4 | |
| 5 | 5 | |
| 6 | 6 | |
| 7 | 7 | |
| 8 | 8 | |
| 9 | 9 | |

Wenn Sie sich zum Beispiel entscheiden am Spiel mit maximal 4 Würfen teilzunehmen, wird viermal geworfen. Ihre Wartezeit ergibt sich aus Tabelle 1. Ihre Wartezeit vor dem Werfen ist 10-4 = 6 Minuten. Erscheint beim ersten Wurf *Kopf* warten Sie 2 Minuten zusätzlich, egal, was später geworfen wird. Erscheint beim ersten Mal *Zahl* und beim zweiten Mal *Kopf* warten Sie 4 Minuten länger, egal, was nachher geworfen wird. Erscheint bei den ersten beiden Würfen *Zahl* und dann *Kopf*, so warten Sie 8 Minuten zusätzlich, egal, was später geworfen wird. Erscheint dreimal *Zahl* und dann *Kopf*, so warten Sie zusätzlich 16 Minuten. Wenn *Kopf* nicht geworfen wird bleibt Ihre Wartezeit bei 6 Minuten.

**Auszahlung**

Nachdem Sie Ihre Entscheidung getroffen haben, wird eine Ihrer Wahlentscheidungen zufällig ausgewählt und Ihre Entscheidung ist bindend für diese Zeile. Die Auswahl der Zeile der Tabelle geschieht durch Ziehen einer Kugel aus einer Urne, in der Bälle mit den Zahlen 1 bis 9 sind. Die Zahl auf der gezogenen Kugel gibt die gewählte Zeile an.

Wenn zum Beispiel, die Reihe 6 gewählt wird, und Sie in Reihe 6

(a) “Nein” gewählt haben, wird die Münze nicht geworfen und es erfolgt keine Veränderung der Wartezeit, Sie warten 10 Minuten.

(b) wenn Sie in Reihe 6 “Ja” gewählt haben, erlässt der Experimentator Ihnen 6 Minuten von Ihrer Wartezeit und eine Münze wird maximal 6 mal geworfen, mit den in Tabelle 1 dargestellten möglichen Ergebnissen für Ihre zusätzliche Wartezeit.

## A 7. Experimentalanleitung: St. Petersburg Spiel mit Wartezeiten [Basiszeit: 45 Minuten]

Sie bekommen für die Teilnahme an diesem Experiment 8 Euro. Im Folgenden treffen Sie Entscheidungen darüber, wie lange das Experiment für Sie dauert. Nachdem alle Ihre Entscheidungen getroffen haben, warten Sie 45 Minuten.

Für Ihre Entscheidungen wird eine Münze maximal 9mal geworfen. Ihre Wartezeit hängt davon ab, wann das erste Mal *Kopf* fällt. Wenn *Kopf* das erste Mal beim n-ten Wurf fällt, müssen Sie $2^n$ Minuten zusätzlich warten. Dieses ist in Tabelle 1 dargestellt:

Tabelle 1:

| *Kopf* erscheint das erste Mal bei Wurf: | Wahrscheinlichkeit, dass es eintritt | Zusätzliche Wartezeit [in Minuten] |
|---|---|---|
| 1 | 0,5 | 2 |
| 2 | 0,25 | 4 |
| 3 | 0,125 | 8 |
| 4 | 0,0625 | 16 |
| 5 | 0,03125 | 32 |
| 6 | 0,015625 | 64 |
| 7 | 0,0078125 | 128 |
| 8 | 0,0039062 | 256 |
| 9 | 0,0019531 | 512 |
| Gar nicht | | +/-0 |

Es werden Ihnen verschiedene Spiele angeboten, die sich in der Anzahl der maximalen Würfe einer Münze und Ihrer potenziell eingesparten Wartezeit unterscheiden:

Tabelle 2:

| Maximale Anzahl der Würfe | Sie bekommen für die Teilnahme Wartezeit erlassen [in Minuten] | Nehme an dem Spiel teil: Ja/Nein |
|---|---|---|
| 1 | 1 | |
| 2 | 2 | |
| 3 | 3 | |
| 4 | 4 | |
| 5 | 5 | |

| | | |
|---|---|---|
| 6 | 6 | |
| 7 | 7 | |
| 8 | 8 | |
| 9 | 9 | |

Wenn Sie sich zum Beispiel entscheiden am Spiel mit maximal 4 Würfen teilzunehmen, wird viermal geworfen. Ihre Wartezeit ergibt sich aus Tabelle 1. Ihre Wartezeit vor dem Werfen ist 45-4 = 41 Minuten. Erscheint beim ersten Wurf *Kopf* warten Sie 2 Minuten zusätzlich, egal, was später geworfen wird. Erscheint beim ersten Mal *Zahl* und beim zweiten Mal *Kopf* warten Sie 4 Minuten länger, egal, was nachher geworfen wird. Erscheint bei den ersten beiden Würfen *Zahl* und dann *Kopf*, so warten Sie 8 Minuten zusätzlich, egal, was später geworfen wird. Erscheint dreimal *Zahl* und dann *Kopf*, so warten Sie zusätzlich 16 Minuten. Wenn *Kopf* nicht geworfen wird bleibt Ihre Wartezeit bei 41 Minuten.

**Auszahlung**

Nachdem Sie Ihre Entscheidung getroffen haben, wird eine Ihrer Wahlentscheidungen zufällig ausgewählt und Ihre Entscheidung ist bindend für diese Zeile. Die Auswahl der Zeile der Tabelle geschieht durch Ziehen einer Kugel aus einer Urne, in der Bälle mit den Zahlen 1 bis 9 sind. Die Zahl auf der gezogenen Kugel gibt die gewählte Zeile an.

Wenn zum Beispiel, die Reihe 6 gewählt wird, und Sie in Reihe 6

(a) "Nein" gewählt haben, wird die Münze nicht geworfen und es erfolgt keine Veränderung der Wartezeit, Sie warten 45 Minuten.

(b) wenn Sie in Reihe 6 "Ja" gewählt haben, erlässt der Experimentator Ihnen 6 Minuten von Ihrer Wartezeit und eine Münze wird maximal 6 mal geworfen, mit den in Tabelle 1 dargestellten möglichen Ergebnissen für Ihre zusätzliche Wartezeit.

## A 8. Experimentalanleitung: Irrelevante Alternative – Bewertungsmethode Tisch mit Casinobedingung für eine Lotterie

Sie nehmen an einem Experiment zur Untersuchung von Verhalten bei Risiko teil.

Wir bitten Sie im Folgenden zwischen Lotterien zu wählen. Diese sind alle vom folgenden Typ:

| Wahrscheinlichkeit | p % | (100-p) % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | $G_1$ | $G_2$ |

Dabei bezeichnet p die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_1$ gewonnen wird und (100-p) die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_2$ gewonnen wird.

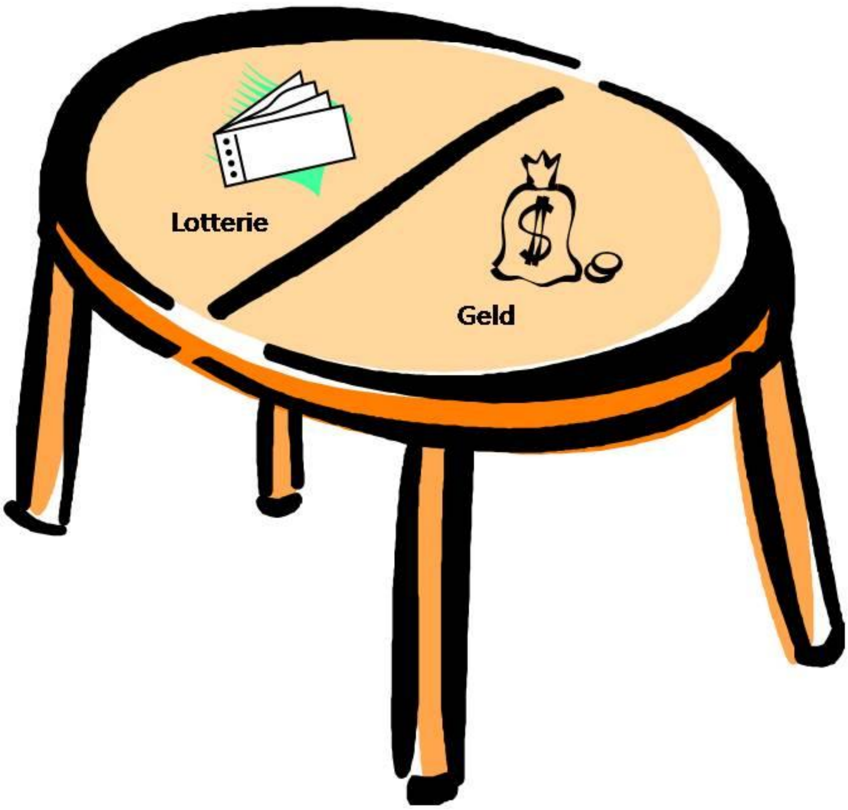
Im Beispiel

| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | 1.000 | 0 |

wird mit Wahrscheinlichkeit 90% der Geldbetrag 1.000 Euro gewonnen und mit der Wahrscheinlichkeit 10% der Geldbetrag 0 Euro. Nur ein Betrag wird ausbezahlt.

Stellen Sie sich eine Urne mit 100 Kugeln vor. Dabei sind p (im Beispiel: 90) rot und 100-p (im Beispiel: 10) blau. Eine Kugel wird gezogen. Bei rot wird $G_1$ (im Beispiel: 1.000 Euro), bei blau $G_2$ (im Beispiel: 0 Euro) gezahlt.

Auf einem Tisch liegt ein Lotterieticket, daneben liegt Geld.




Sie können das Lotterieticket bekommen oder das Geld. Bei welchem Geldbetrag X ist es Ihnen egal, ob Sie das Geld oder das Lotterieticket erhalten? D.h. für kleine Beträge als X wählen Sie die Lotterie und für große Beträge als X wählen Sie das Geld. Probieren Sie verschiedene Beträge aus bevor Sie antworten. Falls es Ihnen für verschiedene Beträge egal ist geben Sie bitte den kleinsten und größten Betrag an.

Die Lotterie lautet:

| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | 1.000 | 0 |

Wie groß muss der Geldbetrag sein, damit es Ihnen egal ist, ob Sie das Lotterieticket oder den Geldbetrag bekommen?

Geldbetrag X: ___________________

**Auszahlung:**

Für jeden Teilnehmer wird der Experimentator an einem der vier amerikanischen Roulettetische im Magdeburger Casino 5 Euros auf die Zahl 19 setzen. Die Wahrscheinlichkeit zu gewinnen ist 1/38. Wenn der Einsatz gewinnt, erfolgt eine Auszahlung von 35 für 1. Wenn der erste Einsatz gewinnt, wird der Experimentator den gesamten Gewinn auf Nummer 23 setzen. Wenn sowohl der erste als auch der zweite Einsatz gewinnen, dann erfolgt eine Auszahlung von 35x35x5 Euros = 6.125 Euros. In diesem Fall wird eine Ihrer Wahlen in Euro ausbezahlt, andernfalls wird keine Wahl ausbezahlt.

Die Auszahlung der Entscheidung wie folgt durchgeführt. Wir betrachten die gewählte Entscheidung, z.B. für

[1.000 (50 %); 0 (50 %)]

Dann wird aus einer Urne, in der sich Bälle befinden, auf denen die Zahlen 10, 20, 30, 40, 50 usw. bis 1.000 stehen, ein Ball gezogen. Dann betrachten wir die Entscheidung:

| | |
|---|---|
| wollen Sie lieber die Lotterie | oder den Betrag |
| [1.000 (50 %); 0 (50 %)] | der auf dem gezogenen Ball steht |

Was Sie lieber wollen, erhalten Sie dann. Durch Ihre Angabe auf dem Fragebogen steht Ihre Entscheidung fest: Ist das X, das Sie dort angeben, kleiner als der Betrag auf dem Ball, so erhalten Sie den Betrag, der auf dem gezogenen Ball steht. Da es Ihnen bei X egal ist, was Sie erhalten, wählen Sie ja für höhere Beträge als X das Geld. Im anderen Fall erhalten Sie die Lotterie. Wird Ihr X gezogen, entscheidet ein Münzwurf, was Sie erhalten.

Die Lotterie wird ausgespielt wie im Fragebogen angegeben.

Wir werden zufällig drei der Teilnehmer des Experiments auswählen, die uns ins Casino begleiten und überprüfen, ob wir setzen, wie oben beschrieben. Die Namen der drei Personen werden zufällig aus einer Urne gezogen, die mit den Namen der Teilnehmer beschriftete Zettel enthalten – ein Zettel pro Teilnehmer. Wir zeigen Ihnen die Zettel bevor wir sie in die Urne tun.

Zusammen mit den drei zufällig gewählten Teilnehmern werden wir in der Woche des 03.09. ins Casino gehen. Im Casino werden wir die Einsätze nacheinander entsprechend der alphabetischen Ordnung der Identifikationscodes durchführen. Wir führen die Einsätze (1 oder 2 Einsätze) für einen Teilnehmer durch, bevor wir den ersten Einsatz für den nächsten Teilnehmer setzen.

Nachdem im Casino alle Einsätze durchgeführt wurden, kehren wir mit den drei zufällig gewählten Teilnehmern in die Universität zurück und treffen uns mit allen Teilnehmern, die kommen wollen. Für jeden Teilnehmer, für den eine Entscheidung ausbezahlt wird, wählen wir einen Ball aus einer Urne, der die auszubezahlende Zeile festlegt. Jeder Teilnehmer, der nicht zu diesem Zeitpunkt in der Universität erscheint, kann eine e-Mail an den Experimentator senden, die seine Identifikationsnummer enthält, um seine Auszahlung zu erfahren und eine Absprache zu treffen, wie er sein Geld erhalten kann.

Wenn nicht alles Geld, das im Casino gewonnen wurde, für die Auszahlung der Teilnehmer im Experiment eingesetzt wird, wird der Experimentator das restliche Geld benutzen, um Teilnehmer in anderen Experimenten zu bezahlen.

## A 9. Experimentalanleitung: Irrelevante Alternative – Bewertungsmethode Tisch mit Casinobedingung für zwei Lotterien

Sie nehmen an einem Experiment zur Untersuchung von Verhalten bei Risiko teil.

Wir bitten Sie im Folgenden zwischen Lotterien zu wählen. Diese sind alle vom folgenden Typ:

| Wahrscheinlichkeit | p % | (100-p) % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | $G_1$ | $G_2$ |

Dabei bezeichnet p die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_1$ gewonnen wird und (100-p) die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_2$ gewonnen wird.

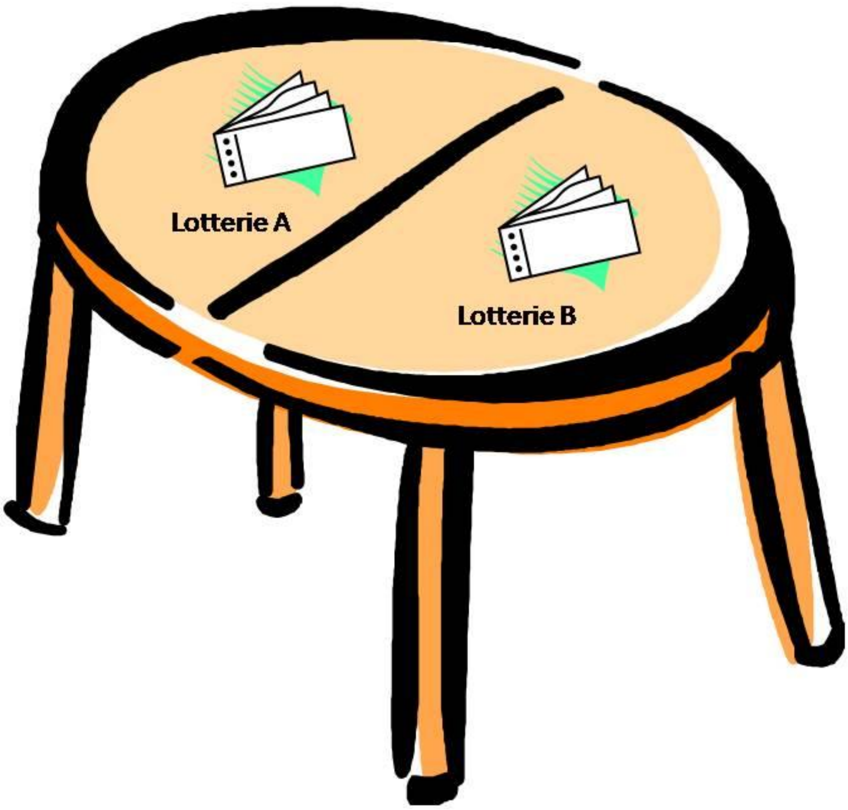
Im Beispiel

| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | 1.000 | 0 |

wird mit Wahrscheinlichkeit 90% der Geldbetrag 1.000 Euro gewonnen und mit der Wahrscheinlichkeit 10% der Geldbetrag 0 Euro. Nur ein Betrag wird ausbezahlt.

Stellen Sie sich eine Urne mit 100 Kugeln vor. Dabei sind p (im Beispiel: 90) rot und 100-p (im Beispiel: 10) blau. Eine Kugel wird gezogen. Bei rot wird $G_1$ (im Beispiel: 1.000 Euro), bei blau $G_2$ (im Beispiel: 0 Euro) gezahlt.

Auf einem Tisch liegen zwei Lotterietickets.




Sie können eines der Lotterietickets bekommen.

Die Lotterien lauten:

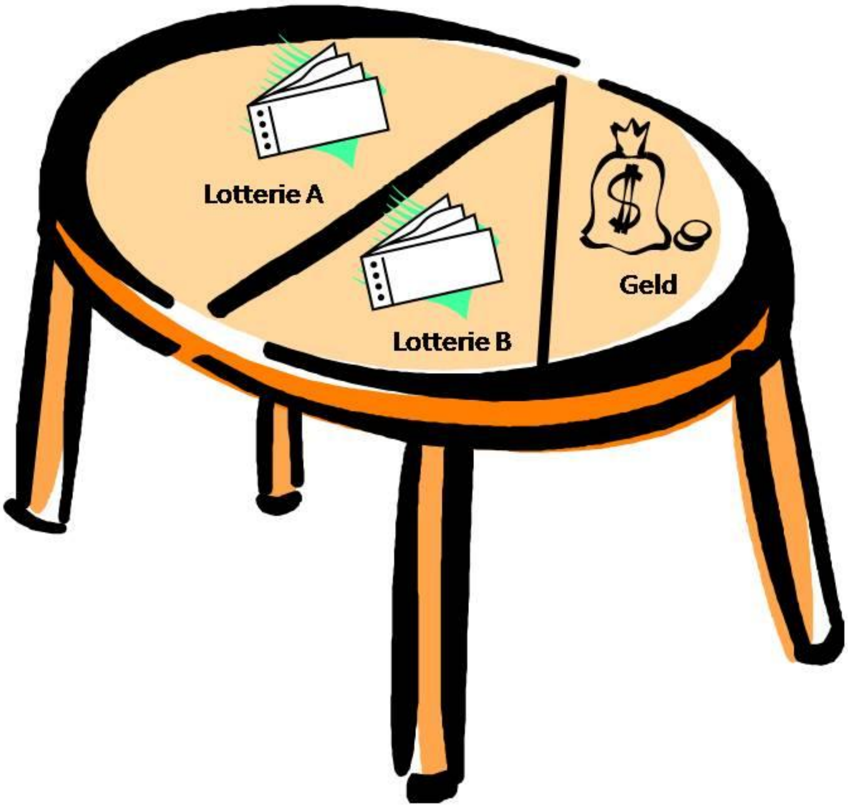
| Lotterie A | | | | Lotterie B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % | = | Wahrscheinlichkeit | P % | (100-P) % |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | Geldbetrag | 5.000 | 0 |

Bei welcher Wahrscheinlichkeit P ist es Ihnen egal, ob Sie Lotterie A oder Lotterie B erhalten? D.h. für kleine Wahrscheinlichkeiten P wählen Sie die Lotterie A und für große Wahrscheinlichkeiten P wählen Sie Lotterie B. Probieren Sie verschiedene Wahrscheinlichkeiten aus bevor Sie antworten. Falls es Ihnen für verschiedene Wahrscheinlichkeiten egal ist geben Sie bitte die kleinste und größte Wahrscheinlichkeit an.

Wie groß muss P sein, damit es Ihnen egal ist, ob Sie Lotterie A oder Lotterie B bekommen?

P = _________ **1**

Auf einem Tisch liegen die beiden Lotterietickets. Daneben liegt Geld.




Sie können Lotterie A oder Lotterie B oder Geld bekommen. Bei welchem Geldbetrag X ist es Ihnen egal, ob Sie das Geld oder eine der Lotterien bekommen? D.h. für kleine Beträge als X wählen Sie die Lotterie und für große Beträge als X wählen Sie das Geld. Probieren Sie verschiedene Beträge aus bevor Sie antworten. Falls es Ihnen für verschiedene Beträge egal ist geben Sie bitte den kleinsten und größten Betrag an. Sollte der Betrag davon abhängen, ob es Lotterie A oder Lotterie B ist, geben Sie bitte einen Betrag für A und einen Betrag für B an.

<table>
<tr><td colspan="3">Lotterie A</td><td rowspan="6"></td><td>Geldbetrag</td></tr>
<tr><td>Wahrscheinlichkeit</td><td>50 %</td><td>50 %</td><td rowspan="5">X</td></tr>
<tr><td>Geldbetrag</td><td>1.000</td><td>0</td></tr>
<tr><td colspan="3">Lotterie B</td></tr>
<tr><td>Wahrscheinlichkeit</td><td>%</td><td>%</td></tr>
<tr><td>Geldbetrag</td><td>5.000</td><td>0</td></tr>
</table>

Geldbetrag X: _________________

Auszahlung:

Für jeden Teilnehmer wird der Experimentator an einem der vier amerikanischen Roulettetische im Magdeburger Casino 5 Euros auf die Zahl 19 setzen. Die Wahrscheinlichkeit zu gewinnen ist 1/38. Wenn der Einsatz gewinnt, erfolgt eine Auszahlung von 35 für 1. Wenn der erste Einsatz gewinnt, wird der Experimentator den gesamten Gewinn auf Nummer 23 setzen. Wenn sowohl der erste als auch der zweite Einsatz gewinnen, dann erfolgt eine Auszahlung von 35x35x5 Euros = 6.125 Euros. In diesem Fall wird eine Ihrer Wahlen in Euro ausbezahlt, andernfalls wird keine Wahl ausbezahlt. Die Wahl, die ausbezahlt wird, wird zufällig gewählt: wir ziehen aus einer Urne, in der sich Bälle beschriftet mit den Zahlen 1 und 2 befinden, einen Ball. Die Nummer auf dem Ball gibt die Entscheidung, die ausbezahlt wird, entsprechend der Nummer Ihrer Entscheidung.

Steht auf dem Ball die 1, wird die Auszahlung der Entscheidung wie folgt durchgeführt. Wir betrachten die gewählte Entscheidung, z.B. für

[1.000 (50 %); 0 (50 %)] und [5.000 (p%); 0 (100-p%)]

Dann wird aus einer Urne, in der sich Bälle befinden, auf denen die Zahlen 1, 2, 3, 4 usw. bis 100 stehen, ein Ball gezogen. Dann betrachten wir die Entscheidung:

| wollen Sie lieber die Lotterie | oder die Lotterie |
|---|---|
| [1.000 (50 %); 0 (50 %)] | [5.000 (p%); 0 (100-p%)]<br>mit P gleich der Zahl auf dem Ball |

Was Sie lieber wollen, erhalten Sie dann. Durch Ihre Angabe auf dem Fragebogen steht Ihre Entscheidung fest: Ist das P, das Sie dort angeben, kleiner als der Betrag auf dem Ball, so erhalten Sie die Lotterie A. Da es Ihnen bei P egal ist, was Sie erhalten, wählen Sie ja für höhere Wahrscheinlichkeiten als P Lotterie B. Im anderen Fall erhalten Sie die Lotterie A. Wird Ihr angegebenes P gezogen, entscheidet ein Münzwurf, was Sie erhalten.

Die Lotterie wird ausgespielt wie im Fragebogen angegeben.

Steht auf dem Ball die 2, wird die Auszahlung der Entscheidung wie folgt durchgeführt.

Es wird aus einer Urne, in der sich Bälle befinden, auf denen die Zahlen 10, 20, 30, 40 usw. bis 5.000 stehen, ein Ball gezogen. Dann betrachten wir die Entscheidung:

| wollen Sie lieber die Lotterie | oder den Betrag |
|---|---|
| [1.000 (50 %); 0 (50 %)] | der auf dem gezogenen Ball steht |

Was Sie lieber wollen, erhalten Sie dann. Durch Ihre Angabe auf dem Fragebogen steht Ihre Entscheidung fest: Ist das X, das Sie dort angeben, kleiner als der Betrag auf dem Ball, so erhalten Sie den Betrag, der auf dem gezogenen Ball steht. Da es Ihnen bei X egal ist, was Sie erhalten, wählen Sie ja für höhere Beträge als X das Geld. Im anderen Fall erhalten Sie eine der zwei Lotterien, die zufällig gewählt wird. Wird Ihr X gezogen, entscheidet ein Münzwurf, was Sie erhalten.

Die Lotterie wird ausgespielt wie im Fragebogen angegeben.

Wir werden zufällig drei der Teilnehmer des Experiments auswählen, die uns ins Casino begleiten und überprüfen, ob wir setzen, wie oben beschrieben. Die Namen der drei Personen werden zufällig aus einer Urne gezogen, die mit den Namen der Teilnehmer beschriftete Zettel enthalten – ein Zettel pro Teilnehmer. Wir zeigen Ihnen die Zettel bevor wir sie in die Urne tun.

Zusammen mit den drei zufällig gewählten Teilnehmern werden wir in der Woche des 03.09. ins Casino gehen. Im Casino werden wir die Einsätze nacheinander entsprechend der alphabetischen Ordnung der Identifikationscodes durchführen. Wir führen die Einsätze (1 oder 2 Einsätze) für einen Teilnehmer durch, bevor wir den ersten Einsatz für den nächsten Teilnehmer setzen.

Nachdem im Casino alle Einsätze durchgeführt wurden, kehren wir mit den drei zufällig gewählten Teilnehmern in die Universität zurück und treffen uns mit allen Teilnehmern, die kommen wollen. Für jeden Teilnehmer, für den eine Entscheidung ausbezahlt wird, wählen wir einen Ball aus einer Urne, der die auszubezahlende Zeile festlegt. Jeder Teilnehmer, der nicht zu diesem Zeitpunkt in der Universität erscheint, kann eine e-Mail an den Experimentator senden, die seine Identifikationsnummer enthält, um seine Auszahlung zu erfahren und eine Absprache zu treffen, wie er sein Geld erhalten kann.

Wenn nicht alles Geld, das im Casino gewonnen wurde, für die Auszahlung der Teilnehmer im Experiment eingesetzt wird, wird der Experimentator das restliche Geld benutzen, um Teilnehmer in anderen Experimenten zu bezahlen.

## A 10. Experimentalanleitung: Irrelevante Alternative – Bewertungsmethode Tisch ohne Casinobedingung für eine Lotterie

Sie nehmen an einem Experiment zur Untersuchung von Verhalten bei Risiko teil.

Wir bitten Sie im Folgenden zwischen Lotterien zu wählen. Diese sind alle vom folgenden Typ:

| Wahrscheinlichkeit | p % | (100-p) % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | $G_1$ | $G_2$ |

Dabei bezeichnet p die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_1$ gewonnen wird und (100-p) die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_2$ gewonnen wird.

Im Beispiel

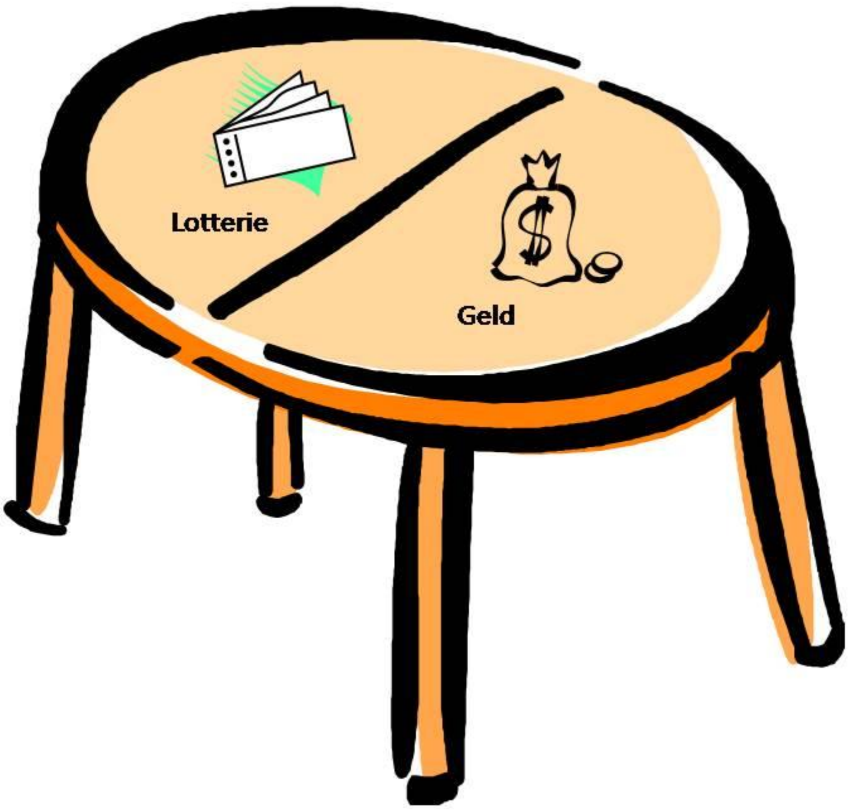
| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | 1.000 | 0 |

wird mit Wahrscheinlichkeit 90% der Geldbetrag 1.000 Euro gewonnen und mit der Wahrscheinlichkeit 10% der Geldbetrag 0 Euro. Nur ein Betrag wird ausbezahlt.

Die Lotterie wird wie folgt ausgespielt:

Aus einer Urne mit 100 Kugeln wird eine gezogen. Dabei sind p (im Beispiel: 90) rot und 100-p (im Beispiel: 10) blau. Wird eine rote Kugel gezogen wird $G_1$ (im Beispiel: 1.000 Euro), bei blau $G_2$ (im Beispiel: 0 Euro) ausgezahlt.

Auf einem Tisch liegt ein Lotterieticket, daneben liegt Geld.




Sie können das Lotterieticket bekommen oder das Geld. Bei welchem Geldbetrag X ist es Ihnen egal, ob Sie das Geld oder das Lotterieticket erhalten? D.h. für kleine Beträge als X wählen Sie die Lotterie und für große Beträge als X wählen Sie das Geld. Probieren Sie verschiedene Beträge aus bevor Sie antworten. Falls es Ihnen für verschiedene Beträge egal ist geben Sie bitte den kleinsten und größten Betrag an.

Die Lotterie lautet:

| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | 10,00 | 0 |

Wie groß muss der Geldbetrag sein, damit es Ihnen egal ist, ob Sie das Lotterieticket oder den Geldbetrag bekommen?

Geldbetrag X: __________________

Auszahlung:

Die Auszahlung der Entscheidung wird wie folgt durchgeführt. Wir betrachten die gewählte Entscheidung, z.B. für

[10,00 (50 %); 0 (50 %)]

Dann wird aus einer Urne, in der sich Bälle befinden, auf denen die Zahlen 0,20, 0,40, 0,60, 0,80, 1,00 usw. bis 10,00 stehen, ein Ball gezogen. Dann betrachten wir die Entscheidung:

| | |
|---|---|
| wollen Sie lieber die Lotterie | oder den Betrag |
| [10,00 (50 %); 0 (50 %)] | der auf dem gezogenen Ball steht |

Was Sie lieber wollen, erhalten Sie dann. Durch Ihre Angabe auf dem Fragebogen steht Ihre Entscheidung fest: Ist das X, das Sie dort angeben, kleiner als der Betrag auf dem Ball, so erhalten Sie den Betrag, der auf dem gezogenen Ball steht. Da es Ihnen bei X egal ist, was Sie erhalten, wählen Sie ja für höhere Beträge als X das Geld. Im anderen Fall erhalten Sie die Lotterie. Wird Ihr X gezogen, entscheidet ein Münzwurf, was Sie erhalten.

Die Lotterie wird ausgespielt wie im Fragebogen angegeben.

## A 11. Experimentalanleitung: Irrelevante Alternative – Bewertungsmethode Tisch ohne Casinobedingung für zwei Lotterien

Sie nehmen an einem Experiment zur Untersuchung von Verhalten bei Risiko teil.

Wir bitten Sie im Folgenden zwischen Lotterien zu wählen. Diese sind alle vom folgenden Typ:

| Wahrscheinlichkeit | p % | (100-p) % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | $G_1$ | $G_2$ |

Dabei bezeichnet p die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_1$ gewonnen wird und (100-p) die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_2$ gewonnen wird.

Im Beispiel

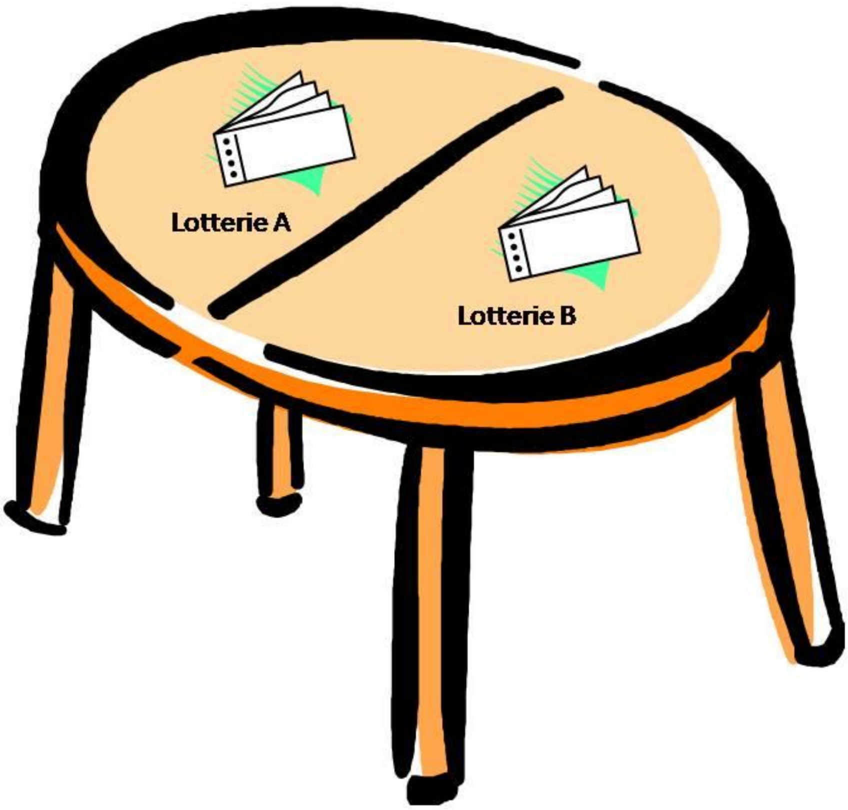
| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | 1.000 | 0 |

wird mit Wahrscheinlichkeit 90% der Geldbetrag 1.000 Euro gewonnen und mit der Wahrscheinlichkeit 10% der Geldbetrag 0 Euro. Nur ein Betrag wird ausbezahlt.

Die Lotterie wird wie folgt ausgespielt:

Aus einer Urne mit 100 Kugeln wird eine gezogen. Dabei sind p (im Beispiel: 90) rot und 100-p (im Beispiel: 10) blau. Wird eine rote Kugel gezogen wird $G_1$ (im Beispiel: 1.000 Euro), bei blau $G_2$ (im Beispiel: 0 Euro) ausgezahlt.

Auf einem Tisch liegen zwei Lotterietickets.




Sie können eines der Lotterietickets bekommen.

Die Lotterien lauten:

| Lotterie A | | | | Lotterie B | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % | = | Wahrscheinlichkeit | P % | (100-P) % |
| Geldbetrag | 10,00 | 0 | | Geldbetrag | 50,00 | 0 |

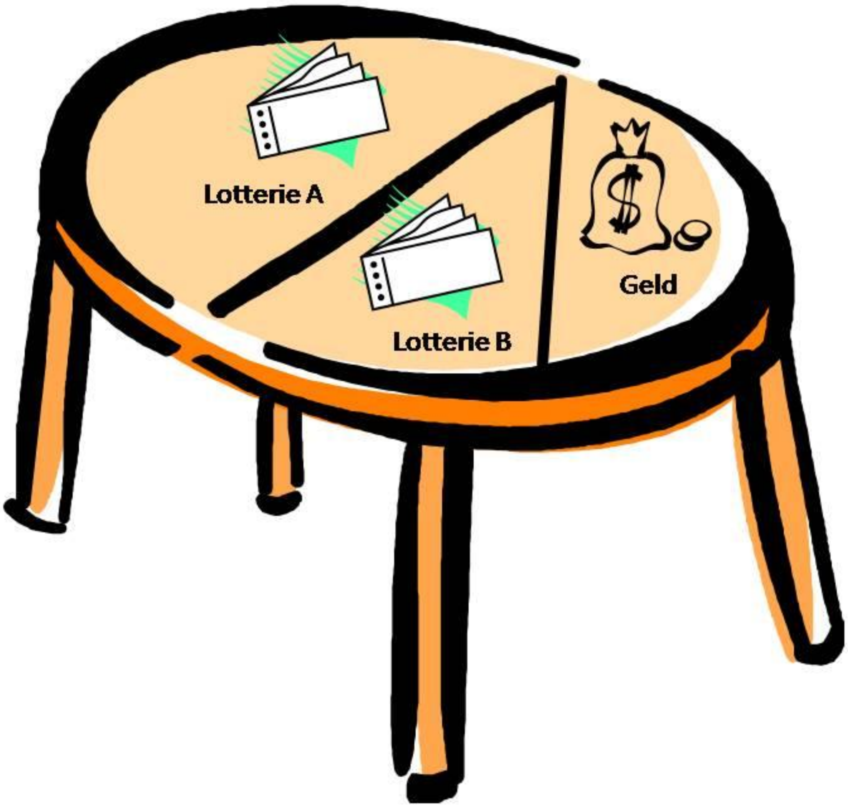
Bei welcher Wahrscheinlichkeit P ist es Ihnen egal, ob Sie Lotterie A oder Lotterie B erhalten? D.h. für kleine Wahrscheinlichkeiten P wählen Sie die Lotterie A und für große Wahrscheinlichkeiten P wählen Sie Lotterie B. Probieren Sie verschiedene Wahrscheinlichkeiten aus bevor Sie antworten. Falls es Ihnen für verschiedene Wahrscheinlichkeiten egal ist geben Sie bitte die kleinste und größte Wahrscheinlichkeit an.

Wie groß muss P sein, damit es Ihnen egal ist, ob Sie Lotterie A oder Lotterie B bekommen?

P = _________ **1**

XL

Auf einem Tisch liegen die beiden Lotterietickets, aber Sie wissen nicht welches. Daneben liegt Geld.




Sie können Lotterie A oder Lotterie B oder Geld bekommen. Bei welchem Geldbetrag X ist es Ihnen egal, ob Sie das Geld oder eine der Lotterien bekommen? D.h. für kleine Beträge als X wählen Sie die Lotterie und für große Beträge als X wählen Sie das Geld. Probieren Sie verschiedene Beträge aus bevor Sie antworten. Falls es Ihnen für verschiedene Beträge egal ist geben Sie bitte den kleinsten und größten Betrag an. Sollte der Betrag davon abhängen, ob es Lotterie A oder Lotterie B ist, geben Sie bitte einen Betrag für A und einen Betrag für B an.

<table>
<tr><td colspan="3">Lotterie A</td><td rowspan="6"></td><td>Geldbetrag</td></tr>
<tr><td>Wahrscheinlichkeit</td><td>50 %</td><td>50 %</td><td rowspan="5">X</td></tr>
<tr><td>Geldbetrag</td><td>10,00</td><td>0</td></tr>
<tr><td colspan="3">Lotterie B</td></tr>
<tr><td>Wahrscheinlichkeit</td><td>%</td><td>%</td></tr>
<tr><td>Geldbetrag</td><td>50,00</td><td>0</td></tr>
</table>

Geldbetrag X: ________________

**2**

Auszahlung:

Die Wahl, die ausbezahlt wird, wird zufällig gewählt: wir ziehen aus einer Urne, in der sich Bälle beschriftet mit den Zahlen 1 und 2 befinden, einen Ball. Die Nummer auf dem Ball gibt die Entscheidung, die ausbezahlt wird, entsprechend der Nummer Ihrer Entscheidung.

Steht auf dem Ball die 1, wird die Auszahlung der Entscheidung wie folgt durchgeführt. Wir betrachten die gewählte Entscheidung, z.B. für

[10,00 (50 %); 0 (50 %)] und [50,00 (p%); 0 (100-p%)]

Dann wird aus einer Urne, in der sich Bälle befinden, auf denen die Zahlen 1, 2, 3, 4 usw. bis 100 stehen, ein Ball gezogen. Dann betrachten wir die Entscheidung:

| | |
|---|---|
| wollen Sie lieber die Lotterie | oder die Lotterie |
| [10,00 (50 %); 0 (50 %)] | [50,00 (p%); 0 (100-p%)]<br>mit P gleich der Zahl auf dem Ball |

Was Sie lieber wollen, erhalten Sie dann. Durch Ihre Angabe auf dem Fragebogen steht Ihre Entscheidung fest: Ist das P, das Sie dort angeben, kleiner als der Betrag auf dem Ball, so erhalten Sie die Lotterie A. Da es Ihnen bei P egal ist, was Sie erhalten, wählen Sie ja für höhere Wahrscheinlichkeiten als P Lotterie B. Im anderen Fall erhalten Sie die Lotterie A. Wird Ihr angegebenes P gezogen, entscheidet ein Münzwurf, was Sie erhalten.

Die Lotterie wird ausgespielt wie im Fragebogen angegeben.

Steht auf dem Ball die 2, wird die Auszahlung der Entscheidung wie folgt durchgeführt. Wir betrachten die gewählte Entscheidung, z.B. für

[10,00 (50 %); 0 (50 %)]

Dann wird aus einer Urne, in der sich Bälle befinden, auf denen die Zahlen 0,20, 0,40, 0,60, 0,80, 1,00 usw. bis 10,00 stehen, ein Ball gezogen. Dann betrachten wir die Entscheidung:

| | |
|---|---|
| wollen Sie lieber die Lotterie | oder den Betrag |
| [10,00 (50 %); 0 (50 %)] | der auf dem gezogenen Ball steht |

Was Sie lieber wollen, erhalten Sie dann. Durch Ihre Angabe auf dem Fragebogen steht Ihre Entscheidung fest: Ist das X, das Sie dort angeben, kleiner als der Betrag auf dem Ball, so erhalten Sie den Betrag, der auf dem gezogenen Ball steht. Da es Ihnen bei X egal ist, was Sie erhalten, wählen Sie ja für höhere Beträge als X das Geld. Im anderen Fall erhalten Sie die Lotterie. Wird Ihr X gezogen, entscheidet ein Münzwurf, was Sie erhalten.

Die Lotterie wird ausgespielt wie im Fragebogen angegeben.

## A 12. Experimentalanleitung: Irrelevante Alternative – Bewertungsmethode Auswahl mit Casinobedingung für eine Lotterie

Sie nehmen an einem Experiment zur Untersuchung von Verhalten bei Risiko teil.

Wir bitten Sie im Folgenden zwischen Lotterien zu wählen. Diese sind alle vom folgenden Typ:

| Wahrscheinlichkeit | p % | (100-p) % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | $G_1$ | $G_2$ |

Dabei bezeichnet p die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_1$ gewonnen wird und (100-p) die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_2$ gewonnen wird.

Im Beispiel

| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | 1.000 | 0 |

wird mit Wahrscheinlichkeit 90% der Geldbetrag 1.000 Euro gewonnen und mit der Wahrscheinlichkeit 10% der Geldbetrag 0 Euro. Nur ein Betrag wird ausbezahlt.

Stellen Sie sich eine Urne mit 100 Kugeln vor. Dabei sind p (im Beispiel: 90) rot und 100-p (im Beispiel: 10) blau. Eine Kugel wird gezogen. Bei rot wird $G_1$ (im Beispiel: 1.000 Euro), bei blau $G_2$ (im Beispiel: 0 Euro) gezahlt.

Bitte wählen Sie im Folgenden immer zwischen den Alternativen A und B. Ist es Ihnen egal, welche der Alternativen Sie bekommen, machen Sie bitte ein Kreuz bei „egal“. Eine dieser Wahlen kann zur Auszahlung kommen. Wie die Auszahlung genau erfolgt wird im folgenden Abschnitt „Auszahlung“ erläutert.

| | A | | | B | A | B | egal | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | 1 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 200 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | 2 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 220 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | 3 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 240 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | 4 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 260 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | 5 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 280 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | 6 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 300 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | 7 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 320 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | 8 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 340 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | 9 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 360 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | 10 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 380 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | 11 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 400 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | 12 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 420 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | 13 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 440 | | | | |

Auszahlung:

Für jeden Teilnehmer wird der Experimentator an einem der vier amerikanischen Roulettetische im Magdeburger Casino 2 Euros auf die Zahl 19 setzen. Die Wahrscheinlichkeit zu gewinnen ist 1/38. Wenn der Einsatz gewinnt, erfolgt eine Auszahlung von 35 für 1. Wenn der erste Einsatz gewinnt, wird der Experimentator den gesamten Gewinn auf Nummer 23 setzen. Wenn sowohl der erste als auch der zweite Einsatz gewinnen, dann erfolgt eine Auszahlung von 35x35x2 Euros = 2.450 Euros. In diesem Fall wird eine Ihrer Wahlen in Euro ausbezahlt, andernfalls wird keine Wahl ausbezahlt. Die Wahl, die ausbezahlt wird, wird zufällig gewählt: wir ziehen aus einer Urne, in der sich Bälle beschriftet mit den Zahlen 1-13 befinden, einen Ball. Die Nummer auf dem Ball gibt die Entscheidung, die ausbezahlt wird, entsprechend der Nummer Ihrer Entscheidung.

Steht auf dem gezogenen Ball eine Zahl zwischen 1 und 13 wird die von Ihnen angekreuzte Lotterie, bzw. der sichere Betrag ausbezahlt.

Wir werden zufällig drei der Teilnehmer des Experiments auswählen, die uns ins Casino begleiten und überprüfen, ob wir setzen, wie oben beschrieben. Die Namen der drei Personen werden zufällig aus einer Urne gezogen, die mit den Namen der Teilnehmer beschriftete Zettel enthalten – ein Zettel pro Teilnehmer. Wir zeigen Ihnen die Zettel bevor wir sie in die Urne tun.

Zusammen mit den drei zufällig gewählten Teilnehmern werden wir in der Woche des 03.09. ins Casino gehen. Im Casino werden wir die Einsätze nacheinander entsprechend der alphabetischen Ordnung der Identifikationscodes durchführen. Wir führen die Einsätze (1 oder 2 Einsätze) für einen Teilnehmer durch, bevor wir den ersten Einsatz für den nächsten Teilnehmer setzen.

Nachdem im Casino alle Einsätze durchgeführt wurden, kehren wir mit den drei zufällig gewählten Teilnehmern in die Universität zurück und treffen uns mit allen Teilnehmern, die kommen wollen. Für jeden Teilnehmer, für den eine Entscheidung ausbezahlt wird, wählen wir einen Ball aus einer Urne, der die auszubezahlende Zeile festlegt. Jeder Teilnehmer, der nicht zu diesem Zeitpunkt in der Universität erscheint, kann eine e-Mail an den Experimentator senden, die seine Identifikationsnummer enthält, um seine Auszahlung zu erfahren und eine Absprache zu treffen, wie er sein Geld erhalten kann.

Wenn nicht alles Geld, das im Casino gewonnen wurde, für die Auszahlung der Teilnehmer im Experiment eingesetzt wird, wird der Experimentator das restliche Geld benutzen, um Teilnehmer in anderen Experimenten zu bezahlen.

## A 13. Experimentalanleitung: Irrelevante Alternative – Bewertungsmethode Auswahl mit Casinobedingung für zwei Lotterien

Sie nehmen an einem Experiment zur Untersuchung von Verhalten bei Risiko teil.

Wir bitten Sie im Folgenden zwischen Lotterien zu wählen. Diese sind alle vom folgenden Typ:

| Wahrscheinlichkeit | p % | (100-p) % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | $G_1$ | $G_2$ |

Dabei bezeichnet p die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_1$ gewonnen wird und (100-p) die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_2$ gewonnen wird.

Im Beispiel

| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | 1.000 | 0 |

wird mit Wahrscheinlichkeit 90% der Geldbetrag 1.000 Euro gewonnen und mit der Wahrscheinlichkeit 10% der Geldbetrag 0 Euro. Nur ein Betrag wird ausbezahlt.

Stellen Sie sich eine Urne mit 100 Kugeln vor. Dabei sind p (im Beispiel: 90) rot und 100-p (im Beispiel: 10) blau. Eine Kugel wird gezogen. Bei rot wird $G_1$ (im Beispiel: 1.000 Euro), bei blau $G_2$ (im Beispiel: 0 Euro) gezahlt.

Bitte wählen Sie im Folgenden immer zwischen den Alternativen A und B. Ist es Ihnen egal, welche der Alternativen Sie bekommen, machen Sie bitte ein Kreuz bei „egal“. Eine dieser Wahlen kann zur Auszahlung kommen. Wie die Auszahlung genau erfolgt wird im folgenden Abschnitt „Auszahlung“ erläutert.

| | A | | | B | | | C | A | B | C | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | 1 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 5.000 | 0 | | 200 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | Sicher | | | | 2 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 5.000 | 0 | | 220 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | Sicher | | | | 3 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 5.000 | 0 | | 240 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | Sicher | | | | 4 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 5.000 | 0 | | 260 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | Sicher | | | | 5 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 5.000 | 0 | | 280 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | Sicher | | | | 6 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 5.000 | 0 | | 300 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | Sicher | | | | 7 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 5.000 | 0 | | 320 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | Sicher | | | | 8 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 5.000 | 0 | | 340 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | Sicher | | | | 9 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 5.000 | 0 | | 360 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | Sicher | | | | 10 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 5.000 | 0 | | 380 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | Sicher | | | | 11 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 5.000 | 0 | | 400 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | Sicher | | | | 12 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 5.000 | 0 | | 420 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | Nr. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | Sicher | | | | 13 |
| Geldbetrag | 1.000 | 0 | | 5.000 | 0 | | 440 | | | | |

Auszahlung:

Für jeden Teilnehmer wird der Experimentator an einem der vier amerikanischen Roulettetische im Magdeburger Casino 2 Euros auf die Zahl 19 setzen. Die Wahrscheinlichkeit zu gewinnen ist 1/38. Wenn der Einsatz gewinnt, erfolgt eine Auszahlung von 35 für 1. Wenn der erste Einsatz gewinnt, wird der Experimentator den gesamten Gewinn auf Nummer 23 setzen. Wenn sowohl der erste als auch der zweite Einsatz gewinnen, dann erfolgt eine Auszahlung von 35x35x2 Euros = 2.450 Euros. In diesem Fall wird eine Ihrer Wahlen in Euro ausbezahlt, andernfalls wird keine Wahl ausbezahlt. Die Wahl, die ausbezahlt wird, wird zufällig gewählt: wir ziehen aus einer Urne, in der sich Bälle beschriftet mit den Zahlen 1-13 befinden, einen Ball. Die Nummer auf dem Ball gibt die Entscheidung, die ausbezahlt wird, entsprechend der Nummer Ihrer Entscheidung.

Steht auf dem gezogenen Ball eine Zahl zwischen 1 und 13 wird die von Ihnen angekreuzte Lotterie, bzw. der sichere Betrag ausbezahlt.

Wir werden zufällig drei der Teilnehmer des Experiments auswählen, die uns ins Casino begleiten und überprüfen, ob wir setzen, wie oben beschrieben. Die Namen der drei Personen werden zufällig aus einer Urne gezogen, die mit den Namen der Teilnehmer beschriftete Zettel enthalten – ein Zettel pro Teilnehmer. Wir zeigen Ihnen die Zettel bevor wir sie in die Urne tun.

Zusammen mit den drei zufällig gewählten Teilnehmern werden wir in der Woche des 03.09. ins Casino gehen. Im Casino werden wir die Einsätze nacheinander entsprechend der alphabetischen Ordnung der Identifikationscodes durchführen. Wir führen die Einsätze (1 oder 2 Einsätze) für einen Teilnehmer durch, bevor wir den ersten Einsatz für den nächsten Teilnehmer setzen.

Nachdem im Casino alle Einsätze durchgeführt wurden, kehren wir mit den drei zufällig gewählten Teilnehmern in die Universität zurück und treffen uns mit allen Teilnehmern, die kommen wollen. Für jeden Teilnehmer, für den eine Entscheidung ausbezahlt wird, wählen wir einen Ball aus einer Urne, der die auszubezahlende Zeile festlegt. Jeder Teilnehmer, der nicht zu diesem Zeitpunkt in der Universität erscheint, kann eine e-Mail an den Experimentator senden, die seine Identifikationsnummer enthält, um seine Auszahlung zu erfahren und eine Absprache zu treffen, wie er sein Geld erhalten kann.

Wenn nicht alles Geld, das im Casino gewonnen wurde, für die Auszahlung der Teilnehmer im Experiment eingesetzt wird, wird der Experimentator das restliche Geld benutzen, um Teilnehmer in anderen Experimenten zu bezahlen.

# A 14. Experimentalanleitung: : Irrelevante Alternative – Bewertungsmethode Auswahl ohne Casinobedingung für eine Lotterie

Sie nehmen an einem Experiment zur Untersuchung von Verhalten bei Risiko teil. Dieses Experiment besteht aus einer Reihe von Fragen.

Wir bitten Sie im Folgenden zwischen Lotterien zu wählen. Diese sind alle vom folgenden Typ:

| Wahrscheinlichkeit | p % | (100-p) % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | $G_1$ | $G_2$ |

Dabei bezeichnet p die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_1$ gewonnen wird und (100-p) die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_2$ gewonnen wird.

Im Beispiel

| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | 1.000 | 0 |

wird mit Wahrscheinlichkeit 90% der Geldbetrag 1.000 Euro gewonnen und mit der Wahrscheinlichkeit 10% der Geldbetrag 0 Euro. Nur ein Betrag wird ausbezahlt.

Die Lotterie wird wie folgt ausgespielt:

Aus einer Urne mit 100 Kugeln wird eine gezogen. Dabei sind p (im Beispiel: 90) rot und 100-p (im Beispiel: 10) blau. Wird eine rote Kugel gezogen wird $G_1$ (im Beispiel: 1.000 Euro), bei blau $G_2$ (im Beispiel: 0 Euro) ausgezahlt.

Bitte wählen Sie im Folgenden immer zwischen den zwei angebotenen Alternativen. Sollten Sie zwischen zwei Alternativen indifferent / unentschlossen sein, kennzeichnen Sie dies bitte durch ein Kreuz bei „egal“.

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **1** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 4,00 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **2** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 4,20 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **3** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 4,40 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **4** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 4,60 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **5** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 4,80 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **6** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 5,00 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **7** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 5,20 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **8** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 5,40 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **9** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 5,60 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **10** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 5,80 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **11** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 6,00 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **12** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 6,20 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **13** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 6,40 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **14** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 6,60 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **15** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 6,80 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **16** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 7,00 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **17** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 7,20 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **18** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 7,40 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **19** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 7,60 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **20** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 7,80 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **21** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 8,00 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **22** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 8,20 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **23** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 8,40 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **24** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 8,60 | | | | |

| | A | | | B | A | B | egal | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | sicher | | | | **25** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 8,80 | | | | |

Auszahlung:

Aus ihren Entscheidungen wird eine ausgewählt. Dies geschieht durch ziehen einer Kugel aus einer Urne mit 25 nummerierten Bällen. Die Zahl auf dem Ball gibt die Entscheidung an, die ausbezahlt wird. Je nach Ihrer Wahl erhalten Sie das Geld, oder die Lotterie wird gespielt. Falls es Ihnen egal war, bestimmt ein Münzwurf, was Sie erhalten. Bei Kopf erhalten Sie die Lotterie, bei Zahl den Geldbetrag.

# A 15. Experimentalanleitung: : Irrelevante Alternative – Bewertungsmethode Auswahl ohne Casinobedingung für zwei Lotterien

Sie nehmen an einem Experiment zur Untersuchung von Verhalten bei Risiko teil. Dieses Experiment besteht aus einer Reihe von Fragen.

Wir bitten Sie im Folgenden zwischen Lotterien zu wählen. Diese sind alle vom folgenden Typ:

| Wahrscheinlichkeit | p % | (100-p) % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | $G_1$ | $G_2$ |

Dabei bezeichnet p die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_1$ gewonnen wird und (100-p) die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_2$ gewonnen wird.

Im Beispiel

| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Geldbetrag | 1.000 | 0 |

wird mit Wahrscheinlichkeit 90% der Geldbetrag 1.000 Euro gewonnen und mit der Wahrscheinlichkeit 10% der Geldbetrag 0 Euro. Nur ein Betrag wird ausbezahlt.

Die Lotterie wird wie folgt ausgespielt:

Aus einer Urne mit 100 Kugeln wird eine gezogen. Dabei sind p (im Beispiel: 90) rot und 100-p (im Beispiel: 10) blau. Wird eine rote Kugel gezogen wird $G_1$ (im Beispiel: 1.000 Euro), bei blau $G_2$ (im Beispiel: 0 Euro) ausgezahlt.

Bitte wählen Sie im Folgenden immer zwischen den drei angebotenen Alternativen. Sollten Sie zwischen zwei Alternativen indifferent / unentschlossen sein, kennzeichnen Sie dies bitte durch ein Kreuz bei beiden Alternativen setzen. Sind Sie zwischen allen Alternativen indifferent / unentschlossen schreiben Sie bitte ein Ausrufezeichen (!) neben den betroffenen Block.

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **1** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 4,00 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **2** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 4,20 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **3** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 4,40 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **4** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 4,60 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **5** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 4,80 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **6** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 5,00 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **7** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 5,20 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **8** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 5,40 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **9** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 5,60 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **10** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 5,80 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **11** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 6,00 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **12** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 6,20 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **13** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 6,40 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **14** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 6,60 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **15** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 6,80 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **16** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 7,00 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **17** |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 7,20 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **18** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 7,40 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **19** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 7,60 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **20** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 7,80 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **21** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 8,00 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **22** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 8,20 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **23** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 8,40 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **24** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 8,60 | | | | |

| | A | | | B | | | C | A | B | C | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wahrschein-lichkeit | 50 % | 50 % | | 10 % | 90 % | | sicher | | | | **25** |
| Geldbetrag | 20,00 | 0 | | 100,00 | 0 | | 8,80 | | | | |

Auszahlung:

Aus ihren Entscheidungen wird eine ausgewählt. Dies geschieht durch ziehen einer Kugel aus einer Urne mit 25 nummerierten Bällen. Die Zahl auf dem Ball gibt die Entscheidung an, die ausbezahlt wird. Je nach Ihrer Wahl erhalten Sie das Geld, oder die Lotterie wird gespielt. Falls es Ihnen egal war welche von zwei Alternativen Sie bekommen, bestimmt ein Münzwurf, was Sie erhalten. War es Ihnen egal, welche von den drei Alternativen Sie bekommen ziehen wir aus einer Urne mit drei Kugeln einmal. Die Zahl auf der Kugel bestimmt, was Sie bekommen.

# A 16. Experimentalanleitung: Irrelevante Alternative mit zwei Lotterien – Zeit vs. Geld

Sie nehmen an einem Experiment zur Untersuchung von Verhalten bei Risiko teil.

Wir bitten Sie im Folgenden eine Reihe von Entscheidungen zwischen Lotterien zu treffen. Dabei gibt es zwei Typen von Lotterien:

Typ A

| Wahrscheinlichkeit | p % | (100-p) % |
|---|---|---|
| Geldbetrag [in Euro] | $G_1$ | $G_2$ |

Dabei bezeichnet p die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_1$ verloren wird und (100-p) die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_2$ verloren wird.

Im Beispiel

| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Geldbetrag [in Euro] | -1.000 | 0 |

wird mit Wahrscheinlichkeit 90% der Geldbetrag -1.000 Euro gewonnen und mit der Wahrscheinlichkeit 10% der Geldbetrag 0 Euro. Nur ein Betrag wird ausbezahlt.

Stellen Sie sich eine Urne mit 100 Kugeln vor. Dabei sind p (im Beispiel: 90) rot und 100-p (im Beispiel: 10) blau. Eine Kugel wird gezogen. Bei rot wird $G_1$ (im Beispiel: -1.000 Euro), bei blau $G_2$ (im Beispiel: 0 Euro) gezahlt.

Typ B

| Wahrscheinlichkeit | q % | (100-q) % |
|---|---|---|
| Wartezeit [in Min] | $Z_1$ | $Z_2$ |

Dabei bezeichnet q die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag Wartezeit $Z_1$ realisiert wird und (100-q) die Wahrscheinlichkeit, mit der der Wartezeit $Z_2$ realisiert wird.

Im Beispiel

| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Wartezeit [in Min] | 25 | 0 |

wird mit Wahrscheinlichkeit 90% eine Wartezeit von 25 Minuten realisiert und mit der Wahrscheinlichkeit 10% die Wartezeit 0 Minuten. Nur eine Wartezeit wird realisiert.

Stellen Sie sich eine Urne mit 100 Kugeln vor. Dabei sind q (im Beispiel: 90) rot und 100-q (im Beispiel: 10) blau. Eine Kugel wird gezogen. Bei rot wird $Z_1$ (im Beispiel: 25 Minuten), bei blau $Z_2$ (im Beispiel: 0 Minuten) realisiert.Bitte treffen Sie nun 7 Entscheidungen. Am Ende des Experiments wird für Sie ein Ball aus einer Urne mit von 1 bis 7 durchnummerierten Bällen gezogen. Die Nummer auf dem Ball gibt an, welche Ihrer getroffenen Entscheidungen realisiert wird.

Bitte geben Sie bei jeder Alternative durch ein Kreuz an, welche Alternative Sie wählen.

Entscheidung 1

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 40 | 0 |

Entscheidung 2

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 50 | 0 |

Entscheidung 3

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |

| | | |
|---|---|---|
| Wartezeit [in Min] | 60 | 0 |

Entscheidung 4

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 70 | 0 |

Entscheidung 5

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 80 | 0 |

Entscheidung 6

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 90 | 0 |

Entscheidung 7

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 100 | 0 |

## A 17. Experimentalanleitung: Irrelevante Alternative mit drei Lotterien – dominierte Alternative mit Zeit als Konsequenz

Sie nehmen an einem Experiment zur Untersuchung von Verhalten bei Risiko teil.

Wir bitten Sie im Folgenden eine Reihe von Entscheidungen zwischen Lotterien zu treffen. Dabei gibt es zwei Typen von Lotterien:

Typ A

| Wahrscheinlichkeit | p % | (100-p) % |
|---|---|---|
| Geldbetrag [in Euro] | $G_1$ | $G_2$ |

Dabei bezeichnet p die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_1$ verloren wird und (100-p) die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_2$ verloren wird.

Im Beispiel

| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Geldbetrag [in Euro] | -1.000 | 0 |

wird mit Wahrscheinlichkeit 90% der Geldbetrag -1.000 Euro verloren und mit der Wahrscheinlichkeit 10% der Geldbetrag 0 Euro. Nur ein Betrag wird ausbezahlt.

Stellen Sie sich eine Urne mit 100 Kugeln vor. Dabei sind p (im Beispiel: 90) rot und 100-p (im Beispiel: 10) blau. Eine Kugel wird gezogen. Bei rot wird $G_1$ (im Beispiel: -1.000 Euro), bei blau $G_2$ (im Beispiel: 0 Euro) gezahlt.

Typ B

| Wahrscheinlichkeit | q % | (100-q) % |
|---|---|---|
| Wartezeit [in Min] | $Z_1$ | $Z_2$ |

Dabei bezeichnet q die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag Wartezeit $Z_1$ realisiert wird und (100-q) die Wahrscheinlichkeit, mit der der Wartezeit $Z_2$ realisiert wird.

Im Beispiel

| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Wartezeit [in Min] | 25 | 0 |

wird mit Wahrscheinlichkeit 90% eine Wartezeit von 25 Minuten realisiert und mit der Wahrscheinlichkeit 10% die Wartezeit 0 Minuten. Nur eine Wartezeit wird realisiert.

Stellen Sie sich eine Urne mit 100 Kugeln vor. Dabei sind q (im Beispiel: 90) rot und 100-q (im Beispiel: 10) blau. Eine Kugel wird gezogen. Bei rot wird $Z_1$ (im Beispiel: 25 Minuten), bei blau $Z_2$ (im Beispiel: 0 Minuten) realisiert.

Bitte treffen Sie nun 7 Entscheidungen. Am Ende des Experiments wird für Sie ein Ball aus einer Urne mit von 1 bis 7 durchnummerierten Bällen gezogen. Die Nummer auf dem Ball gibt an, welche Ihrer getroffenen Entscheidungen realisiert wird.

Bitte geben Sie bei jeder Alternative durch ein Kreuz an, welche Alternative Sie wählen.

Entscheidung 1

| Alternative A | | | |
|---|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % | |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 | |

| Alternative B | | | |
|---|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % | |
| Wartezeit [in Min] | 100 | 0 | |

| Alternative C | | | |
|---|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % | |
| Wartezeit [in Min] | 40 | 0 | |

Entscheidung 2

| Alternative A | | | |
|---|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % | |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 | |

| Alternative B | | | |
|---|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % | |
| Wartezeit [in Min] | 100 | 0 | |

| Alternative C | | | |
|---|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % | |
| Wartezeit [in Min] | 50 | 0 | |

Entscheidung 3

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
| Wartezeit [in Min] | 100 | 0 |

| Alternative C | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 60 | 0 |

Entscheidung 4

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
| Wartezeit [in Min] | 100 | 0 |

| Alternative C | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 70 | 0 |

Entscheidung 5

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
| Wartezeit [in Min] | 100 | 0 |

| Alternative C | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 80 | 0 |

Entscheidung 6

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
| Wartezeit [in Min] | 100 | 0 |

| Alternative C | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 90 | 0 |

Entscheidung 7

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
| Wartezeit [in Min] | 100 | 0 |

| Alternative C | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 100 | 0 |

# A 18. Experimentalanleitung: Irrelevante Alternative mit drei Lotterien – dominierte Alternative mit Geld als Konsequenz

Sie nehmen an einem Experiment zur Untersuchung von Verhalten bei Risiko teil.

Wir bitten Sie im Folgenden eine Reihe von Entscheidungen zwischen Lotterien zu treffen. Dabei gibt es zwei Typen von Lotterien:

Typ A

| Wahrscheinlichkeit | p % | (100-p) % |
|---|---|---|
| Geldbetrag [in Euro] | $G_1$ | $G_2$ |

Dabei bezeichnet p die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_1$ verloren wird und (100-p) die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag $G_2$ verloren wird.

Im Beispiel

| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Geldbetrag [in Euro] | -1.000 | 0 |

wird mit Wahrscheinlichkeit 90% der Geldbetrag -1.000 Euro verloren und mit der Wahrscheinlichkeit 10% der Geldbetrag 0 Euro. Nur ein Betrag wird ausbezahlt.

Stellen Sie sich eine Urne mit 100 Kugeln vor. Dabei sind p (im Beispiel: 90) rot und 100-p (im Beispiel: 10) blau. Eine Kugel wird gezogen. Bei rot wird $G_1$ (im Beispiel: -1.000 Euro), bei blau $G_2$ (im Beispiel: 0 Euro) gezahlt.

Typ B

| Wahrscheinlichkeit | q % | (100-q) % |
|---|---|---|
| Wartezeit [in Min] | $Z_1$ | $Z_2$ |

Dabei bezeichnet q die Wahrscheinlichkeit, mit der der Geldbetrag Wartezeit $Z_1$ realisiert wird und (100-q) die Wahrscheinlichkeit, mit der der Wartezeit $Z_2$ realisiert wird.

Im Beispiel

| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
|---|---|---|
| Wartezeit [in Min] | 25 | 0 |

wird mit Wahrscheinlichkeit 90% eine Wartezeit von 25 Minuten realisiert und mit der Wahrscheinlichkeit 10% die Wartezeit 0 Minuten. Nur eine Wartezeit wird realisiert.

Stellen Sie sich eine Urne mit 100 Kugeln vor. Dabei sind q (im Beispiel: 90) rot und 100-q (im Beispiel: 10) blau. Eine Kugel wird gezogen. Bei rot wird $Z_1$ (im Beispiel: 25 Minuten), bei blau $Z_2$ (im Beispiel: 0 Minuten) realisiert.

Bitte treffen Sie nun 7 Entscheidungen. Am Ende des Experiments wird für Sie ein Ball aus einer Urne mit von 1 bis 7 durchnummerierten Bällen gezogen. Die Nummer auf dem Ball gibt an, welche Ihrer getroffenen Entscheidungen realisiert wird.

Bitte geben Sie bei jeder Alternative durch ein Kreuz an, welche Alternative Sie wählen.

Entscheidung 1

| Alternative A | | | |
|---|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % | ☐ |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 | |

| Alternative B | | | |
|---|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % | ☐ |
| Geldbetrag [in Euro] | -100 | 0 | |

| Alternative C | | | |
|---|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % | ☐ |
| Wartezeit [in Min] | 40 | 0 | |

Entscheidung 2

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -100 | 0 |

| Alternative C | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 50 | 0 |

Entscheidung 3

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -100 | 0 |

| Alternative C | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 60 | 0 |

Entscheidung 4

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -100 | 0 |

| Alternative C | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 70 | 0 |

Entscheidung 5

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -100 | 0 |

| Alternative C | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 80 | 0 |

Entscheidung 6

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -100 | 0 |

| Alternative C | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 90 | 0 |

Entscheidung 7

| Alternative A | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -10 | 0 |

| Alternative B | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 90 % | 10 % |
| Geldbetrag [in Euro] | -100 | 0 |

| Alternative C | | |
|---|---|---|
| Wahrscheinlichkeit | 50 % | 50 % |
| Wartezeit [in Min] | 100 | 0 |