Bewertung von Zeit und logarithmische Wahrnehmung - eine Analyse intertemporalen Entscheidungsverhaltens

Inauguraldissertation zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Wirtschaftswissenschaften (Dr. rer. pol.)
an der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
der Universität Bielefeld

vorgelegt von

Dipl.-Wirt. Math. Jan Wieneke

Januar 2015
überarbeitete Version: Dezember 2015

1. Gutachter: Prof. em. Dr. Wulf Albers
Institut für Mathematische Wirtschaftsforschung (IMW)
Universität Bielefeld

2. Gutachter: Prof. Dr. Dr. Bodo Vogt
Lehrstuhl Empirische Wirtschaftsforschung
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Für Ewald Wieneke

Danksagung

Ich möchte mich bei Prof. Dr. Wulf Albers und Prof. Dr. Dr. Bodo Vogt für ihre kontinuierliche Unterstützung während meiner Promotion bedanken, dazu gehören zum einen die wissenschaftliche Betreuung meiner Arbeit und die gemeinsame Durchführung der Experimente, die ich in dieser Arbeit auswerte. Zum anderen danke ich für die Diskussionsbereitschaft, nützliche Gespräche über die Modellierungsansätze und auch für das eine oder andere motivierende Wort.

Im privaten Bereich gebührt mein Dank meiner Freundin Lisann für ihre unendliche Unterstützung, ihr Verständnis und quasi den kompletten Verzicht auf jegliches Privatleben in den letzten Monaten.

Im gleichen Maße danke ich meinen Eltern Dorothea und Ewald Wieneke, ohne die mein Studium und die Promotion zwar nicht unmöglich, aber zumindest nicht in dieser Form möglich gewesen wären. Meinem Vater widme ich diese Arbeit.

Außerdem danke ich der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für das dreijährige Promotionsstipendium im Rahmen des Graduiertenkollegs Verhaltensstrategien und Verhaltensoptimierung.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

1 Einleitung

„Remember that Time is Money.“ (Benjamin Franklin)[1].

Im Rahmen einer Thematik, die sich mit den wirtschaftlichen Gütern Zeit und Geld befasst, kommt den meisten Menschen gleich der Ausspruch „Zeit ist Geld“ in den Sinn. Was 1748 ursprünglich von Benjamin Franklin als ein Ratschlag[2] an einen jungen Kaufmann gedacht war, ist auch heute noch im gängigen Sprachgebrauch verankert. Zeit und Geld sind auch, in etwas anderer Form als von Franklin gemeint, die Hauptthemen dieser Arbeit. Hierbei geht es im übertragenen Sinne ebenfalls darum, inwieweit sich „Zeit ist Geld“ in ökonomischen Experimenten widerspiegelt. Die grundlegende Frage mutet (unter der Beachtung gewisser später spezifizierter, wichtiger Restriktionen) einfach an:

„Bei welchem Geldbetrag x ist es Dir egal, ob Du diesen Geldbetrag x heute erhältst oder den Geldbetrag M in t Tagen/Wochen/Jahren?“.

Ausgehend von diversen dieser Fragen nach Indifferenzen zwischen Auszahlungen zu verschiedenen Zeitpunkten, genauer dem Heute-Äquivalent einer zukünftigen Auszahlung, wird auf Basis der Antworten von Versuchspersonen in kontrollierten Laborexperimenten ein Modell des Diskontierens monetärer Auszahlungen entwickelt, das sich in wesentlichen Punkten von gängigen Diskontierungsmodellen, wie z.B. exponentiellem oder (quasi-)hyperbolischem Diskontieren, unterscheidet. Im Gegensatz zu anderen Studien gelingt es, durch die experimentalen Bedingungen entscheidende Einflussfaktoren auf das Diskontierungsverhalten, wie zum Beispiel Arbitrageüberlegungen oder Inflationserwartungen, auszuschließen und so eine Analyse der intrinsischen Zeitwahrnehmung der Versuchspersonen zu ermöglichen.

Auf Basis der Theorie der eingeschränkt rationalen Verarbeitung numerischer Information von Albers[3] wurden sehr gute, experimentell getestete Modelle zur Bewertung von Geld und Wahrscheinlichkeiten und in Kombination beider zur Bewertung von Risiko entwickelt. Eine wesentliche Rolle spielen linear-logarithmische Funktionen, die durch das Weber-Fechnersche Gesetz der Psychophysik motiviert sind. Das Konzept der linear-logarithmischen Funktionen wird in dieser Arbeit

1 Vgl. „Advice to a Young Tradesman, Written by an Old One (21 July 1748)“ in Houston (2004), Seite 200-202.

2 Franklin riet dem jungen Kaufmann unter anderem, weder Zeit noch Geld zu verschwenden.

3 Vgl. Albers (2014).

erstmals auf die Bewertung von Zeit übertragen und in Kombination mit linear-logarithmischer Bewertung von Geld zu einem Diskontierungs- bzw. Zeitwahrnehmungsmodell zusammengefügt, das gegen klassische Modelle getestet wird. Die linear-logarithmische Bewertungsfunktion für Zeit unterscheidet die Wahrnehmungsbereiche rationaler (linearer) und emotionaler (logarithmischer) Bewertung.

Die Arbeit gliedert sich in 8 Kapitel. Kapitel 2 liefert einen Überblick über die theoretischen Grundlagen und funktionalen Ansätze, die später in die Modelle einfließen. Zum einen werden die Grundlagen der Prominenztheorie von Albers beschrieben. Basierend auf diesem Ansatz werden die Geldbewertung mittels Wahrnehmungsskalen der Prominenztheorie sowie deren parametrische Version, das Modell der linear-logarithmischen Geldbewertung, präsentiert. Demgegenüber steht der Ansatz der Geldbewertung nach Prospect Theory von Kahneman und Tversky[4]. Diese beiden unterschiedlichen Bewertungsansätze für Geld repräsentieren in den später vorgestellten Diskontierungsmodellen die monetäre Seite. Dazu werden in diesem Abschnitt die in der Literatur gängigen Modelle der Zeitbewertung vorgestellt[5]. Neben dem klassischen Ansatz des exponentiellen Diskontierens, der auf Samuelson (1937) zurückgeht, wird das hyperbolische Diskontieren beschrieben. Hyperbolisches Diskontieren, das implizit aus Herrnsteins Matching Law[6] abgeleitet werden kann, etablierte sich in wirtschaftswissenschaftlichen Modellen vor allem durch Ainslie (1992) und Loewenstein und Prelec (1992) und stellt auch heute noch ein gängiges Diskontierungsinstrument dar. Dennoch werden diese Modelle kritisch diskutiert[7] oder alternative Ansätze wie subadditives Diskontieren[8], das ebenfalls in diesem Kapitel vorgestellt wird, verfolgt. Das Kapitel schließt mit einer Diskussion weiterer theoretischer Ansätze zum Themenfeld des intertemporalen Entscheidungsverhaltens, die der Vollständigkeit halber hier Erwähnung finden.

Ein Beschreibung des experimentellen Designs findet sich in Kapitel 3. Drei verschiedene Arten von Experimenten wurden im Rahmen dieser Arbeit analysiert. Das ist

4 Vgl. Kahneman und Tversky (1979) bzw. Tversky und Kahneman (1992).

5 Da der Focus in dieser Arbeit auf der Aufstellung eigener und innovativer Modelle und der Übertragung linear-logarithmischer funktionaler Konzepte auf die Bewertung von Zeit gelegt ist, wird hier in einigen Punkten auf Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) verwiesen, wobei explizit angegebene wissenschaftliche Arbeiten der anderen Autoren selbstverständlich individuell und intensiv betrachtet wurden.

6 Vgl. Herrnstein (1961).

7 Vgl. Fernandez-Villaverde und Mukherji (2002).

8 Vgl. Read (2001).

zum einen die im obigen Teil der Einleitung beschriebene Frage nach dem Heute-Äquivalent einer zukünftigen Auszahlungen, zum anderen beschäftigen sich die Experimente mit der mittleren Freude auf der Zeit-Skala und Lotterien in der Zeit. Das Konzept der mittleren Freude auf der Zeit-Skala setzt an Überlegungen von Galanter (1961) an. Es bedarf einiger Restriktionen in den Experimentalbedingungen, um die intrinsische Zeitbewertung unabhängig von Inflation, Arbitrageüberlegungen, sich ändernden Nutzenfunktionen oder einer veränderten Einkommenssituation zu betrachten. Diese Restriktionen werden in Kapitel 3 kritisch diskutiert, des Weiteren erfolgt ein Vergleich zu anderen Studien.

Die Modellierung erfolgt in Kapitel 4. Das Konzept linear-logarithmischer Wahrnehmungsfunktionen wird auf die Zeitbewertung übertragen, diese findet in Kombination mit der linear-logarithmischen Geldbewertung Einfluss in 2 Diskontierungsmodelle. Die beiden Modellansätze beinhalten die denkbaren Varianten, dass Versuchspersonen bei der Bestimmung des heutigen Äquivalents neben der Zeit, die zwischen den beiden Auszahlungszeitpunkten liegt, den Geldbetrag, den sie als Äquivalent wählen, an sich bewerten oder dass sie die Konzession gegenüber dem Maximalbetrag bewerten. Als Referenzmodelle dienen zum einen der klassische Ansatz des exponentiellen Diskontierens sowie zum anderen das in der Literatur weit verbreitete hyperbolische Diskontieren, jeweils in Kombination mit der Geldbewertung nach Prospect Theory von Kahneman und Tversky.

Klassische Diskontierungsphänomene wie (bei steigender zeitlicher Intervalllänge) fallende durchschnittliche Diskontierungsraten[9] oder der sog. Größeneffekt, d.h. kleinere Diskontierungsraten bei einem höheren zu diskontierenden Maximalbetrag[10], werden im ersten Teil von Kapitel 5 untersucht. Im zweiten Teil des Kapitels wird der vorliegende Datensatz anhand der in Kapitel 4 vorgestellten Modellansätze analysiert, dazu erfolgen ein Vergleich der Diskontierungsmodelle sowie theoretische Analysen der Modelle. Im dritten Abschnitt von Kapitel 5 erfolgen weitere Detailanalysen und eine Verallgemeinerung des Ansatzes, optimale Parameter der Zeitbewertungsfunktion in Abhängigkeit von der Konzession gegenüber dem Maximalbetrag der Aufgabenstellung zu berechnen. Weiter wird in Ansätzen der Frage nachgegangen, ob die Präsentationsform der Zeit-Skala Auswirkungen auf die Art

[9] Vgl. Benzion, Rapoport & Yagil (1989) oder Thaler (1981).
[10] Vgl. Benzion, Rapoport & Yagil (1989), Loewenstein (1987) oder Thaler (1981).

der Zeitwahrnehmung hat, indem die Optimierungen separat nur für Fragen bzgl. Tage-, Wochen- und Jahre-Skala durchgeführt werden. Die Fragen, wie Versuchspersonen im Rahmen der Experimente zu mittlerer Freude auf der Zeit-Skala und Lotterien in der Zeit die Zeit bewerten und wie sich diese im Vergleich zueinander verhalten, erfolgt im vierten Teil von Kapitel 5.

Ein Zusammenfassung der Ergebnisse, eine Diskussion möglicher Anwendungsgebiete der Erkenntnisse sowie ein Ausblick erfolgen in Kapitel 6. Die Arbeit schließt mit dem Literaturverzeichnis in Kapitel 7 sowie dem vollständigen Datensatz im Anhang in Kapitel 8.

An dieser Stelle sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass männliche Bezeichnungsformen wie z.B. Entscheider oder geschlechtsneutrale Bezeichnungsformen wie Versuchsperson im Hinblick auf eine Vereinfachung und bessere Lesbarkeit der Arbeit verwendet werden, jeweils weibliche und männliche Personen einschließen und in keinster Weise eine Diskriminierung darstellen sollen.

Anmerkung:

Diese überarbeitete Version meiner Dissertation beinhaltet keine grundsätzliche Veränderung der Arbeit, sondern lediglich die Umsetzung der in den Gutachten erwähnten Anregungen sowie eine Korrektur von Druckfehlern.

2 Theoretische Grundlagen

Die in dieser Arbeit vorgestellten Diskontierungsmodelle basieren auf dem Ansatz, dass die Bewertung von Geld und die Bewertung von Zeit in den Diskontierungsfunktionen separabel sind. Zur Formulierung dieser Modelle bedarf es einiger wichtiger theoretischer Grundlagen, die in diesem Kapitel vorgestellt werden. Zum Verständnis der Modellierung der Geldbewertung von Albers und auch im Hinblick auf den in Kapitel 4 präsentierten Modellansatz bzgl. der Wahrnehmung von Zeit werden in diesem Kapitel zuerst die Grundlagen der Prominenztheorie, insbesondere die prominenten Zahlen, die Genauigkeit einer Zahl und Wahrnehmungsskalen auf Basis der Genauigkeit vorgestellt. Dann erfolgt eine Fokussierung auf die eben bereits erwähnten beiden Komponenten der Diskontierungsmodelle, die Bewertung von Geld und die Bewertung von Zeit.

Auf Seiten der Geldbewertung, die neben der Bewertung von Wahrscheinlichkeiten die zweite Komponente der Risikobewertung anhand von monetären Lotterien ist, werden hier die beiden konkurrierenden Bewertungsansätze von Albers[11] und Kahneman und Tversky[12] vorgestellt. Beide Modelle basieren auf der Orientierung an dem Status Quo bei der Evaluation von Nutzen[13], unterscheiden sich aber im Wesentlichen darin, dass Kahneman und Tversky eine universelle Geldbewertungsfunktion postulieren, während Albers die Geldbewertung problemabhängig modelliert. Zuerst wird in diesem Teilabschnitt ein allgemeiner Überblick über erste Ansätze der Modellierung der Geldbewertung sowie die Entwicklung der Modelle geliefert. Als Bestandteil der Verhaltenstheorie basierend auf der eingeschränkt rationalen Verarbeitung numerischer Information von Albers ergeben sich zwei Geldbewertungsmodelle, zum einen die (problemabhängige) Geldbewertung mittels Wahrnehmungsskalen und zum anderen die parametrischer Variante einer linear-logarithmischen Bewertungsfunktion.

In den beiden letzten Teilabschnitten dieses Kapitels werden die in der gängigen Literatur üblichen Diskontierungsfunktionen im Rahmen des intertemporalen Entscheidungsverhaltens vorgestellt. Neben den weit verbreiteten Ansätzen des exponentiellen und hyperbolischen Diskontieren, die später Einfluss in die

[11] Vgl. Albers und Albers (1983), Albers (2000) sowie zusammenfassend Albers (2014).
[12] Vgl. Kahneman und Tversky (1979) sowie Tversky und Kahneman (1992).
[13] Vgl. Albers (2014).

Referenzmodelle in Kapitel 4 finden, werden der Vollständigkeit halber auch quasi-hyperbolisches und subadditives Diskontieren als alternative Ansätze präsentiert. Abschließend werden weitere theoretische Ansätze zum Themenfeld des intertemporalen Entscheidungsverhaltens, die eher psychologisch geprägt sind, aufgezeigt, um auch diesen Erklärungsansatz für Diskontierungsverhalten der Vollständigkeit halber zu nennen.
Der folgende Teilabschnitt bietet einen Überblick über die Grundlagen der Prominenztheorie.

2.1 Grundlagen der Prominenztheorie

Die Prominenztheorie wurde von Albers und Albers (1983) begründet und in den folgenden mehr als 25 Jahren zu einer vielseitigen Verhaltenstheorie der eingeschränkt rationalen Verarbeitung numerischer Information im menschlichen Gehirn[14] erweitert, die mittleres individuelles Verhalten von Versuchspersonen insbesondere auf dem Gebiet der Risikowahrnehmung und Risikobewertung beschreibt und grundlegende Verhaltensmuster auf Ebene der numerischen Wahrnehmung erklärt. Grundlegende Elemente der Theorie sind die sogenannten prominenten Zahlen, die bei der Zahlenwahrnehmung im Dezimalsystem besonders leicht zugänglich sind und eine besondere Rolle spielen. Diese werden im folgenden Abschnitt vorgestellt.
Albers (2014) modelliert im Rahmen seiner als Prominenztheorie bekannt gewordenen Verhaltenstheorie die numerische Informationsverarbeitung als die Interaktion in einem 2 Agenten-Modell mit dem bewussten und dem unbewussten Teil des Gehirns als Agenten. Den späteren Bewertungsprozess beschreibt er als eine gemeinsame Aktivität dieser beiden Teile des Gehirns. Im unbewussten Teil des Gehirns spielen die Intensitäten der emotionalen Reaktionen[15] auf numerische Stimuli eine Rolle, diese haben Einfluss auf die an späterer Stelle genauer beschriebenen Wahrnehmungsskalen unter anderem zur Geldbewertung. Hingegen agiert der bewusste Teil des Gehirns im Raum der numerischen Bezeichnungen dieser emotio-

[14] Vgl. Albers (2014).
[15] Albers modelliert den Wahrnehmungsraum der emotionalen Reaktionen genauso wie den Raum der numerischen Bezeichnungen jeweils als Raum reeller Zahlen, wobei diese im Fall der emotionalen Reaktionen nicht als reelle Zahlen an sich sondern als emotionale Größen anzusehen sind.

nalen Reaktionen[16]. Grundprinzip des daraus resultierenden Wahrnehmungsmodells ist, dass der unbewusste Teil des Gehirns im Raum der emotionalen Reaktionen Skalen von Elementen, deren Abstand emotional als äquidistant wahrgenommen wird, konstruieren kann. Beliebige Elemente zwischen den Skalenelementen können durch Interpolation identifiziert werden, gewichtete Mittelwerte dieser Elemente können ebenfalls identifiziert werden. Sowohl im bewussten Teil als auch im unbewussten Teil des Gehirns werden Skalen endlicher Länge erzeugt, deren Elemente paarweise miteinander verknüpft sind. Das Prinzip der parallelen Skalierung besteht darin, dass numerische Informationen aus dem Raum der numerischen Bezeichnungen[17] mit äquidistanten Schritten im Raum der emotionalen Reaktionen verknüpft sind. Die Elemente der Skalen werden im Kurzzeitgedächtnis gespeichert. Zwischen den benachbarten Skalenelementen ist in den beiden Räumen parallel die Operation der linearen Interpolation möglich, so dass feinere Informationen zwischen den Räumen in beide Richtungen abgebildet werden können.

Mittels Skalen für die Bewertung von Wahrscheinlichkeiten[18] und die Bewertung von Geld und mittels der Fähigkeit des unbewussten Teils des Gehirns, Mittelpunkte sowie gewichtete Durchschnitte von Elementen im Raum der emotionalen Reaktionen zu identifizieren, sind die Bewertung von Lotterien sowie eine Bisektion im Raum der emotionalen Reaktionen[19] möglich. Die Skala für die Bewertung von Geld wird hierbei problemabhängig (aufgabenbezogen) konstruiert und im Kurzzeitgedächtnis gespeichert, ihre Struktur hängt zum einen vom maximalen Absolutbetrag der Geldbeträge der Aufgabenstellung ab, zum anderen ist diese (unter Normalbedingungen) durch die Speicherplatzkapazität des Kurzzeitgedächtnisses bedingt.

Zuerst werden im Folgenden die Grundelemente der Prominenztheorie, die

[16] Für eine detaillierte Darstellung der an dieser Stelle nur in ihren Grundzügen überblicksartig präsentierten Verhaltenstheorie sowie der ihr zugrunde liegenden Prozesse sei auf Albers (2014) verwiesen.

[17] Typischerweise sind das die Zahl 0 und 3 aufeinander folgende prominente Zahlen. Eine Skala dieses Typs wird als sogenannte Standardskala bezeichnet, auf diese wird an späterer Stelle in dieser Arbeit noch genauer Bezug genommen (Vgl. Albers (2014).).

[18] Die detailliere Erklärung der Modellierung der Wahrscheinlichkeitsskala spielt in dieser Arbeit eine untergeordnete Rolle, da sämtliche betrachteten Lotterien binär sind und die beiden Ereignisse jeweils mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,5, die nach der Theorie von Albers auch mit 0,5 bewertet wird, eintreten können. Die Gewichte der wenigen „prominenten"Wahrscheinlichkeiten sind im Langzeitgedächtnis abgespeichert. Für weitere Ausführungen zu der Thematik der Wahrscheinlichkeitsbewertung sei wiederum auf Albers (2014) verwiesen.

[19] An späterer Stelle wird diese risikofreie Abfragemethode nach der mittleren Freude noch genauer beschrieben.

prominenten Zahlen, näher betrachtet.

2.1.1 Prominente Zahlen

Die prominenten Zahlen spielen als Basiselemente der Verbindung zwischen bewusster und unbewusster Informationsverarbeitung eine wichtige Rolle bei der numerischen Wahrnehmung, sie werden vom bewussten Teil des Gehirns für die Konstruktion von Skalen genutzt und strukturieren das Sprachzentrum[20]. Im Dezimalsystem sind die prominenten Zahlen die Zehnerpotenzen $10^i, i \in \mathbb{Z}$ sowie ihre Halbierungen $0,5 \cdot 10^i, i \in \mathbb{Z}$ und Verdoppelungen $2 \cdot 10^i, i \in \mathbb{Z}$, d.h. die Zahlen

$$...;\ 0,1;\ 0,2;\ 0,5;\ 1;\ 2;\ 5;\ 10;\ 20;\ 50;\ 100;\ 200;\ 500;\ 1.000;... \tag{2.1}$$

.

Die Menge $\mathbb{P}$ der prominenten Zahlen[21] aus (2.1) lässt sich formal als

$$\mathbb{P} = \{\kappa \cdot 10^i | \kappa \in \{1,\ 2,\ 5\}, i \in \mathbb{Z}\} \tag{2.2}$$

beschreiben. Prominente Zahlen sind bezüglich ihrer Wahrnehmung mental leicht zugänglich und tauchen im alltäglichen Leben unter anderem als Nominalwerte der Münzen und Geldscheine im Euro-Raum auf. Neben dieser Wahrnehmungseigenschaft als einzelne Zahl an sich bieten die prominenten Zahlen dem Sprachzentrum die Grundlage, numerische Antworten als gewichtete Summe von prominenten Zahlen mit den Koeffizienten +1, -1 oder 0 zu identifizieren. Nähere Definitionen und Überlegungen dazu folgen im nächsten Abschnitt über die Darstellung und Genauigkeit einer Zahl.

2.1.2 Darstellung und Genauigkeit einer Zahl

Die Fähigkeit des Sprachzentrums, Antworten auf Basis von prominenten Zahlen zu konstruieren, diese absteigend zu durchlaufen und mit den Koeffizienten +1, -1 oder 0 in die Summe einfließen zu lassen, wobei jeder prominente Zahl (höchstens) einmal vorkommt, ist die praktische Sichtweise auf prominente Zahlen. Die andere

[20] Vgl. Albers (2014).
[21] Alternativ werden sie auch als Vollstufenzahlen bezeichnet.

Sichtweise, die an diesem Abschnitt dargestellt wird, basiert auf zahlentheoretischen Überlegungen.

So lässt sich jeder reelle Zahl als gewichtete Summe prominenter Zahlen darstellen. Jede der prominenten Zahlen fließt mit Faktor +1, -1 oder 0 in die gewichtete Summe ein und kommt dabei höchstens einmal vor. Die Darstellung einer reellen Zahl x als gewichtete Summe prominenter Zahlen kann als

$$x = \sum_{\rho \in \mathbb{P}} \mu_\rho \cdot \rho, \mu_\rho \in \{-1, +1, 0\} \tag{2.3}$$

beschrieben werden. Die Darstellung einer Zahl ist aus zahlentheoretischer Sicht nicht eindeutig, so lässt sich zum Beispiel für die Zahl 17 unter anderem als $17 = 20-5+2$ oder als $17 = 20-2-1$ darstellen.[22]. Die unterschiedlichen Darstellungen einer Zahl motivieren die begriffliche Definition der Genauigkeit der Darstellung einer Zahl.

Definition 2.1 *Gegeben sei eine Zahl* $x \in \mathbb{Z}$ *mit der Darstellung* $x = \sum_{\rho \in \mathbb{P}} \mu_\rho \cdot \rho, \mu_\rho \in \{-1, +1, 0\}$. *Die Genauigkeit der Darstellung einer Zahl ist die kleinste prominente Zahl* $\rho \in \mathbb{P}$, *deren Koeffizient* $\mu_\rho \neq 0$ *ist.*

Basierend auf der Definition der Genauigkeit der Darstellung einer Zahl sind die (absolute) Genauigkeit e_{abs} sowie die relative Genauigkeit e_{rel} einer Zahl definiert[23].

Definition 2.2 *Die (absolute) Genauigkeit* $e_{abs}(x)$ *einer Zahl* $x \in \mathbb{Z}$ *ist definiert als das Maximum der Genauigkeiten über alle möglichen Darstellungen der Zahl* x. *Die relative Genauigkeit* $e_{rel}(x)$ *ist definiert als* $e_{rel}(x) = \frac{e_{abs}(x)}{x}$.

Da in dieser Arbeit keine Analyse der Genauigkeit der Antwort bzw. der aus dieser resultierenden Konzession gegenüber einem Maximalbetrag erfolgen soll, beschränken sich die Ausführungen über die Darstellung und Genauigkeit einer Zahl an dieser Stelle auf wesentliche Aspekte. Es sei aber erwähnt, dass sich mittels absoluter

22 Im Rahmen der Modellierung des Antwortfindungsprozesses durch Albers ist die Konstruktion einer Zahl wohldefiniert, da das Gehirn alle prominenten Zahlen in absteigender Reihenfolge durchläuft und jeweils entschiedet, ob die prominente Zahl addiert, subtrahiert oder nicht verwendet wird. So kommt es zu einer schrittweisen Verfeinerung der Genauigkeit der Analyse von einer prominenten Zahl zur nächsten (Vgl. Albers (1997) oder Albers (2014).).

23 Vgl. Albers (2014).

und relativer Genauigkeit Skalen definieren lassen, deren Elemente die Menge der möglichen numerischen Antworten darstellt, die eben mindestens die angegebene relative und absolute Genauigkeit aufweisen[24]. Diese beiden Parameter definieren die Sensitivität eines Entscheiders[25].

Im nächsten Abschnitt werden 2 Grundtypen von numerischen Wahrnehmungsskalen vorgestellt, die jeweils im Rahmen der parallelen Skalierung mit der Wahrnehmungsskala der emotionalen Reaktionen verknüpft sind. Diese Grundtypen bilden an späterer Stelle die Grundlage für die Geldbewertungsfunktionen von Albers.

2.1.3 Wahrnehmungsskalen

Im Rahmen der parallelen Skalierung durch den bewussten und unbewussten Teil des menschlichen Gehirns wird im unbewussten Teil eine Skala der emotionalen Reaktionen erzeugt, deren Stufen (im positiven und negativen Bereich jeweils) äquidistante Abstände haben. Dieser steht im numerischen Wahrnehmungsraum die Skala der numerischen Bezeichnungen gegenüber, deren Gestalt den beiden hier vorgestellten Grundtypen entsprechen kann. Der erste Grundtyp ergibt sich durch iteriertes Halbieren[26] ausgehend von dem maximalen Absolutbetrag der Zahlen der Aufgabenstellung MAX, der zweite Grundtyp ergibt sich durch aufeinander folgende prominente Zahlen[27].

Die Stufenstruktur einer IH-Skalen hat die Gestalt

$$-MAX;\ -\frac{MAX}{2};...;\ -\frac{MAX}{2^{i-1}};\ -\frac{MAX}{2^i};\ 0;\ \frac{MAX}{2^i};\ \frac{MAX}{2^{i-1}};...;\ \frac{MAX}{2};\ MAX. \tag{2.4}$$

Im Falle des i-fachen Halbierens besteht die Skala aus $2i+1$ Elementen. Im positiven Bereich $[0, MAX]$ wird der Abstand aufeinander folgender Skalenelemente als eine Wahrnehmungsstufe im Raum der emotionalen Reaktionen empfunden, während

[24] Hierbei sind zwei Elemente nicht voneinander unterscheidbar, falls ihre absolute bzw. relative Differenz kleiner der absoluten bzw. relativen Genauigkeit ist. Die Genauigkeit stellt also für die Skala die feinste wahrnehmbare Differenz dar.

[25] Für weitere theoretische Überlegungen und Details zum Thema der Sensitivitätsanalyse sei auf Albers (2014) verwiesen. Grundsätzliche erste Überlegungen zur Struktur der Skalen finden sich in Albers (1997).

[26] Auf diesen Skalentyp wird im Folgenden als IH-Skala verwiesen.

[27] Dieser Skalentyp wird im weiteren Verlauf der Arbeit als PN-Skala bezeichnet.

die Stufen im Intervall $[-MAX, 0]$ doppeltes Gewicht haben und somit als 2 Stufen wahrgenommen werden. Zwischen den Stufen erfolgt lineare Interpolation[28].
Je nach Entscheidungssituation[29] kann die Skala auch aus aufeinander folgenden prominenten Zahlen bestehen. Die PN-Skalen stellen den zweiten Grundtyp dar und haben die Gestalt

$$-\rho_{max};\ -\rho_{max-1}; ...;\ -\rho_2;\ -\rho_1;\ 0;\ \rho_1;\ \rho_2; ...;\ \rho_{max-1};\ \rho_{max}, \tag{2.5}$$

wobei $\rho_1, \rho_2, ..., \rho_{max-1}, \rho_{max}$ aufeinander folgende prominente Zahlen sind und ρ_{max} die kleinste prominente Zahl größer oder gleich dem maximalen Absolutbetrag der Zahlen der Aufgabenstellung ist. Der Abstand benachbarter Skalenelemente im positiven Bereich wird, wie bei den IH-Skalen, als eine Wahrnehmungsstufe empfunden, die Abstände benachbarter Skalenelemente im negativen Teil der Skala haben das doppelte Gewicht. Zwischen den Stufen erfolgt wiederum lineare Interpolation.
Die spezielle Struktur der Wahrnehmungsskalen für die Geldbewertung wird im folgenden Abschnitt über Geldbewertung näher erläutert. Es sei bereits angemerkt, dass sich diese sowohl an der Aufgabenstellung an sich als auch an der Speicherplatzkapazität des Gehirns orientiert.

2.2 Modelle der Geldbewertung

Die in diesem Abschnitt unter anderem vorgestellten Modelle der Geldbewertung mittels einer linear-logarithmischen Funktion als parametrische Variante der Geldbewertung mittels Wahrnehmungsskalen sowie die Geldbewertung nach Prospect Theory von Kahneman und Tversky sind auf Seite der monetären Wahrnehmung die beiden alternativen (funktionalen) Bewertungsansätze, die in die in Kapitel 4 vorgestellten Modelle einfließen.
Die ersten Überlegungen zur Thematik der Geldbewertung entstammen der Diskussion über eine Lösung des von Nikolaus I. Bernoulli erstmals erwähnten sogenannten St. Petersburg-Paradoxons. Dem Paradoxon liegt ein (Glücks-)Spiel zugrunde, das einen iterierten Münzwurf einer fairen Münze beinhaltet, bis zum ersten Mal „Kopf“ geworfen wird. Die Auszahlung richtet sich nach der Runde, in der dies

[28] Vgl. Albers (2014).
[29] Nähere Ausführungen dazu beinhaltet der folgende Abschnitt über Geldbewertungsmodelle.

passiert. Fällt in der k-ten Runde zum ersten Mal Kopf, erhält der Spieler die Auszahlung 2^{k-1} Geldeinheiten. Die Frage, die hinter dem Spiel steckt, ist, wie viel ein Spieler für dieses Spiel zu zahlen bereit wäre. Darin besteht auch das eigentliche Paradoxon des Spieles, da dieses (unter der Prämisse einer linearen Geldbewertung) einen unendlichen Erwartungswert besitzt.
Der Erwartungswert der Auszahlung X des (unendlichen) St. Petersburg-Paradoxon berechnet sich als:

$$E(X) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{2^k} \cdot 2^{k-1} = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{2} = \infty. \tag{2.6}$$

Dieser unendlich großen erwarteten Auszahlung des Spiels, das formal gesehen als Lotterie betrachtet werden kann, steht auf der anderen Seite ein endlicher Betrag gegenüber, den Spieler für dieses Spiel zu bezahlen bereit sind[30]. Dies spricht gegen den Erwartungswert (bei linearer Geldbewertung) als klassisches Kriterium zur Klärung der Frage, ob der Spieler einen bestimmten Preis für die Teilnahme an dem Spiel akzeptiert, und somit gegen ihn als die Bewertung des Spieles.
Zur Lösung des Problems schlug Cramer (1728) eine alternative Geldbewertungsfunktion vor, um einen endlichen Preis des Spieles zu begründen. Hierbei nahm er als Geldbewertungsfunktion eine Wurzelfunktion, also eine Funktion $u(x) = x^{\alpha}$ mit $\alpha = 0,5$. Bernoulli (1738) machte in Kenntnis der Überlegungen von Cramer (1728) den Vorschlag, eine logarithmische Funktion der Form $u(x) = const + log(x)$ als Geldbewertungsfunktion anzunehmen. Auch dieser funktionale Ansatz führt dazu, dass der Preis des Spieles endlich ist. Beide Ansätze beinhalten die Betrachtung des Erwartungsnutzens statt des Erwartungswertes. Bernoullis Nutzenmodellierung, deren wesentlicher Punkt der abnehmende Grenznutzen ist, findet Einfluss in die Modellierung und Axiomatisierung der Erwartungsnutzentheorie durch von Neumann und Morgenstern (1944).
Die von Cramer (1728) und Bernoulli (1738) vorgeschlagenen Typen von Funktionen sowie der Grundgedanke des abnehmenden Grenznutzens finden sich in den in den nächsten Teilabschnitten präsentierten Geldbewertungsmodellen von Albers sowie

[30] Cramer (1728) äußerte gegenüber Daniel Bernoulli seine Meinung, dass „kein vernünftiger Mann bereit wäre, mehr als 20 Geldeinheiten (Dukaten) für das Spiel zu bezahlen“ (Vgl. Bernoulli (1738 bzw. 1954).).

von Kahneman und Tversky wieder.

2.2.1 Geldbewertung mittels Wahrnehmungsskalen

Die in Abschnitt 2.1.3 vorgestellten Wahrnehmungsskalen bilden das Grundgerüst der Geldbewertungsskalen nach Prominenztheorie[31]. Die Struktur der Wahrnehmung von Geldbeträgen zeigt starke Parallelen zum Weber-Fechnerschen Gesetz. Das auf den Physiologen Ernst Heinrich Weber und den Physiker Gustav Theodor Fechner zurückgehende Grundgesetz der Psychophysik macht eine Aussage über die Wahrnehmung psycho-physikalischer Stimuli, wie zum Beispiel Lautstärke oder Helligkeit. So ist die (subjektiv) wahrgenommene Intensität des Stimulus proportional zum Logarithmus der (objektiv) messbaren Intensität des Reizes[32]. Die logarithmische Wahrnehmung findet sich auch in der Geldbewertung von Albers wieder, allerdings besteht ein großer Unterschied zwischen beiden Funktionstypen, da es bei der Wahrnehmung psycho-physikalischer Stimuli einen Mindest- oder Schwellenreiz gibt, unterhalb dessen kein Stimulus wahrgenommen wird. Diesen Schwellenwert gibt es bei Albers ebenfalls, allerdings erfolgt auch unterhalb dieses Wertes eine Wahrnehmung, die aber im Gegensatz zu der logarithmischen Struktur oberhalb des Wertes linear ist.
Betrachtet man die Geldbewertung von Albers aus psychologischer Sicht, so beinhaltet lineare Wahrnehmung eine rationale Komponente, während die logarithmische Wahrnehmung emotionales Verhalten widerspiegelt. Die genaue Struktur der Geldbewertungsskalen als spezielle Variante der allgemeinen Wahrnehmungsskalen aus Abschnitt 2.1.3 hat 2 wichtige Einflussfaktoren. Zum einen ist die Anzahl der Skalenelemente durch die Speicherplatzkapazität des Kurzeitgedächtnisses bedingt. Unter Normalbedingungen erlaubt die Speicherplatzkapazität des Kurzzeitgedächtnisses das Speichern von je 3 Skalenelementen (ungleich der Zahl 0) im positiven und negativen Bereich[33]. Zum anderen richtet sich die Gestalt der Geldbewertungsskala nach dem maximalen Absolutbetrag der Geldbeträge der Aufgabenstellung.

[31] Vgl. Albers (2014).
[32] Fechners Überlegungen beziehen sich auf das sogenannte Webersche Gesetz aus dem Jahr 1834, das besagt, dass es bezüglich eines Reizes einen gerade noch wahrnehmbaren Unterschied gibt, der relativ zum Reiz an sich in einem konstanten Verhältnis steht. Man spricht von einer sogenannten differentiellen Wahrnehmungsschwelle (Vgl. Fechner (1877/1968).).
[33] Vgl. Albers (2014).

In Anlehnung an die IH-Skala und die PN-Skala bei den Wahrnehmungsskalen unterscheidet man IH-Geldskalen von PN-Geldskalen. Die Gestalt einer (Standard-)IH-Geldskala ist die folgende:

$$-MAX;\ -\frac{MAX}{2};\ -\frac{MAX}{4};\ 0;\ \frac{MAX}{4};\ \frac{MAX}{2};\ MAX. \qquad (2.7)$$

Der Abstand der Skalenelemente im positiven Bereich wird äquidistant als eine Stufe wahrgenommen, die Abstände der Skalenelemente im negativen Bereich werden ebenfalls im Vergleich zueinander als äquidistant betrachtet, allerdings mit doppeltem Gewicht. Wie bei den bereits beschriebenen IH-Wahrnehmungsskalen erfolgt zwischen den Skalenelementen lineare Interpolation[34].

Die alternative Geldbewertungsskala, die mental konstruiert werden kann, basiert auf den PN-Skalen. Sie werden insbesondere dann verwendet, wenn der maximale Absolutbetrag der Geldbeträge einer Aufgabenstellung selbst eine prominente Zahl ist. Allgemein hat eine (Standard-)PN-Geldskala die Gestalt

$$-\rho_3;\ -\rho_2;\ -\rho_1;\ 0;\ \rho_1;\ \rho_2;\ \rho_3, \qquad (2.8)$$

wobei $\rho_1,\ \rho_2,\ \rho_3$ aufeinander folgende prominente Zahlen sind und ρ_3 die kleinste prominente Zahl größer oder gleich dem maximalen Absolutbetrag der Zahlen der Aufgabenstellung ist. Wie bei den (Standard-)IH-Geldskalen wird der Abstand der Skalenelemente im positiven Bereich als eine Stufe und im negativen Bereich als zwei Stufen wahrgenommen, dazu gibt es auch hier eine lineare Interpolation zwischen den Skalenelementen[35].

Im Gegensatz zu dem an späterer Stelle vorgestellten Geldbewertungsmodell von

[34] Die Lotterie [-2.000 (50%); 8.000 (50%)], bei der die beiden Auszahlungen -2.000 und 8.000 jeweils mit Wahrscheinlichkeit 0,5 eintreten (Die Schreibweise „50%“ dient der anschaulicheren Darstellung der Lotterie.), wird zum Beispiel auf der Skala -8.000; -4.000; -2.000; 0; 2.000; 4.000; 8.000 bewertet. Es sei angemerkt, dass die Vorhersage der Prominenztheorie einen Wert von 1.000 ergibt, der sich als $0,5 \cdot (-2\ Stufen) + 0,5 \cdot 3\ Stufen = 0,5\ Stufen$ auf der Bewertungsskala berechnet. Gemäß der Wahrscheinlichkeitsbewertungsfunktion nach Prominenztheorie, die in dieser Arbeit allerdings nicht näher betrachtet wird, hat die Wahrscheinlichkeit 0,5 auch das Gewicht 0,5.

[35] Als Beispiel sei die Bewertung der Lotterie [0 (50%); 1.000 (50%)] aufgeführt, bei der die monetäre Bewertungsskala die Form -1.000; -500; -200; 0; 200; 500; 1.000 hat und die Prominenztheorie ein Sicherheitsäquivalent in Höhe von 350 als lineare Interpolation zwischen der 1. und 2. Stufe $(0,5 \cdot (0\ Stufen) + 0,5 \cdot 3\ Stufen = 1,5\ Stufen)$ prognostiziert.

Kahneman und Tversky modelliert die Prominenztheorie die Geldbewertung problemabhängig, so richtet sich die genaue Gestalt der Geldwahrnehmungsskala nach dem maximalen Absolutbetrag der Geldbeträge einer Aufgabenstellung. Albers (2014) liefert auch Belege dafür, dass es keine universelle Geldbewertungsfunktion gibt, sondern dass diese problemabhängig ist. Ein diese Eigenschaft belegendes Experiment ist eine Präferenzumkehr bei bestimmten 50%-50%-Lotterien, bei der es (grob zusammengefasst) einen Bewertungsunterschied gibt in Abhängigkeit davon, ob zwei Lotterien getrennt voneinander auf unterschiedlichen Skalen bewertet werden oder miteinander vergleichen werden. Dies geschieht dann auf einer gemeinsamen Geldbewertungsskala und führt letztendlich zu der Präferenzumkehr. Ein zweites Experiment, das Widersprüche gegen eine universelle Geldbewertungsfunktion liefert, ist das sogenannte Mittelpunkt-Paradoxon. Die Versuchspersonen konstruieren zuerst eine endliche Sequenz von Geldbeträgen $x_0 < x_1 < ... < x_{18}$ mit der Eigenschaft, dass für je 3 aufeinander folgende Kettenglieder x, y, z gilt, dass der Nutzenunterschied zwischen x und y gleich dem Nutzenunterschied zwischen y und z ist. Danach sollen die Versuchspersonen einen Geldbetrag Y so bestimmen, dass für diesen der Nutzenunterschied zwischen x_0 und Y gleich dem Nutzenunterschied zwischen Y und x_{18} ist. Die klassische Nutzentheorie prognostiziert, dass Y der Mitte der Sequenz entspricht, also x_9, im Experiment ergibt sich aber im Median ein Wert zwischen x_{14} und x_{15}. Dies erklärt die Prominenztheorie durch unterschiedliche Geldbewertungsskalen, die durch sich ändernde maximale Geldbeträge der Aufgabenstellungen bedingt sind.

In bestimmten Entscheidungssituationen nutzt der Entscheider von den Standard-Skalen abweichende Skalen, die sogenannten Aufmerksamkeitsskalen, die mehr als nur 3 aufeinander folgende prominente Zahlen bzw. mehr als 2 Halbierungsschritte unterhalb der maximalen Zahl MAX enthalten. Beispiele[36] für den Aufmerksamkeitseffekt im Zusammenhang mit Geldskalen sind das sogenannte Drawer Paradoxon[37] oder die Bestimmung des Sicherheitsäquivalents von Lotterien, bei denen im Vergleich zum maximalen Absolutbetrag der Aufgabenstellung niedrige Geld-

[36] Vgl. Albers (2014).

[37] Hierbei handelt es sich um ein Experiment, bei dem sich eine von zwei Schubladen mit Wahrscheinlichkeit p bzw. die andere mit Wahrscheinlichkeit $1 - p$ öffnet. Der Entscheider darf einen Geldbetrag von beispielsweise 1.000 Euro auf die beiden Schubladen verteilen und erhält den Geldbetrag in der Schublade, die sich öffnet. (Vgl. Albers (2014).).

beträge mit hohen Wahrscheinlichkeiten vorkommen und so besondere Aufmerksamkeit attrahieren. Das Grundprinzip, das hinter Aufmerksamkeitsskalen steckt, ist eine Verfeinerung der Standard-Skala in besonderen Situationen, so dass alle Zahlen der Aufgabenstellung auf der Skala zwischen der kleinsten prominenten Zahl ρ_1 und der maximalen prominenten Zahl ρ_{max} liegen und emotional wahrgenommen werden. Darüber hinaus sind die Wahrnehmungsskalen für Wahrscheinlichkeiten bei der Bewertung von Lotterien Aufmerksamkeitsskalen, diese werden ebenfalls aufgabenbezogen erzeugt[38].
Neben diesem mathematisch betrachtet diskreten Ansatz bietet die Prominenztheorie auch noch einen parametrischen stetigen Modellierungsansatz zur Beschreibung der Geldbewertung, der sich ebenfalls an dem Weber-Fechnerschen Gesetz orientiert und im folgenden Abschnitt vorgestellt wird.

2.2.2 Linear-logarithmische Geldbewertung

Funktional gesehen ähnelt der linear-logarithmische Geldbewertungsansatz den Überlegungen Bernoullis (1738) im Rahmen der Suche nach einer Lösung des St. Petersburg-Paradoxons. Albers modelliert die Geldbewertung ähnlich dem Weber-Fechnerschen Gesetz und unterscheidet bei seiner Geldbewertungsfunktion einen Bereich (funktional gesehen) linearer, rational geprägter Geldwahrnehmung unterhalb eines Schwellenwertes und einen Bereich (funktional gesehen) logarithmischer Geldbewertung, die mit einer emotionalen Wahrnehmung gleichzusetzen ist, oberhalb dieses Schwellenwertes. Der Schwellenwert stellt die Wahrnehmungsgrenze zwischen linearer und logarithmischer Geldbewertung dar und hängt vom maximalen Geldbetrag der Aufgabenstellung ab.
Dieses Bewertungsmodell spiegelt die bewertungstheoretischen Charakteristika der Geldbewertung mittels Wahrnehmungsskalen, abgesehen von einem Faktor zur Höherbewertung negativer Geldbeträge, in genau einem Parameter c wider. Die Geldbewertung kann mittels einer stetig differenzierbaren Funktion $u_{c,\lambda} : \mathbb{R} \to \mathbb{R}, (x, c, \lambda) \mapsto u_{c,\lambda}(x)$ mit

[38] Weitere Ausführungen zur Thematik der Wahrscheinlichkeitsskalen, zum einen direkt bei der Bewertung von Lotterien, zum anderen im Zusammenhang mit Lotterien bzw. mittlerer Freude zwischen verschiedenen Wahrscheinlichkeiten, finden sich wiederum in Albers (2014).

$$u_{c,\lambda}(x) = \begin{cases} \ln(\frac{x}{c\cdot M}) + 1 & \text{, für } x \geq c \cdot M \\ \frac{x}{c\cdot M} & \text{, für } 0 \leq x < c \cdot M \\ \lambda \cdot \frac{x}{c\cdot M} & \text{, für } -c \cdot M < x < 0 \\ -\lambda \cdot (\ln(\frac{|x|}{c\cdot M}) + 1) & \text{, für } x \leq -c \cdot M \end{cases} \tag{2.9}$$

beschrieben werden, wobei $c \in]0,1]$, $\lambda > 0$ und M das Maximum der Absolutbeträge der Aufgabenstellung ist. Der Schwellenwert $c \cdot M$ ist der feinste logarithmisch wahrgenommene Wert und wird auch als Linlog-Grenze der Geldwahrnehmung bezeichnet und mit FLV abgekürzt. Das Ergebnis einer Vielzahl von Studien von Albers ist, dass ein c-Wert von 0,42 und ein Gewichtungsfaktor λ von 2 durchschnittliches Verhalten von Versuchspersonen in Experimenten sehr gut beschreiben.

Für nicht-negative Geldbeträge, wie sie in dieser Arbeit ausschließlich betrachtet werden, lässt sich die Geldwahrnehmungsfunktion im Vergleich zu Formel (2.9) vereinfacht als $u_c : \mathbb{R}^+ \rightarrow \mathbb{R}^+, (x,c) \mapsto u_c(x)$ mit

$$u_c(x) = \begin{cases} \ln(\frac{x}{c\cdot M}) + 1 & \text{, für } x \geq c \cdot M \\ \frac{x}{c\cdot M} & \text{, für } 0 \leq x < c \cdot M \end{cases} \tag{2.10}$$

darstellen[39], wobei $c \in]0,1]$ und M der maximale Geldbetrag der Aufgabenstellung ist. Die folgende Abbildung 1 veranschaulicht den Verlauf der linear-logarithmischen Geldbewertungsfunktion nach Albers für nicht-negative Geldbeträge.

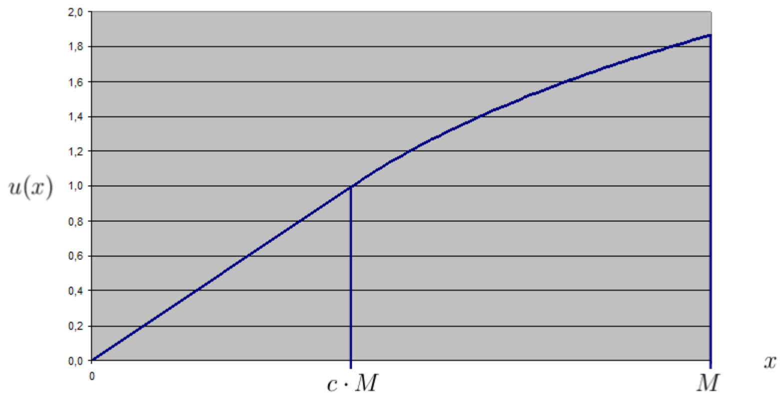

Abbildung 1: Linear-logarithmische Geldbewertung nach Albers für nicht-negative Geldbeträge

[39] Der Parameter c wird in den später folgenden Analysen der Diskontierungsmodelle sowohl frei optimiert als auch fix auf den besten durchschnittlichen Prognosewert 0,42 (vgl. Albers (2014)) gesetzt.

Im Gegensatz zu der linear-logarithmischen Geldbewertungsfunktion von Albers, die problemabhängig ist und als Teil eines Wahrnehmungsfensters eine aufgabenspezifische Grenze zwischen linearer (rationaler) und logarithmischer (emotionaler) Wahrnehmung[40] beinhaltet, unterstellen Kahneman und Tversky eine universelle Geldbewertungsfunktion. Dieser Ansatz ist Bestandteil des folgenden Abschnittes.

2.2.3 Geldbewertung nach Prospect Theory

Kahneman und Tversky (1979) modellieren die Geldbewertung im Rahmen ihrer Prospect Theory funktional gesehen ähnlich dem Ansatz von Cramer (1728) zur Lösung des St. Petersburg-Paradoxons. Während Cramer eine Wurzelfunktion, also eine spezielle Funktion des Typs $u(x) = x^\alpha$ (nämlich die mit $\alpha = 0,5$), als Geldbewertungsfunktion annimmt, modellieren Kahneman und Tversky die Geldbewertung (für positive Geldbeträge) mit einer allgemeinen Funktion vom Typ $u(x) = x^\alpha$, wobei α ein freier Parameter in der Optimierung ist.

Für positive und negative Geldbeträge beschreiben Kahneman und Tversky die Geldbewertung durch eine Funktion $u_{\alpha^+,\alpha^-,\lambda} : \mathbb{R} \to \mathbb{R}, (x, \alpha^+, \alpha^-, \lambda) \mapsto u_{\alpha^+,\alpha^-,\lambda}(x)$ mit

$$u_{\alpha^+,\alpha^-,\lambda}(x) = \begin{cases} x^{\alpha^+} & , \text{für } x \geq 0 \\ -\lambda \cdot |x|^{\alpha^-} & , \text{für } x < 0 \end{cases} \tag{2.11}$$

und optimieren zur Beschreibung durchschnittlichen Verhaltens von Versuchspersonen die Parameter α^+, α^- und λ.

Im Mittel weisen die Parameter nach Kahneman und Tversky Werte von $\alpha^+ = 0,88$, $\alpha^- = 0,88$ und $\lambda = 2,25$[41] auf.

[40] Unterhalb der Grenze werden Abstände konstant bewertet, oberhalb der Grenze relativ.
[41] Vgl. Tversky und Kahneman (1992).

Abbildung 2 zeigt die allgemeine Gestalt der Funktion.

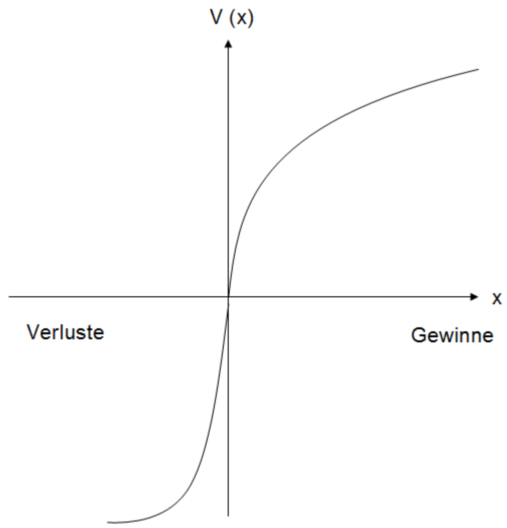

Abbildung 2: Geldbewertung nach Kahneman und Tversky

Es sei noch angemerkt, dass sich sowohl der funktionale Bewertungsansatz von Albers als auch der von Kahneman und Tversky an einem Status Quo bei der Bewertung von Nutzen orientieren. Beide funktionalen Ansätze fließen in Kapitel 4 auf Seiten der Geldbewertung in die Diskontierungsmodelle, die in dieser Arbeit analysiert werden, ein. Die Seite der Zeitbewertung wird im folgenden Abschnitt näher betrachtet.

2.3 Modelle der Zeitbewertung

In der ökonomischen Literatur wird die Bewertung von Zeit meist direkt im Zusammenhang mit der Bewertung von Geld betrachtet, so dass sich in vielen Studien, insbesondere wenn generell eine lineare Geldbewertung unterstellt wird[42], die Effekte der Bewertung von Zeit und der Bewertung von Geld vermischen. In diesem Abschnitt werden also eher nicht die Zeitbewertungsmodelle untersucht, sondern es wird ein Überblick über gängige Diskontierungsansätze und Überlegungen im Zusammenhang mit intertemporalem Entscheidungsverhalten geliefert. Überlegungen, welche Bewertung und Wahrnehmung der Zeit per se hinter bestimmten Diskontie-

[42] In vielen Studien wird nicht das Diskontieren von Nutzen, sondern vom Geldbetrag an sich untersucht.

rungsfunktionen stecken, werden an späterer Stelle im Rahmen der theoretischen Analyse der Diskontierungsmodelle angestellt.
Hier soll ein Überblick über die temporalen Diskontierungsfunktionen geboten, die gewöhnlich bei der Modellierung intertemporalen Entscheidungsverhaltens benutzt werden. Neben dem klassischen Ansatz des exponentiellen Diskontierens und dem hyperbolischen sowie dem quasi-hyperbolischen Diskontieren werden alternative Erklärungsansätze wie subbaditives Diskontieren und weitere eher theoretisch und nicht funktional geprägte Ansätze zum Themenfeld des intertemporalen Entscheidungsverhaltens kurz betrachtet, um einen Überblick über das Themenfeld zu liefern. Innerhalb der Diskontierungsmodelle in Kapitel 4 werden allerdings nur exponentielles und hyperbolische Diskontierungsfunktionen in den Referenzmodellen analysiert. An dieser Stelle liegt das Hauptaugenmerk auf den theoretischen Grundlagen und funktionalen Konzepten an sich, die dann auf mathematischer Modellierungsebene Einfluss in die Diskontierungsmodelle finden. Eine wissenschaftlich-historische Darstellung der Entwicklung im Themenfeld des temporalen Diskontierens wird hier in enger Anlehnung an Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) dargestellt. Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) liefern einen Überblick über die empirische Forschung über intertemporales Entscheidungsverhalten sowie neuere theoretische Ansätze, die die Ergebnisse der Forschung berücksichtigen.
Erste Überlegungen zu der Thematik gehen zurück auf Adam Smith, der die Wichtigkeit intertemporaler Entscheidungen für den Wohlstand von Nationen bemerkte. Darauf aufbauend untersuchte John Rae[43] als erster die soziologischen und psychologischen Motive, die dem intertemporalen Auwahlverhalten zugrunde liegen[44]. Die ersten Modelle, die an dieser Stelle keine explizite Erwähnungen finden sollen, hatten alle die Eigenschaft, dass sie quasi komplett auf dem Vorgängermodell aufbauten und nur punktuell erweitert wurden. In dieser Kette sind die Namen Rae, von Böhm-Bawerk, Fisher und schließlich Samuelson zu nennen. Darin sehen Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) auch den Grund für die beschränkte Aussagekraft der Modelle an sich.

[43] Die Überlegungen von John Rae gehen in eine ähnliche Richtung wie die von Adam Smith, wobei Rae das „effektive Verlangen zum Ansammeln“ als eine Hauptdeterminante für das Level von Sparen und Investieren in einer Gesellschaft und somit unterschiedlichen Wohlstand im Vergleich unterschiedlicher Nationen sieht.
[44] Vgl. Rae (1834) sowie Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003).

Nach vorherigen eher psychologischen Überlegungen formalisiert Samuelson (1937) ein verallgemeinertes Modell des intertemporalen Auswahlverhaltens, das auf Konsum über mehrere Perioden hinweg angelegt ist. Voraussetzung bei der Formulierung des Modells ist eine kardinale Nutzenmessung. Samuelson vereint bzw. komprimiert alle zugrunde liegenden Motive in einem einzigen Parameter, der Diskontierungsrate. Samuelsons Ansatz des exponentiellen Diskontierens wird im folgenden Abschnitt zuerst betrachtet.

2.3.1 Exponentielles Diskontieren

Bei der von Samuelson vorgestellten Version der Nutzendiskontierungsmodells geht es um die Modellierung der intertemporalen Präferenzen eines Entscheiders über Konsumprofile und eine sie repräsentierende intertemporale Nutzenfunktion. Das Modell erlangte trotz eigener Vorbehalte durch Samuelson selbst[45] nahezu sofortige und vollständige Akzeptanz, sowohl z.B. bei Kosten-Nutzen-Analysen im Bereich der öffentlichen Politik als auch bei der Beschreibung „tatsächlichen“ Verhaltens. Hauptcharakteristikum des Nutzendiskontierungsmodells ist die Bündelung sämtlicher, durchaus unterschiedlicher Motive in einem Parameter, der Diskontierungsrate[46]. Koopmans (1960) zeigt, dass das Nutzendiskontierungsmodell von Samuelson aus einem (oberflächlich betrachtet) plausiblen Set von Axiomen abgeleitet werden kann. Auch Koopmans argumentiert nicht für eine psychologische oder normative Plausibilität des Modells, sondern macht Überlegungen auf Basis gut spezifizierter, wenn auch unrealistischer, Bedingungen. Die Popularität von Samuelsons Nutzendiskontierungsmodell wurde noch durch Koopmans Axiomatisierung verstärkt[47].

Unter der Prämisse, dass die Bewertung von Zeit und die Bewertung von Geld voneinander separabel sind, modelliert Samuelson[48] das Diskontieren mittels einer

[45] Samuelson negiert den Zusammenhang zwischen Nutzen, wie er innerhalb seines Modells gesehen wird, und jeglichen Wohlfahrtskonzepten. Dazu bezeichnet er die von ihm gewählte Form der von Individuen maximierten Funktion als vollkommen willkürlich bzgl. dessen normativer und deskriptiver Aussagekraft (Vgl. Samuelson (1937) bzw. Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003).).

[46] Vgl. Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003).

[47] Vgl. Koopmans (1960) sowie Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003).

[48] Diese Modellierung ist auch heute noch in der Finanzökonomie üblich und taucht im Alltag unter dem Begriff Zinses-Zins-Rechnung auf.

Exponentialfunktion. Samuelson beschreibt[49] den Nutzen eines Geldbetrages x zum Zeitpunkt t als $V(x,t) = U(x) \cdot e^{-\pi \cdot t}$ mit $\pi = ln(1+p)$. So ergibt sich als Diskontierungsfunktion

$$f(t) = e^{-\pi \cdot t} = (e^{-ln(1+p)})^t = (\frac{1}{1+p})^t = q^t \tag{2.12}$$

,

wobei $p > 0$ und somit $0 < q < 1$ ist.

Allgemein lässt sich eine exponentielle Diskontierungsfunktion wie folgt definieren.

Definition 2.3 *Für gegebenes* $\delta \in]0,1[$ *definiert die Funktion* $f_\delta : \mathbb{R}^+ \to]0,1], (t,\delta) \mapsto f_\delta(t)$ *mit*

$$f_\delta(t) = \delta^t \tag{2.13}$$

eine exponentielle Diskontierungsfunktion.

Der Diskontierungsfaktor q ist zeitlich gesehen konstant, was auch zu zeitlich konsistenten Präferenzen führt. Real beobachtbares Verhalten[50] steht aber im Kontrast zum Nutzendiskontierungsmodell von Samuelson und dessen impliziten psychologischen Annahmen, was im Einklang mit Samuelsons Bedenken bezüglich der deskriptiven Validität des Modells steht. Hauptgründe für die Popularität von Samuelsons Modell als theoretisches Rahmenwerk zur Modellierung intertemporaler Auswahlentscheidungen sehen Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) in der Einfachheit des Modells und der funktionalen Ähnlichkeit zu der allgemein bekannten Zinsformel, nicht aber in der empirischen Validität.

Erste Überlegungen, die gegen exponentielles Diskontieren sprechen, gehen zurück auf Strotz (1955). Strotz bemerkt, dass jede andere als eine exponentielle Diskontierungsfunktion zu zeitlich inkonsistenten Präferenzen führt. Allerdings schlägt Strotz

[49] An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass zum einen nur die funktionale Form an sich verdeutlicht werden soll und daher auf eine explizite Modellierung und Formulierung der Funktionen verzichtet wird. Zum anderen erfolgen die Formulierungen für den Fall des Vergleiches einzelner Auszahlungen, wie sie in dieser Arbeit betrachtet werden, und nicht für die Analyse von Zahlungsströmen.

[50] Bestimmte Verhaltensanomalien lassen sich allerdings nicht durch exponentielles Diskontieren erklären, so sind in realen Experimenten Präferenzen eben nicht zeitlich konsistent. Einfach ausgedrückt ist es so, dass Versuchpersonen, die zum Beispiel einen Apfel (oder 10 Euro) heute zwei Äpfeln (20 Euro) morgen vorziehen würden, auf der anderen Seite zwei Äpfel (20 Euro) in 21 Tagen gegenüber einem Apfel (10 Euro) in 20 Tagen präferieren.

keine bestimmte funktionale Form vor, sondern richtet den Focus auf fallende Diskontierungsraten.

Zur Erklärung von inkonsistenten Präferenzen und Verhaltensanomalien[51] wurde dann ein funktionaler Ansatz verfolgt, der kurzfristige Zeitpunkte stärker gewichtet und eben nicht eine gleichmäßige (lineare) Wahrnehmung der Zeit beinhaltet. Der Ansatz des hyperbolischen Diskontierens wird im nächsten Abschnitt vorgestellt.

2.3.2 Hyperbolisches Diskontieren

Hyperbolisches Diskontieren lässt sich implizit aus Herrnsteins Matching Law[52] ableiten. Im Rahmen von kontrollierten Verhaltensexperimenten mit Tauben analysiert Herrnstein die Häufigkeit bestimmter Verhaltensweisen in Abhängigkeit von verschiedenen Verstärkungsquellen. Hauptergebnis der Analyse ist, dass die relative Antworthäufigkeit bzgl. der Wahl einer bestimmten Taste der relativen Häufigkeit der Verstärkung durch diese Taste nahezu entspricht. Es ist also ein relativer Effekt feststellbar, ein bestimmtes Verhalten bzw. dessen Häufigkeit hängt von den Verhaltensalternativen und deren Konsequenzen ab.

Im wirtschaftswissenschaftlichen Kontext geht die Verwendung hyperbolischer Funktionen zur Erklärung von Diskontierungsverhalten auf Phelps und Pollak (1968) zurück. Vor allem später durch Ainslie (1992) und Loewenstein und Prelec (1992) erlangten sie weitere große Popularität. Der große Unterschied zwischen exponentiellem und hyperbolischem Diskontieren besteht darin, dass sich der Diskontierungsfaktor zeitlich verändert. Die Zeit wird nicht wie beim exponentiellen Diskontieren linear betrachtet.

Bezüglich der Formulierung einer hyperbolischen Diskontierungsfunktion gibt es verschiedene Ansätze. Ainslie (1975) verwendet die Funktion[53] $f(t) = \frac{1}{t}$. Herrnstein (1981) und Mazur (1987) schlagen als hyperbolische Diskontierungsfunktion die Funktion $f(t) = \frac{1}{1+\alpha \cdot t}$ vor. In dieser Arbeit wird bei der Modellbildung der allgemeinste Typ einer hyperbolischen Diskontierungsfunktion, den auch

[51] Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) verweisen auf weitere Anomalien, die den theoretischen Annahmen des Nutzendiskontierungsmodells von Samuelson widersprechen. Sie betonen allerdings, dass diese Anomalien nicht im Sinne von Fehlern der agierenden Personen anzusehen sind.

[52] Vgl. Herrnstein (1961).

[53] Zur Vermeidung der Problematik für den Wert $t = 0$, bietet sich der Ansatz $f(t) = \frac{1}{1+t}$ an.

Loewenstein und Prelec (1992) verwenden, benutzt, um bei der späteren Optimierung den Ansätzen, die als Referenzmodelle dienen, einen größeren Freiheitsgrad zu geben.

Definition 2.4 *Für $\beta, \gamma > 0$ definiert eine Funktion $f_{\beta,\gamma} : \mathbb{R}^+ \to]0,1], (t, \beta, \gamma) \mapsto f_{\beta,\gamma}(t)$ mit*

$$f_{\beta,\gamma}(t) = \frac{1}{(1 + \beta \cdot t)^{\frac{\gamma}{\beta}}} \tag{2.14}$$

eine hyperbolische Diskontierungsfunktion.

Die folgende Abbildung 3 zeigt die funktionale Form einer exponentiellen und einer hyperbolischen Diskontierungsfunktion im Vergleich.

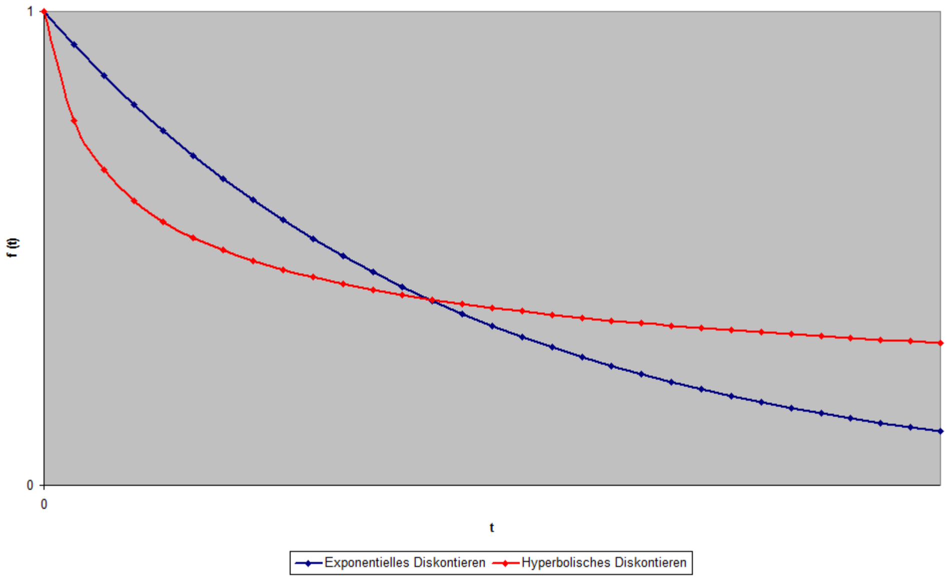

Abbildung 3: Schematischer Vergleich zwischen exponentieller und hyperbolischer Diskontierungsfunktion

Der funktionale Ansatz des hyperbolischen Diskontierens erklärt Inkonsistenzen im Verhalten des Entscheiders. Experimentell hat sich hyperbolisches Diskontieren sowohl bei Menschen als auch bei Tieren beobachten lassen.

Im weiteren Verlauf des Kapitels werden noch zwei alternative funktionale Ansätze der Vollständigkeit halber erwähnt, diese werden aber im Rahmen der Diskontierungsmodelle in Kapitel 4 nicht näher analysiert. Darüber hinaus erfolgt eine

Erwähnung weiterer theoretischer Ansätze zum Themenfeld des intertemporalen Entscheidungsverhaltens.

2.3.3 Quasi-hyperbolisches Diskontieren

Laibson (1997) schlägt eine Diskontierungsfunktion vor, die das hyperbolische Diskontieren approximiert. Er sieht den Vorteil darin, dass dieser funktionale Typ die analytische Handhabbarkeit der exponentiellen Diskontierungsfunktion mit den qualitativen Eigenschaften der hyperbolischen Diskontierungsfunktion vereint, und nutzt daher eine funktional gesehen simple Form.

Definition 2.5 *Für $0 < \beta < 1$ und $0 < \delta < 1$ definiert die Funktion $f_{\beta,\delta} : \mathbb{R}^+ \rightarrow]0,1], (t, \beta, \delta) \mapsto f_{\beta,\delta}(t)$ mit*

$$f_{\beta,\delta}(t) = \begin{cases} 1 & , \textit{für } t = 0 \\ -\beta \cdot \delta^t & , \textit{für } t > 0 \end{cases} \tag{2.15}$$

eine quasi-hyperbolische Diskontierungsfunktion.

Ursprünglich geht die Verwendung quasi-hyperbolischen Diskontierens auf Phelps und Pollak (1968) und ihre Überlegungen zu intergenerationalem Altruismus zurück, Elster (1979) benutzt die Funktion dann erstmals im Kontext individuellen Entscheidungsverhaltens. Später wurde das quasi-hyperbolische Diskontieren dann aber von Laibson (1997) im Kontext der Analyse von Konsum- und Sparverhalten und später O'Donoghue und Rabin (1999) wieder mehr in den analytischen Focus gerückt.

2.3.4 Subadditives Diskontieren

Read (2001) liefert einen alternativen Erklärungsansatz für fallende Diskontierungsraten mit steigendem Zeithorizont, das subadditive Diskontieren. Dies bedeutet, dass der Betrag des Diskontierens steigt, je feiner ein Zeitintervall unterteilt wird. So wird ein Jahr anders wahrgenommen als 2 mal 6 Monate oder 3 mal 4 Monate. Read vergleicht in seiner Studie die Diskontierungsrate für ein Intervall von 24 Monaten mit den kombinierten Diskontierungsraten für 3 Intervalle mit Länge von jeweils

8 Monaten[54] mit dem Ergebnis, dass die Diskontierungsrate für das 24 Monate-Intervall kleiner als die kombinierte Diskontierungsrate ist, die sich aus den 3 Teilintervallen ergibt.
Neben den in den vorherigen Abschnitten beschriebenen funktionalen Ansätzen, die der Modellierung des Diskontierungsverhaltens von Versuchspersonen dienen, spielt auch eine andere, eher psychologische Sicht auf die Thematik eine wichtige Rolle.

2.4 Weitere theoretische Ansätze zum Themenfeld des intertemporalen Entscheidungsverhaltens

In diesem Abschnitt werden ausgewählte psychologische Aspekte des intertemporalen Entscheidungsverhaltens näher betrachtet[55].
Strotz (1955) und Pollak (1968) analysieren Überlegungen von Personen zu späteren Präferenzen und dem Verhalten eines „zukünftigen Ichs“ sowie deren Auswirkungen auf das Diskontierungsverhalten der Versuchsperson. Die Personen bewegen sich zwischen den Extremen der Selbsterkenntnis, einem „naiven“ Verhalten, das den Glauben beinhaltet, dass sich die Präferenzen in der Zeit nicht verändern, auf der einen Seite und der vollkommenen Kenntnis über sich ändernde Präferenzen auf der anderen Seite[56].
Eine andere psychologisch orientierte Sichtweise ist die Modellierung des intertemporalen Entscheidungsverhaltens als Konflikt zwischen „multiplen Ichs“ einer Person[57]. Die meisten Modelle dieser Art sind allerdings rein psychologisch-verbaler Natur, wenige wurden formal ausgedrückt oder so formuliert, dass man testbare Implikationen erhält. Die meisten Modelle, die auf Basis „multipler Ichs“ aufbauen, zielen darauf ab, einzelne psychologische Aspekte des Entscheidungsverhaltens zu erklären oder einfach herauszustellen oder strategisches Verhalten der Versuchspersonen im Hinblick auf Selbstkontrollaspekte zu begründen. Frederick, Loewenstein

[54] Es sei angemerkt, dass diese im Vergleich zueinander als recht ähnlich wahrgenommen werden.
[55] Ein ausführlicher Überblick über weitere psychologische Motive und Ansätze, die hier allerdings keine besondere Erwähnung finden, kann Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) entnommen werden.
[56] Bereits an dieser Stelle sei angemerkt, dass bei den in dieser Arbeit durchgeführten Experimenten von den Versuchspersonen, um in der Terminologie von Strotz oder Pollak zu bleiben, so etwas wie „naives“ Verhalten gefordert wird, da sich ändernde Präferenzen, die mit sich ändernden Nutzenfunktionen einhergehen, bereits großen Einfluss auf Diskontierungsverhalten hätten. Der Focus in dieser Arbeit liegt allerdings auf dem Zugang zu der intrinsischen Zeitbewertung.
[57] Vgl. Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003).

und O'Donoghue (2003) sehen in diesen Modellen eine Inspiration für spätere formale Modelle hyperbolischen Diskontierens und unterscheiden 3 verschiedene Ansätze. Dies sind die Modellierung als einen Konflikt zwischen „kurzsichtig“ orientierten Ichs und den eher weitblickenden Ichs einer Person[58].

Neben diesem Ansatz kann die intertemporale Auswahlentscheidung auch mittels Prinzipal-Agenten-Theorie modelliert werden, genauer gesagt als eine Interaktion einer Reihe von „Machern“ , die jeweils nur auf ihren eigenen sofortigen Nutzen achten, mit einem einheitlichen „Planer“ , der gleichsam auf Gegenwart und Zukunft achtet[59].

Der dritte Typ von Modellen, auf den Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) verweisen, sind Modelle multi-personaler strategischer Interaktion. Haupterkenntnis von Modellen dieser Art ist, dass Selbstbeherrschung die Kooperation zeitlich aufeinander folgender Ichs benötigt[60].

Allgemein lässt sich über die Modellierung des intertemporalen Entscheidungsverhaltens sagen, dass empirische Phänomene oder Anomalien meist dadurch zustande kommen, dass viele unterschiedliche Denk- und Herangehensweisen in sie einfließen, die untereinander Wechselwirkungen haben. Auf der anderen Seite beinhalten die meisten Modelle nur einzelne, punktuelle Veränderungen gegenüber dem Nutzendiskontierungsmodell von Samuelson (1937).

Es ist schwer zu ergründen, welche psychologischen Motive isoliert betrachtet jeweils ein bestimmtes Verhalten bedingen. So findet Frederick (1999) in seiner Studie keine (signifikante) Beziehung zwischen monetären Diskontierungsraten und einer von der Person selbst wahrgenommenen Stabilität der Identität[61], genauso findet er keine Beziehung zwischen monetären Diskontierungsraten und Implikationen der Stabilität der Identität, wie dem Grad der Zustimmung zu der retrospektiven Frage, ob frühere Handlungen heute noch Gefühle wie Peinlichkeit auslösen.

58 Ainslie und Haslam (1992) modellieren dies beispielweise als die abwechselnde Verhaltenskontrolle von einem kurzfristig und einem langfristig orientierten Ich. Dies beinhaltet aber eine gewisse Asymmetrie: Während das langfristig orientierte Ich durchaus öfter versucht, Einfluss auf das Verhalten des kurzfristigen orientierten Ichs zu nehmen, ist dies umgekehrt nicht der Fall (Vgl. Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003)).

59 Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) verweisen auf das Modell von Thaler und Shefrin (1981).

60 Dies ähnelt der Kooperation in einem Social Dilemma.

61 Diese ermittelt Frederick über eine Frage nach Ähnlichkeit der eigenen Person in der Zukunft im Vergleich zu jetzt.

3 Experimentelles Design

Die in dieser Arbeit vorgestellten Experimente wurden im Rahmen eines von Prof. Dr. Wulf Albers geleiteten Projektseminares zur „Experimentellen Wirtschaftsforschung“ an der Universität Bielefeld durchgeführt. An dem 7-tägigen Seminar im Zeitraum vom 8. August 2003 bis 14. August 2003 nahmen insgesamt 22 Studierende aus dem Hauptstudium der Fachrichtungen Betriebswirtschaftslehre, Volkswirtschaftslehre und Wirtschaftsmathematik teil. Die dort erhobenen Experimentaldaten werden im Rahmen dieser Arbeit ausgewertet.

Innerhalb des Projektseminares wurden die Studierenden zu Themen der Geldbewertung, genauer gesagt der Bewertung von Lotterien und der Freude im Geld-Raum, zur expliziten Wahrnehmung von Wahrscheinlichkeiten und zur Bewertung von Zeit befragt. Nach Durchführung der Experimente wurden den Studierenden die relevanten theoretischen Aspekte vorgestellt und zu ausgewählten Themen wurden auf Basis der Experimentaldaten Seminararbeiten verfasst, die auch später im Rahmen von Vorträgen der Seminarteilnehmer präsentiert wurden. Dies führte dazu, dass die Studierenden die Fragen, auch wenn sie hypothetischer Natur waren, sehr gewissenhaft, sorgfältig und ehrlich beantwortet haben[62]. Der Grund für hypothetische Fragen in dieser Arbeit besteht darin, dass reale Fragen für die betrachteten Zeiträume oder auch Geldbeträge unmöglich oder sehr schwierig gewesen wären. Die Versuchspersonen waren durch intensives Vorlesen und visuelles Präsentieren der Restriktionen besonders motiviert, die Fragen sorgfältig und realitätsnah zu beantworten. Hinzu kommt, dass durch vorherige Erfahrungen mit Fragen zur Geldbewertung an den ersten Tagen des Projektseminars eine gewisse Sicherheit im Umgang mit Geldbeträgen bestand und somit eine komplexe Aufgabe wie die Bestimmung des heutigen Äquivalents einer zukünftigen Auszahlung keine Überforderung bzgl. der Bewertung darstellte. Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) bemerken des Weiteren, dass es keine Anzeichen dafür gibt, dass hypothetische Geldbeträge oder auch Objekte anders als reale Geldbeträge bzw. Objekte diskontiert werden. Dazu merken sie noch an, dass die explizite Präsentation eines Geldbetrages bzw. Objektes vermieden werden sollte, um das Motiv des Wunsches nach sofortigem Konsum bzw. den Schmerz der zeitlichen Verzögerung nicht zu verstärken.

[62] Vgl. auch Albers (2014).

Innerhalb des Seminars war während der Beantwortung der Fragen keine offene Kommunikation erlaubt[63] und auch die Möglichkeit des „Abschreibens“ nicht gegeben, sodass die Antworten der Versuchspersonen unabhängig voneinander angesehen und ohne Nebeneffekte ausgewertet werden können.

Es war ein Grundprinzip des Seminars, dass die Versuchsteilnehmer am Anfang in den ersten Tagen des Seminars durch das Stellen nicht zu schwerer Fragen zur Bewertung von Geldbeträgen oder Wahrscheinlichkeiten und somit zur Bewertung von Risiko erst einmal für die Thematik sensibilisiert wurden. So stellt die Frage nach dem heutigen Äquivalent einer zukünftigen Auszahlung an die Versuchspersonen aufgrund ihrer Komplexität, da sowohl Zeit als auch Geld wahrgenommen werden müssen, direkt am Anfang zu hohe Anforderungen und wurde an einem der späteren Tage beantwortet. Ansonsten wären Ergebnisse tendenziell unbrauchbar, da keine Separierung der Bewertung von Geld und der Bewertung von Zeit möglich wäre.

Im Rahmen der Thematik, die sich mit der Wahrnehmung und Bewertung von Zeit (im monetären Kontext) beschäftigt, wurden 3 Typen von Fragen, jeweils in diversen Varianten, gestellt, die im Rahmen dieser Arbeit ausgewertet und in den folgenden Abschnitten vorgestellt werden.

3.1 Beschreibung der Experimente

Unter obigen grundsätzlichen Experimentalbedingungen wurden den 22 Versuchspersonen die folgenden 3 Typen von Fragen gestellt, die jeweils unterschiedliche thematische Aspekte der Bewertung von Zeit beinhalten. Zum einen wurde direkt nach dem heutigen Äquivalent einer zukünftigen Auszahlung gefragt. Die anderen Fragen befassten sich mit Lotterien und mittlerer Freude, bzw. anders formuliert dem gleichen Freudeunterschied, in der Zeit bzgl. des Erhaltens eines für die Aufgabenstellung fixen Geldbetrages[64]. Allgemein sind als experimentelle Erhebungsmethoden vier verschiedene Prozeduren gebräuchlich: Auswahl- bzw. Präferenzentscheidungen zwischen Alternativen, direktes Matching der Antworten, Pricing oder Rating von Alternativen[65]. Bei Präferenzentscheidungen bedarf es einer Serie

[63] Im Falle von Verständnisfragen wurden diese außerhalb des Seminarraumes direkt an den Seminarleiter Prof. Dr. Albers gestellt.

[64] Bei der Betrachtung unterschiedlicher Zeiträume wurde dieser dann variiert.

[65] Vgl. Frederick, Loewenstein und O’Donoghue (2003)

von Fragen, um die Diskontierungsraten genauer zu bestimmen und nicht nur Ober- bzw. Untergrenzen dieser zu erhalten, dazu müssen die Effekte, die durch die Abfrageprozedur an sich hervorgerufen werden, berücksichtigt werden. So gibt auf der einen Seite die Auswahl der präsentierten Präferenzentscheidungen die Genauigkeit der Antwort implizit vor, auf der anderen Seite gibt es einen Verankerungseffekt, der durch die Wahl der ersten Präferenzentscheidung und der in dieser enthaltenen Alternative hervorgerufen wird. Um diese Effekte zu vermeiden, wurden die Experimente, die dieser Arbeit zugrunde liegen, als Matching durchgeführt. So ergaben sich auch direkte Antworten in Form eines einzelnen Wertes.
Das Heute-Äquivalent einer zukünftigen Auszahlung stellt den Hauptuntersuchungspunkt dieser Arbeit dar und wird im nächsten Abschnitt beschrieben.

3.1.1 Das Heute-Äquivalent einer zukünftigen Auszahlung

Die Frage nach dem heutigen Äquivalent einer zukünftigen Auszahlung wurde den Versuchspersonen in der folgenden Form[66] präsentiert:

Stell Dir vor, dass Du entweder den Geldbetrag M zum Zeitpunkt t bekommst oder den Geldbetrag x heute.
Für welchen Geldbetrag x ist es Dir egal, ob Du den Geldbetrag x heute oder den Geldbetrag M zum Zeitpunkt t bekommst?

Diese Frage wurde von den Versuchspersonen hypothetisch für verschiedene Geldbeträge M und verschiedene Zeitpunkte t beantwortet. Die zukünftige Auszahlung M betrug bei dieser Aufgabenstellung 1, 10, 100, 1.000, 10.000, 100.000 oder 1.000.000 Euro[67] und wurde jeweils mit unterschiedlichen Zeitpunkten t kombiniert. So betrug t 0, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 Tage / 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 Wochen

[66] Die Studierenden wurden in den Experimentalsituationen in der Du-Form angesprochen, damit die Fragen von ihnen persönlich und nicht im Sinne des Verhaltens Dritter oder der Entscheidung für Dritte beantwortet wurden.

[67] Es war in der Übergangsphase kurz nach der Euro-Einführung den Versuchspersonen auch möglich, die Fragen optional für DM-Geldbeträge zu beantworten. 18 der 22 Versuchspersonen wählten Euro als Antwort-Währung. Da bei den 4 anderen Versuchpersonen bezüglich der Bewertung kein signifikanter Unterschied festgestellt werden konnte, werden alle 22 Versuchspersonen gemeinsam als ein Datensatz betrachtet. Im Folgenden wird als Währungseinheit grundsätzlich Euro genannt werden, dies beinhaltet aber immer auch die Antworten der 4 Versuchspersonen, die in DM geantwortet haben.

oder $\frac{1}{2}$, 1, 2, 5, 10, 20, 50 Jahre.

Insgesamt ergeben sich hieraus 63 Fragen in Kombination mit Zeitpunkten auf der Tage-Skala, 56 Fragen in Kombination mit Zeitpunkten auf der Wochen-Skala, 49 Fragen in Kombination mit Zeitpunkten auf der Jahre-Skala und somit 168 Fragen, die von jeder Versuchsperson beantwortet wurden. Diese Datenpunkte dienen dann der Modellierung im weiteren Verlauf dieser Arbeit, zum einen über sämtliche 24 Fragen, die für fixes M gestellt wurden, zum anderen isoliert für die Tage-, Wochen- und Jahre-Skala betrachtet.

Grundsätzlich wäre auch ein abweichender Fragentyp denkbar, bei dem einer zum heutigen Zeitpunkt fixen Auszahlung ein zukünftiges Äquivalent zugeordnet werden sollte[68]. Dieses Fragetyp hat allerdings zwei große Nachteile. Zum einen ergibt sich für die Versuchspersonen bei der Beantwortung der Frage das Problem, dass mit variierendem Maximum der Auszahlungen, das bei der Antwortfindung berücksichtigt wird, jeweils eine neue Geldbewertungsfunktion mental konstruiert werden muss, was die Komplexität des sowieso schon nicht einfach handhabbaren Aufgabentyps noch deutlich erhöht. Der Geldbetrag M legt für den Aufgabenblock und für alle Personen den maximalen Geldbetrag, der wie bereits in Kapitel 2 angemerkt, deutlichen Einfluss auf die Geldbewertung hat, fest, so dass nicht für jede Teilaufgabe mental eine neue Geldbewertungsfunktion konstruiert werden muss. Der zweite Nachteil wäre analytischer Natur, da nicht nur bei der Geldbewertung jeder einzelnen Person selbst, sondern auch vor allem über alle Versuchspersonen hinweg, verschiedene Maxima für die Geldbewertungsfunktionen auftreten würden. Das logische Beschränken der Alternativen auf das Intervall $[0, M]$ im Geldraum ermöglicht erst eine vernünftige Analyse von Mittelwertdaten. Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) merken kritisch an, dass als Antwort auf die Frage nach dem Äquivalent eines heutigen Betrages in n Jahren sehr oft das n-fache des Ausgangsbetrages genannt wird oder dass allgemein sehr grob, zum Beispiel das 2-fache oder 10-fache des heutigen Betrages geantwortet wird.

Die Versuchspersonen sollten die Frage unter gewissen Annahmen beantworten.

[68] Also eine Frage der Form: „Für welchen Geldbetrag x ist es Dir egal, ob Du diesen in 1 Jahr erhältst, oder 1.000 Euro heute.“

Folgende Instruktionen[69] gehören zu dem hier beschriebenen Experiment, die stichpunktartig hier aufgelistet werden:

Dein zukünftiges Einkommen und Dein Lebensstandard ändern sich nicht mit der Zeit und bleiben so wie heute.
Du darfst das Geld nur für den Konsum von Gütern benutzen.
Die gekauften Güter werden zum heutigen Preis abgerechnet.
Die Auszahlungen dürfen nicht für finanzielle Transaktionen jeglicher Art verwendet werden.

Darüber hinaus wurde noch explizit erwähnt, dass die Versuchspersonen einen Zeitraum unabhängig von dem aus ihm resultierenden Datum betrachten sollen, so soll es insbesondere keine Überlegungen bezüglich Geburtstagen oder bestimmten geplanten Ereignissen im Leben der Person[70], die direkten Einfluss auf Motive der Diskontierens und somit der Zeitbewertung haben könnten, geben. Zeiträume sollen unabhängig davon wahrgenommen werden, welches Ereignis gerade (zufällig) am Ende dieses Zeitraumes steht.
Diese Instruktionen muten zwar auf den ersten Blick recht restriktiv an, jedoch sind sie wichtig, um der eigentlichen Fragestellung nach der intrinsischen Zeitbewertung an sich nachzugehen. Nach Vorstellung der weiteren Experimente in den nächsten beiden Abschnitten findet sich eine Begründung für die Wahl der Restriktionen.

3.1.2 Mittlere Freude auf der Zeit-Skala

Abweichend von dem im vorherigen Kapitel beschriebenen Experiment mit der Frage nach dem heutigen Äquivalent einer zukünftigen Auszahlung, bei dem jeweils ein Geldbetrag die Antwort war, werden bei dem Experiment zur mittleren Freude auf der Zeit-Skala bei fixem Geldbetrag M einer Aufgabenstellung direkt Antworten auf der Zeit-Skala abgefragt. Der Geldbetrag dient im Rahmen dieser Aufgabenstellung nur zur Konkretisierung des Entscheidungsproblems und wurde so ausgewählt, dass er bei gegebenem Zeithorizont als relevant angesehen werden kann.

[69] Diese werden wieder in der im Rahmen der Experimente gewählten Du-Form präsentiert.
[70] Als Beispiele seien ein Studienabschluss, eine Hochzeit oder später eine Pensionierung genannt.

Dieses Experiment wurde genauso wie das folgende, bei dem Lotterien auf der Zeit-Skala bewertet werden sollten, durchgeführt, um einen Vergleich bzgl. der Zeit-Bewertung zu vorherigem Experiment, das auf das Heute-Äquivalent abzielt, durchführen zu können.
Die vorher beschriebenen Rahmenbedingungen und Instruktionen gelten auch bei diesem Experiment, da gewährleistet sein soll, dass keine externen Effekte, wie zum Beispiel Antizipation von Nutzen, Einfluss auf die Bewertung haben.
In Anlehnung an Galanters Ansatz[71], bei dem ohne Benutzung von Lotterien eine monetäre Bewertung auf Basis der Freude, die durch das Erhalten eines bestimmten Geldbetrages ausgelöst wird, abgefragt wird, wurde folgendes Experiment formuliert.

Stelle Dir die Freude darüber vor, den Geldbetrag M zum Zeitpunkt t_a zu erhalten (= Freude(t_a)).
Stelle Dir jetzt die Freude darüber vor, den gleichen Geldbetrag M zum Zeitpunkt t_b zu erhalten (= Freude(t_b)).
Wähle eine Zeit t so aus, dass Deine Freude, den Geldbetrag M zum Zeitpunkt t zu erhalten (= Freude(t)) die Eigenschaft hat, dass der Unterschied zwischen der Freude(t_a) im Vergleich zur Freude(t) gleich dem Unterschied zwischen der Freude(t) und der Freude(t_b) ist.

Es wurde also die mittlere Freude auf der Zeit-Skala gesucht. Diese Frage wurde in insgesamt 42 Variationen abgefragt. Für t_b gleich 100 Tage wurde ein t_a von 0, 1, 5, 20, 50, 90 Tagen gewählt und dieses mit den Geldbeträgen M gleich 10 bzw. 100 Euro kombiniert, sodass sich auf der Tage-Skala für jeder Versuchsperson 12 Fragen ergaben. Für die Wochen-Skala wurde ein nahezu identischer Ansatz gewählt. t_b war jeweils fix bei 100 Wochen, t_a wurde wieder relativ zu t_b bei 0%, 1%, 5%, 20%, 50% und 90%, also 0, 1, 5, 20, 50, 90 Wochen gewählt. Diese Fragen wurden dann für M gleich 100 und 1.000 Euro abgefragt, so dass sich auch auf der Wochen-Skala 12 Fragen für jede Versuchsperson ergaben. Die monetäre Dimension war lediglich um eine Zehnerpotenz verschoben, um für einen gewissen Zeithorizont relevante Geldbeträge zu wählen. Letztendlich wurden noch 18 Auswahlentscheidungen auf der

[71] Vgl. Galanter (1962).

Jahre-Skala abgefragt, wobei die relativen Untergrenzen im Vergleich zu der maximalen Zeit leicht variiert wurden. Für t_b gleich 20 Jahre wurden die Untergrenzen 0, $\frac{1}{2}$, 1, 5, 10 und 18 Jahre in der Aufgabenstellung gewählt, also prozentual bei 0%, 2,5%, 5%, 25%, 50% und 90% im Vergleich zu den Fragen für die zeitliche Dimension Tage bzw. Wochen leicht unterschiedlich festgelegt, um die Zahlen an sich auf einem gewissen absoluten Genauigkeitsniveau zu halten und leichter mental zugänglich zu machen. Die Geldbeträge M betrugen in dem Fall der Lotterien auf der Jahre-Skala 1.000, 10.000 und 100.000 Euro.

Dem Konzept der Frage nach der mittleren Freude[72] steht eine andere Abfragemethode, die nach der Bewertung von Lotterien, gegenüber, die im nächsten Abschnitt vorgestellt wird.

3.1.3 Lotterien in der Zeit

Das Konzept der Bewertung von Lotterien ist im Rahmen der Analyse von Wahrscheinlichkeitsbewertungen und Geldbewertungen üblich, um auf relativ einfache Weise Wahrnehmungen analysieren zu können. Es spielen aber im Vergleich zu der nicht-risikobehafteten Abfrage nach der mittlere Freude im monetären Kontext weitere Motive als nur die Wahrnehmung an sich eine Rolle, die zu einer unterschiedlichen Bewertung von Lotterien gegenüber der mittleren Freude führen[73]. Um zu untersuchen, ob Motive wie Spannung, Risikofreude oder Angst auch im Kontext der Bewertung von Zeit eine Rolle spielen, wurden obige 42 Fragen, die sich aus den verschiedenen Zeit-Geld-Kombinationen ergeben, auch als Fragen nach einer Lotteriebewertung gestellt.

Die Fragen nach der Lotterie-Bewertung in der Zeit[74] waren unter Beachtung der allgemeinen Zeitbewertungs-Instruktionen, wie sie dem Kapitel über die Frage nach dem Heute-Äquivalent einer zukünftigen Auszahlung zu entnehmen sind, formuliert als:

[72] Für eine ausführliche Diskussion der verschiedenen Abfragemethoden für rein monetäre Lotterien oder Freude-Ansätze sei auf Albers (2014) verwiesen.

[73] Vgl. Albers, Pope, Selten und Vogt (2000)

[74] Die Versuchspersonen wurden bereits an den ersten Seminartagen mit dem Konzept der monetären Lotteriebewertung vertraut gemacht.

Stelle Dir vor, dass Du den Geldbetrag M zum Zeitpunkt t_a erhältst.
Stelle Dir jetzt vor, dass Du den gleichen Geldbetrag M zum Zeitpunkt t_b erhältst.
Eine Lotterie, bei der beide Ereignisse mit einer Wahrscheinlichkeit von 50%[75] *eintreten, entscheidet darüber, ob Du den Geldbetrag M zum Zeitpunkt t_a oder t_b bekommst.*
Für welchen Zeitpunkt t ist es Dir egal, ob Du den Geldbetrag M sicher zu dem Zeitpunkt bekommst oder die Lotterie spielst?

Es wurden, wie im Rahmen der Formulierung der Fragen zur mittleren Freude beschrieben, folgende Kombinationen aus Zeitpunkten und Geldbeträgen abgefragt, die hier in vereinfachter Form dargestellt werden. Auf der Tage-Skala wurden Lotterien vom Typ
[„M in t_a Tagen"(50%); „M in 100 Tagen"(50%)]
für t_a gleich 0, 1, 5, 20, 50, 90 Tage und M gleich 10 bzw. 100 Euro abgefragt.
Auf der Wochen-Skala hatten die Lotterien die Form
[„M in t_a Wochen"(50%); „M in 100 Wochen"(50%)]
für t_a gleich 0, 1, 5, 20, 50, 90 Wochen und M gleich 100 bzw. 1.000 Euro abgefragt, also auf die Zeitpunkte bezogen relativ gesehen genauso wie auf der Tage-Skala.
Auf der Jahre-Skala gab es wiederum eine leichte Variation, es wurde die Bewertung von Lotterien vom Typ
[„M in t_a Jahren"(50%); „M in 20 Jahren"(50%)]
mit t_a gleich 0, $\frac{1}{2}$, 1, 5, 10, 18 Jahren und M gleich 1.000, 10.000 bzw. 100.000 Euro erhoben.
Die bereits mehrfach angesprochenen Zeitbewertungs-Instruktionen wurden bei allen 3 Fragetypen den Experimenten vorangestellt und noch einmal explizit vorgelesen, um ihre Bedeutung nochmals gesondert herauszustellen. Diese Instruktionen sollen im folgenden Abschnitt kritisch hinterfragt und begründet werden.

[75] Abweichend von der mathematisch korrekten Formulierung „0,5" wurde die Formulierung „50%" gewählt, um den Lotterie-Charakter zu unterstreichen. Dessen waren sich die Versuchspersonen bewusst und auch bereits mit der Formulierung vertraut.

3.2 Diskussion der Restriktionen bei den Experimenten

Um bei Experimenten verlässliche Antworten zu bekommen und vor allem damit alle Versuchspersonen die Fragen auch korrekt verstehen, bedarf es immer einiger Instruktionen. Im Fall der Experimente zur Bewertung und Wahrnehmung von Zeit muten diese sehr restriktiv an, allerdings sind sie jeweils einzeln wohldurchdacht und wurden auch im Anschluss an den Frageteil des Projektseminars als sehr sinnvoll betrachtet. Dadurch, dass die Versuchspersonen in den ersten Tagen bereits mit der Beantwortung von Fragen und im Zuge dessen mit der Beachtung von Instruktionen vertraut waren, hatten sie keine Probleme, die Instruktionen auch in diesem Fall zu beachten und sich in die den Instruktionen entsprechende Lage zu versetzen.

Ohne die Bedingungen bei den Experimenten wäre keine unabhängige Analyse der Bewertung von Zeit möglich. Rae interpretiert bereits 1834 das intertemporale Entscheidungsverhalten als eine Kombination unterschiedlicher Faktoren, die das „effektive Verlangen zum Ansammeln“ entweder fördern oder beschränken[76]. So sind die Unsicherheit des menschlichen Lebens, also so etwas wie wechselnde Lebensumstände und Lebensstandards, sowie der Reiz des sofortigen Konsums als hemmende Faktoren für das „Verlangen zum Ansammeln“ und somit als fördernde Faktoren, eine zukünftige Auszahlung stärker abzuwerten, anzusehen[77].

Des Weiteren findet sich unabhängig für viele der Bedingungen eine Begründung in Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003), ohne dass der Experimentator beim Aufstellen der Instruktionen Kenntnis von dem Überblickspaper hatte.

Eine grundsätzliche Überlegung, die den Versuchspersonen ebenfalls mitgeteilt wurde, ohne dass sie explizit als Bedingung aufgeführt ist, war, dass sämtliche Überlegungen bzgl. Krankheiten oder Mortalität, insbesondere bei Betrachtung der längeren Jahre-Zeiträume, außen vor gelassen werden sollten, da dies bereits zu einer drastischen Abwertung einer zukünftigen Auszahlung führen könnte. Im heutigen praktischen Kontext ist diese Annahme als sinnvoll anzusehen, da bei der Planung zum Beispiel von Altersvorsorgeprodukten, die nicht etwa einer Risikolebensversicherung entsprechen, ebenfalls der Fall, dass dieser Zeitpunkt gesund erlebt wird, Berücksichtigung findet.

[76] Vgl. Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003).
[77] Vgl. Rae (1834) bzw. Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003).

Um das intertemporale Entscheidungsverhalten zwischen alternativen Auszahlungen isoliert von sich ändernden finanziellen Umständen, sich änderndem Einkommen oder einem sich ändernden Lebensstandard zu betrachten, war es wichtig, auch diese Punkte als konstant zu postulieren. Alles andere hätte durchaus, auch wenn sich die Nutzenfunktionen nach Prominenztheorie auf den Status Quo beziehen, zu einer Verschiebung führen können. Eine praktische Rechtfertigung ist darin zu sehen, dass bei der Konstruktion von Finanzprodukten, wie wiederum Altersvorsorgeprodukten, oft berücksichtigt wird, dass eben gerade keine Abstriche gegenüber dem aktuellen Lebensstandard gemacht werden sollen. Bei Studierenden gehen die Überlegungen noch in eine andere Richtung, die berücksichtigt, dass sich das Einkommen nach Studienabschluss deutlich erhöht, so dass sich auch der Lebensstandard ändert. Allerdings war es auch hier den Versuchspersonen, wie sich aus einer späteren Diskussion ergab, gut möglich, diese Bedingung als gegeben anzunehmen.
Neben den Instruktionen, die das persönliche Umfeld und die Lebensumstände der Versuchspersonen betreffen, waren auch Überlegungen und Anweisungen zur Verwendung des Geldes wichtig. So sollte das Geld für Konsum ausgegeben werden. Dies hat im Sinne des Mental Accounting[78] den Vorteil[79], dass dieses Konsum-Budget weitestgehend unabhängig vom persönlichen Wohlstandsniveau betrachtet wird. Kritisch anzumerken ist, dass der Ansatz von Thaler (1985), der zwischen Geld zum Ausgeben und Geld zum Sparen unterscheidet, nicht mit den Experimenten, die dieser Arbeit zugrunde liegen, vereinbar ist, da jegliche Verknüpfung mit Transaktionen an Finanzmärkten in den Experimentalbedingungen explizit ausgeschlossen ist. Es ist aber bei den Versuchspersonen durchaus das Motiv zu erkennen, dass unterschiedliche Geldbeträge mit unterschiedlichen Arten von Konsum, insbesondere mit unterschiedlichen Zeithorizonten des Konsums verknüpft sind, so dass dies direkte Auswirkungen auf das Diskontieren bzw. die Zeitwahrnehmung hat.
Das explizite Erwähnen des Konsums hat weiterhin den Vorteil, dass so die Bedingung, dass die Auszahlungen nicht mit finanziellen Transaktionen jeglicher Art in Verbindung gebracht werden sollten, neben ihrer expliziten Erwähnung noch einmal betont wird. Sobald es theoretisch möglich wäre, das Geld, das man heute bekommt,

[78] Vgl. Thaler (1999) im klassischen Sinn bzw. Albers (2014) in einer Variation dessen.

[79] An dieser Stelle wird nicht davon ausgegangen, dass die zu verschiedenen Zeitpunkten verfügbaren Geldbeträge zu verschiedenen Accounts gehören, sondern es wird der Vorteil darin gesehen, dass der Geldbetrag nicht in die alltägliche Budgetplanung einbezogen wird.

alternativ am Kapitalmarkt (risikolos) zu investieren, müsste sich die Abwertung des Geldbetrages mindestens auf dem Niveau des Marktzinses bewegen, so dass an dieser Stelle keine isolierte Betrachtung der reinen Abwertung der zukünftigen Auszahlung auf Basis der Wartezeit möglich wäre. Ähnliche Überlegungen sind möglich, wenn es darum geht, den Geldbetrag spekulativ zu verwenden.

Ein wichtiger Punkt, der den Konsum betrifft, ist, dass dieser zu allen Zeitpunkten auf Basis der heutigen Preise erfolgt. Es sollen reale Geldbeträge auf Basis der heutigen Kaufkraft betrachtet werden und so der Einfluss von Inflation, die per se schon zu einer Abwertung einer zukünftigen Auszahlung führt, ausgeschlossen werden. Außerdem sollte der Konsum erst zu dem Zeitpunkt möglich sein, an dem die Versuchsperson das Geld erhält, so dass ein frühzeitiger, heutiger Konsum in dem Wissen, dass man zukünftig einen gewissen Geldbetrag erhält, ausgeschlossen wird. Dies geht im Sinne von (Raten-)Finanzierungen von Konsum einher mit der Bedingung, dass sämtliche finanziellen Transaktionen ausgeschlossen sein sollten.

Diese eher praxis-relevante Seite der Bedingungen wird unterstützt durch die wissenschaftlich-theoretischen Überlegungen von Frederick, Loewenstein und O'Donoghue, die kritisch anmerken, dass andere Studien diese Bedingungen nicht berücksichtigen.

Abschließend sei bezüglich der Experimentalbedingungen gesagt, dass grundsätzlich auch Überlegungen bezüglich der Verlässlichkeit einer zukünftigen Auszahlung Einfluss auf das Diskontierungsverhalten haben können. Bei den in dieser Arbeit durchgeführten Experimenten, wenngleich sie auch hypothetisch waren, wurde dieses Motiv im Nachhinein bei der Diskussion der Thematik von keiner Versuchsperson als Beweggrund für ein bestimmtes Verhalten genannt, so dass diese Überlegungen in diesem Fall auszuschließen sind.

Ein genereller Vergleich zu anderen Studien wird im folgenden Abschnitt kurz dargestellt.

3.3 Vergleich zu anderen Studien

Ein Vergleich der Ergebnisse anderer Studien zu den in dieser Arbeit präsentierten Ergebnissen stellt sich als recht schwierig dar. Zum einen variieren innerhalb der anderen Studien die Abfragemethoden, sowohl bezüglich der Herkunft der Daten

(Feldstudie oder Experimentalstudie) als auch bezüglich der eigentlichen Erhebungsmethode (vor allem Auswahlentscheidung oder direktes Matching). Zum anderen gibt es natürlich gravierende Unterschiede zwischen den Experimentalbedingungen, so wirken die Restriktionen bei den Experimenten in dieser Arbeit auf den ersten Blick zwar sehr streng, auf den zweiten Blick sind sie aber essentiell notwendig, um die intrinsische Zeitbewertung analysieren zu können.

Die anderen Studien beinhalten diese Bedingungen nicht, sondern lassen den Ausschluss wichtiger Aspekte, die per se schon zu Diskontierung führen und somit eine saubere Trennung von der intrinsischen Zeitbewertung und der aus ihr resultierenden Diskontierung verhindern, außen vor. Die Bedeutung der einzelnen Restriktionen ist dem vorherigen Teilabschnitt mit der Beschreibung der Experimente zu entnehmen.

Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) vergleichen insgesamt 42 Studien aus den Jahren 1978 bis 2002[80] hinsichtlich des Typs der Studie, der diskontierten Güter und deren Art (real/hypothetisch), der Erhebungsmethode, des Zeithorizonts der Fragen und der jährlichen Diskontierungsrate bzw. des jährlichen Diskontierungsfaktors.

Die Ergebnisse der anderen Studien werden auf Basis des Nutzendiskontierungsmodells von Samuelson und der Diskontierungsrate, die dieses Modell charakterisiert, verglichen. Kritisch zu sehen ist hierbei, dass die Berechnungen der Diskontierungsrate nicht auf der Ebene der Nutzendiskontierung erfolgen bzw. implizit eine lineare Nutzenfunktion unterstellt wird. Dies führt dazu, dass wichtige Aspekte der Geldbewertung und der Zeitbewertung miteinander vermischt werden. Trotzdem bringt ein Blick auf Studien und Ergebnisse interessante Erkenntnisse.

Bei der Analyse der Studien zeigt sich, dass dem Großteil der Studien experimentelle Untersuchungen zugrunde liegen, nämlich 34, die anderen 8 Studien waren Feldstudien[81]. Die Fragen in 25 Studien waren hypothetisch und in 17 Studien waren sie realer Natur.

Hauptauswahlmethode waren Auswahl- bzw. Präferenzentscheidungen in 22 Fällen, in 13 Studien fand ein direktes Matching[82] statt, bei den restlichen Untersuchungen

[80] Eine Auflistung dieser Studien und ihrer Ergebnisse findet sich in tabellarischer Form in Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003).

[81] Rein informativ sei erwähnt, dass in 29 der 42 aufgelisteten Studien Geld das diskontierte Gut war, weitere Hauptuntersuchungsobjekte waren Lebensjahre bzw. Gesundheit in zusammen 15 Fällen, einige Studien umfassten mehrere Untersuchungsobjekte.

[82] Das Matching entspricht vom Grundtyp den Experimenten in dieser Arbeit.

wurde Pricing, Rating oder Sonstiges zur Antwortfindung benutzt. Der betrachtete Zeithorizont variiert sehr stark zwischen den Studien und reicht von Studien mit kurzfristiger Ausrichtung der Fragen (zum Beispiel 6 Stunden bis 70 Tage oder 3 bis 29 Tage) bis hin zu langfristigen Betrachtungen (zum Beispiel 1 bis 25 Jahre oder 6 bis 57 Jahre).

Die Betrachtung der jährlichen Diskontierungsraten bzw. jährlichen Diskontierungsfaktoren weist zum einen eine sehr große Variabilität der Ergebnisse im Vergleich der Studien untereinander auf[83], zum anderen zeigt sich diese Variabilität auch beim Vergleich der Ergebnisse innerhalb der einzelnen Studien, sofern sich aus den Daten mehrere Ergebnisse ergeben[84].

Es gibt also in der gängigen Literatur keine Standardergebnisse für Diskontierungsraten, mit denen sich die Ergebnisse in dieser Arbeit valide vergleichen ließen, vielmehr bietet sich ein Vergleich der Ergebnisse hier mit den Ergebnissen anderer funktionaler Ansätze an. Diese unterschiedlichen funktionalen Ansätze werden im nächsten Kapitel im Rahmen der Beschreibung der betrachteten Modellierungsansätze betrachtet.

Neben der Betrachtung der methodologischen Seite und der fehlenden Möglichkeit, die Ergebnisse, insbesondere Diskontierungsraten, anderer Studien mit den Ergebnissen dieser Studien zu vergleichen, sei an dieser Stelle aber auf ein paar grundsätzliche Erkenntnisse und Ergebnisse anderer Studien verwiesen.

Das Nutzendiskontierungsmodell von Samuelson sagt, dass es genau eine Diskontierungsrate für alle möglichen Güter und alle Typen von Entscheidungen gibt, allerdings gibt es empirisch dazu einige Widersprüche. So werden Gewinne stärker als Verluste diskontiert (Vorzeicheneffekt) oder kleine Geldbeträge werden stärker als große diskontiert (Größeneffekt). In dieser Arbeit werden allerdings keine negativen Geldbeträge betrachtet, so dass die erste Anomalie nicht untersucht wird, der Größeneffekt wird in Kapitel 5 noch näher betrachtet. Darüber hinaus betreffen weitere Anomalien Sequenzen von Auszahlungen, die in dieser Arbeit allerdings auch

[83] Es lässt sich auch keine Tendenz erkennen, dass die Diskontierungsraten in irgendeiner Form von dem Jahr der Studie abhängig wären und dass somit eine zeitliche Entwicklung zu erkennen wäre. Die Daten und eine Darstellung der Diskontierungsraten sind Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) zu entnehmen.

[84] Darüber hinaus merken Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) an, dass es aufgrund der Spanne der Ergebnisse zu allen Zeitpunkten der Studie keine Anzeichen eines methodologischen Fortschritts im Laufe der Zeit gibt.

nicht betrachtet werden[85].

Beispiele für Untersuchungen zum Vorzeicheneffekt finden sich in Thaler (1981). Allgemein zeigt sich in vielen Studien, dass einige Versuchspersonen es bevorzugen, einen Verlust lieber sofort zu bezahlen als ihn zeitlich zu verzögern[86]. Empirische Belege für den Größeneffekt finden sich in Benzion, Rapoport und Yagil (1989), Kirby (1997), Loewenstein (1987) oder Thaler (1981). Ein umfassender Überblick zur Literatur in diesem Kontext findet sich in Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003).

Für die Modellbildung im folgenden Kapitel und spätere Berechnungen ist es wichtig, bestimmte Einflussfaktoren auszuschließen, aber auch gleichzeitig eine Trennung der Effekte der Geld- und der Zeitbewertung durchzuführen. Dies ist in vielen anderen Modellen nicht möglich, da oft pauschal von linearen Geldbewertungsfunktionen ausgegangen wird und so diese Effekte vermischt werden. Die Diskontierungsrate beinhaltet und vermischt dann sowohl Aspekte der Zeitwahrnehmung an sich und gleichzeitig der Geldwahrnehmung. Wird statt einer konkaven Nutzenfunktion linearer Nutzen unterstellt, so führt dies bei der Berechnung der Diskontierungsraten zu einem Aufwärts-Bias[87].

Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) verweisen darauf, dass Gedanken über Nutzenfunktionen oft deshalb außer Acht gelassen werden, da der Nutzen bei kleineren Geldbeträgen, die gewöhnlich in (realen) Diskontierungsexperimenten Gegenstand sind, aus ihrer Sicht als annähernd linear angenommen werden kann. Diese Argumentation verhält sich aber konträr zu der Erkenntnis, dass Geldbewertungsfunktionen problemabhängig sind und die maximale emotionale Reaktion mit dem maximalen Geldbetrag einer Aufgabenstellung assoziiert wird[88].

[85] Für einen weiteren Überblick sei wiederum auf Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) verwiesen.
[86] Vgl. Benzion, Rapoport und Yagil (1989) oder Loewenstein (1987)
[87] Vgl. Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003).
[88] Siehe Albers (2014).

4 Modellierung

Nachdem in Kapitel 2 die theoretischen Grundlagen bezüglich der Bewertung von Geld und gängige Diskontierungsmodelle vorgestellt wurden, folgt in diesem Kapitel die eigentliche Modellierung in dieser Arbeit. Auf Basis des innovativen Modells der linear-logarithmischen Zeitbewertung, das im folgenden Abschnitt zuerst vorgestellt wird, werden 2 Prognosemodelle entwickelt, die eben diesen funktionalen Typ der Zeitbewertung berücksichtigen, um zum einen Vorhersagen über das heutige Äquivalent einer zukünftigen Auszahlung bzw. dessen Nutzen zu machen. Zum anderen wird ein Modell betrachtet, das den maximalen Geldbetrag einer Aufgabenstellung als Referenzpunkt definiert und bezüglich dieses Wertes die Konzession gegenüber dem Maximalbetrag bzw. deren Nutzen direkt in Beziehung zu der linear-logarithmischen Zeitbewertung setzt. Diese beiden Modelltypen zielen direkt auf die Modellierung der Beziehung zwischen Geldbewertung und Zeitbewertung ab, dabei ist die Zeitbewertung nicht im Sinne einer Diskontierungsfunktion an sich zu sehen, sondern als ein reines Instrumentarium zur Beschreibung der Wahrnehmung von Zeit (im Kontext des monetären Diskontierens). Im Vergleich zu dem linear-logarithmischen Zeitbewertungsansatz wird an späterer Stelle in Kapitel 5 auch die Modellierung mittels der in Kapitel 2 vorgestellten PN-Standard-Skalen bzw. Aufmerksamkeitsskalen auf Basis prominenter Zahlen betrachtet. Da diese Bewertung dem Standardansatz, der sich aus den Wahrnehmungsskalen ergibt, entspricht, wird sie nicht in diesem Modellierungs-Kapitel gesondert dargestellt, sondern an den Stellen des Auswertungskapitels, an denen sie benötigt wird, direkt erwähnt. Auf Basis der jeweiligen Skala werden dann direkt die Berechnungen durchgeführt.

Neben diesen beiden Modellen werden auch noch zwei Standard-Diskontierungsmodelle präsentiert, die beide auf Ebene der Geldbewertung mit der Geldbewertungsfunktion nach Prosect Theory von Kahneman und Tversky operieren[89]. Diese wird zum einen mit einer exponentiellen, zum anderen mit einer hyperbolischen Diskontierungsfunktion, wie sie in Kapitel 2 vorgestellt wurde, kombiniert.

[89] Dies geschieht bewusst im Gegensatz zu dem in der Literatur recht üblichen Ansatz der linearen Geldbewertung, um auch auf Ebene der Geldbewertung in diesen Modellen freie, optimierbare Parameter zu haben.

4.1 Linear-logarithmische Zeitbewertung

Motiviert durch das Weber-Fechnersche Gesetz und in Anlehnung an die linear-logarithmische Geldbewertung wird auch die Bewertung von Zeit modelliert. Da keine Rückwärtsbetrachtung der Zeit erfolgt wird die Zeitbewertungsfunktion nur für positive Zeiten bzw. Zeitspannen betrachtet. Die funktionale Form unterscheidet wiederum einen Bereich der linearen (rational geprägten) Wahrnehmung und einen Bereich der logarithmischen (emotionalen) Wahrnehmung in Abhängigkeit von einem in den späteren Analysen variierten und optimierten Funktionsparameter FET, der als feinste emotional wahrgenommene Zeit die Grenze der Wahrnehmungsbereiche darstellt.

Mathematisch gesehen ist die Zeitbewertungsfunktion definiert als eine Funktion $w_{FET} : \mathbb{R}^+ \to \mathbb{R}^+, (t, FET) \mapsto w_{FET}(t)$ mit

$$w_{FET}(t) = \begin{cases} \ln(\frac{t}{FET}) + 1 & \text{, für } t \geq FET \\ \frac{t}{FET} & \text{, für } 0 \leq t < FET \end{cases} \tag{4.1}$$

mit $FET > 0$. Grafisch dargestellt hat diese Funktion die gleiche Form wie die linear-logarithmische Geldbewertungsfunktion im positiven Bereich, was folgender Abbildung 4 entnommen werden kann.

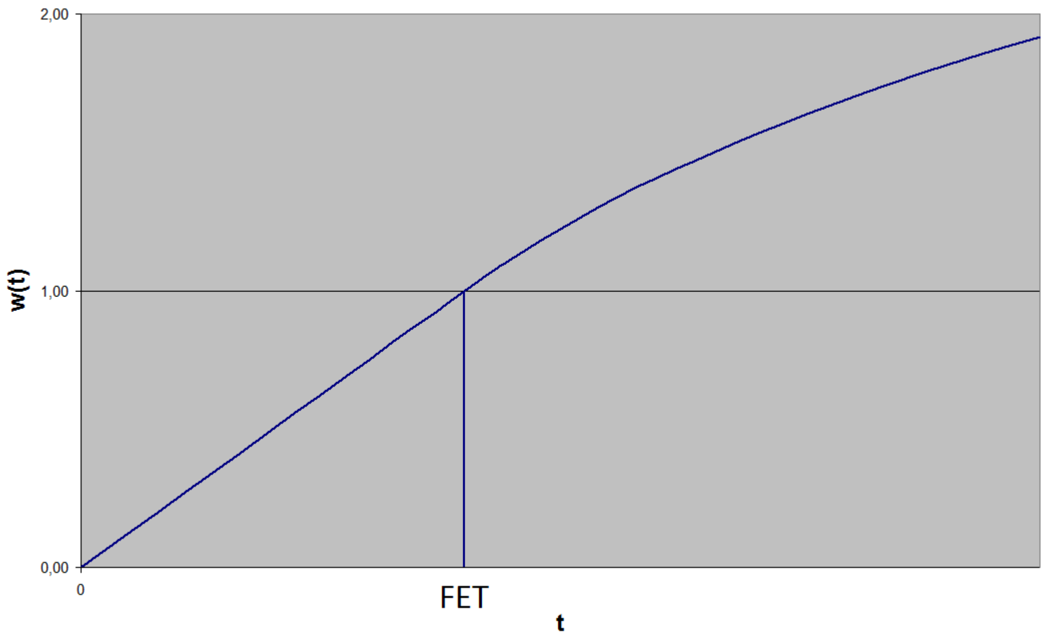

Abbildung 4: Linear-logarithmische Zeitbewertung

Während bei der Modellierung exponentiellen oder hyperbolischen Diskontierens die Zeit entweder linear (beim exponentiellen Diskontieren) bzw. nicht-linear (beim hyperbolischen Diskontieren) implizit in der Diskontierungsfunktion angenommen wird, allerdings nie als echte Zeitbewertungsfunktion im Rahmen des Diskontierens betrachtet wird, bildet die Funktion w_{FET} erstmals eine alleinige Modellierung der Zeitwahrnehmung.
Im Folgenden werden vier unterschiedliche Diskontierungsmodelle vorgestellt, die im nächsten Kapitel der Bestandteil der Analyse sind.

4.2 Diskontierungsmodelle

Das präsentierte Konzept der linear-logarithmischen Zeitbewertung wird zur Prognose der Experimentaldaten bzgl. der Fragen nach dem heutigen Äquivalent einer zukünftigen Auszahlung benutzt. Da per se am Anfang noch nicht klar ist, an welchem Geldbetrag sich die Versuchspersonen orientieren, wird der funktionale Ansatz zum einen mit der linear-logarithmischen Geldbewertung des Geldbetrages an sich[90], zum anderen mit der linear-logarithmischen Bewertung der Konzession gegenüber dem Maximalbetrag, d.h. heißt der zukünftigen Auszahlung, betrachtet.
Diesen beiden neuen Modellansätzen stehen klassisches exponentielles bzw. hyperbolisches Diskontieren im Zusammenhang mit einer in der Literatur üblichen Geldbewertungsfunktion gemäß der Prospect Theory von Kahneman und Tversky gegenüber.
Alle 4 Modelle haben eine Gemeinsamkeit, so werden die Bewertung von Geld und die Bewertung von Zeit funktional gesehen separabel betrachtet. In den folgenden Teilabschnitten werden die Modelle vorgestellt bzw. so umgeformt, wie sie in die linearen Regressionen im folgenden Kapitel betrachtet werden.

[90] Der Nutzen der von den Versuchspersonen gewählten Antworten fließt auf der monetären Seite in die Berechnungen ein.

4.2.1 Modell I: Linear-logarithmische Zeitbewertung in Kombination mit linear-logarithmischer Geldbewertung

Modell I ist das Grundmodell, das sich aus der Modellierung von Zeitbewertung und Geldbewertung nach Prominenztheorie ergibt. Beide Bewertungsfunktionen werden in ihrer parametrischen Version betrachtet.

Die Geldbewertung wird auf Basis der in Kapitel 2 vorgestellten Funktion $u_c : \mathbb{R}^+ \to \mathbb{R}^+, (x, c) \mapsto u_c(x)$ mit

$$u_c(x) = \begin{cases} \ln(\frac{x}{c \cdot M}) + 1 & , \text{für } x \geq c \cdot M \\ \frac{x}{c \cdot M} & , \text{für } 0 \leq x < c \cdot M \end{cases} \tag{4.2}$$

mit $0 < c \leq 1$ modelliert.

Die Zeitbewertung wird in obiger Form durch die linear-logarithmische Funktion $w_{FET} : \mathbb{R}^+ \to \mathbb{R}^+, (t, FET) \mapsto w_{FET}(t)$ mit

$$w_{FET}(t) = \begin{cases} \ln(\frac{t}{FET}) + 1 & , \text{für } t \geq FET \\ \frac{t}{FET} & , \text{für } 0 \leq t < FET \end{cases} \tag{4.3}$$

mit $FET > 0$ modelliert.

Somit ergeben sich für die Regressionsanalysen 2 freie Parameter $0 < c \leq 1$ und $FET > 0$, in Abhängigkeit derer jeweils die Güte der linearen Regression über alle Daten bezüglich des gleichen Maximalbetrages M, dessen Heute-Äquivalent für verschiedene Zeitpunkte t, an denen M erhalten wird, bestimmt wurde.

Die funktionale Beziehung zwischen dem Heute-Äquivalent[91] x und der zugehörigen Wartezeit t wird durch folgenden Ansatz ausgedrückt:

$$u_c(x) = m \cdot w_{FET}(t) + b \tag{4.4}$$

.

Die Steigung m der linearen Regressionsfunktion wird negativ sein. Je größer der zeitliche Abstand der Auszahlung M ist, desto kleiner wird das Heute-Äquivalent x gewählt werden.

Funktional sehr ähnlich wird das folgende Modell II, das sich von Modell I darin unterscheidet, dass die Konzession gegenüber dem Maximalbetrag bewertet wird, im folgenden Abschnitt dargestellt.

[91] Also der Antwort der Versuchspersonen auf eine bestimmte Frage.

4.2.2 Modell II: Linear-logarithmische Zeitbewertung in Kombination mit linear-logarithmischer Geldbewertung (Bewertung der Konzession)

Modell II ist eine Variation des Grundmodells I und stellt bezüglich der Geldbewertung ein Referenzpunktmodell dar. Die Modellierung von Zeitbewertung und Geldbewertung erfolgt wie bei Modell I nach Prominenztheorie. Beide Bewertungsfunktionen werden in ihrer parametrischen Version betrachtet.

Die Geldbewertung wird auf Basis der in Kapitel 2 vorgestellten Funktion $u_c : \mathbb{R}^+ \to \mathbb{R}^+, (x, c) \mapsto u_c(x)$ mit

$$u_c(x) = \begin{cases} \ln(\frac{x}{c \cdot M}) + 1 & \text{, für } x \geq c \cdot M \\ \frac{x}{c \cdot M} & \text{, für } 0 \leq x < c \cdot M \end{cases} \tag{4.5}$$

mit $0 < c \leq 1$ modelliert.

Die Zeitbewertung wird ebenfalls wie bei Modell I durch die linear-logarithmische Funktion

$w_{FET} : \mathbb{R}^+ \to \mathbb{R}^+, (t, FET) \mapsto w_{FET}(t)$ mit

$$w_{FET}(t) = \begin{cases} \ln(\frac{t}{FET}) + 1 & \text{, für } t \geq FET \\ \frac{t}{FET} & \text{, für } 0 \leq t < FET \end{cases} \tag{4.6}$$

mit $FET > 0$ modelliert.

Somit ergeben sich auch bei diesem Modell für die Regressionsanalysen 2 freie Parameter $0 < c \leq 1$ und $FET > 0$, in Abhängigkeit derer jeweils die Güte der linearen Regression über alle Daten bezüglich des gleichen Maximalbetrages M, dessen Heute-Äquivalent für verschiedene Zeitpunkte t, an denen M erhalten wird, bestimmt wurde. Allerdings wird bei der Regression nicht der Geldbetrag x, sondern die aus ihm resultierende Konzession $M - x$ bewertet.

Die funktionale Beziehung zwischen der Konzession[92] $M - x$ und der zugehörigen Wartezeit t wird durch folgenden Ansatz ausgedrückt:

$$u_c(M - x) = m \cdot w_{FET}(t) + b \tag{4.7}$$

.

Die Steigung m der linearen Regressionsfunktion wird positiv sein. Je größer der zeitliche Abstand der Auszahlung M ist, desto größer wird die Konzession gegenüber

[92] Der Maximalbetrag M dient hier als Referenzpunkt.

dem Betrag M bei der Wahl des Heute-Äquivalents x sein.

Demgegenüber stehen die beiden klassischen Modelle des exponentiellen und des hyperbolischen Diskontierens, bei denen die Bestimmung der optimalen Parameter über die direkte Berücksichtigung der Diskontierungsfunktion und der aus ihr im Zusammenspiel mit der Geldbewertungsfunktion resultierenden Isolinien erfolgt.

4.2.3 Modell III: Exponentielles Diskontieren in Kombination mit Geldbewertung nach Prospect Theory

Modell III stellt das erste klassische Referenzmodell dar, dessen Hauptcharakteristikum die exponentielle Diskontierungsfunktion ist. Die Geldbewertung wird mittels des funktionalen Ansatzes von Kahneman und Tversky modelliert, wobei die Funktion eingeschränkt auf positive Geldbeträge, die bei den Experimenten ausschließlich eine Rolle spielen, wie in Kapitel 2 durch $u_\alpha : \mathbb{R}^+ \rightarrow \mathbb{R}^+, (x, \alpha) \mapsto u_\alpha(x)$ mit

$$u_\alpha(x) = x^\alpha, \text{ für } x \geq 0 \tag{4.8}$$

mit $0 < \alpha \leq 1$ beschrieben werden kann.

Die Diskontierungsfunktion wird durch eine Funktion $w_q : \mathbb{R}^+ \rightarrow]0,1], (t, q) \mapsto w_q(t)$ mit

$$w_q(t) = q^t \tag{4.9}$$

mit $q \in]0, 1[$[93] definiert.

Die Regressionsgleichung ergibt sich bei Betrachtung der Isolinien

$$u_\alpha(x) \cdot w_q(0) = u_\alpha(M) \cdot w_q(t) \tag{4.10}$$

.

Nach Einsetzen obiger Funktionen ergibt sich zuerst folgende Gleichung:

$$x^\alpha \cdot q^0 = M^\alpha \cdot q^t \tag{4.11}$$

.

Nach Logarithmieren und Umformung der Gleichung ergibt sich:

$$\ln\left(\frac{x}{M}\right) = \frac{\ln(q)}{\alpha} \cdot t \tag{4.12}$$

[93] Der Parameter q der verschiedene exponentielle Funktionen unterscheidbar macht, kann alternativ als $\frac{1}{1+p}$ ausgedrückt werden.

.

Diese Gleichung dient in Kapitel 5 der linearen Regression für Modell III, wobei bereits an dieser Stelle erwähnt sei, dass die Wahl des Geldbewertungsparameters α keine Auswirkungen auf die Güte, also das Bestimmtheitsmaß R^2, der Regression hat, sondern nur den Wert des entsprechenden Parameters q der exponentiellen Diskontierungsfunktion beeinflusst.

Abschließend wird in diesem Kapitel noch das Modell IV formuliert, das sich von Modell III darin unterscheidet, dass als Diskontierungsfunktion eine hyperbolische Funktion gewählt wird.

4.2.4 Modell IV: Hyperbolisches Diskontieren in Kombination mit Geldbewertung nach Prospect Theory

Das Modell IV berücksichtigt auf Ebene der Geldbewertung wiederum den Ansatz von Kahneman und Tversky für positive Geldbeträge und modelliert diese mittels der Funktion $u_\alpha : \mathbb{R}^+ \to \mathbb{R}^+, (x, \alpha) \mapsto u_\alpha(x)$ mit

$$u_\alpha(x) = x^\alpha, \text{ für } x \geq 0 \tag{4.13}$$

mit $0 < \alpha \leq 1$.

Die Diskontierungsfunktion[94] wird durch eine hyperbolische Funktion $w_{\beta,\gamma} : \mathbb{R}^+ \to]0, 1], (t, \beta, \gamma) \mapsto w_{\beta,\gamma}(t)$ mit

$$w_{\beta,\gamma}(t) = \frac{1}{(1 + \beta \cdot t)^{\frac{\gamma}{\beta}}} \tag{4.14}$$

mit $\beta, \gamma > 0$ beschrieben.

Wie bei Modell III werden Isolinien der Form

$$u_\alpha(x) \cdot w_{\beta,\gamma}(0) = u_\alpha(M) \cdot w_{\beta,\gamma}(t) \tag{4.15}$$

betrachtet.

[94] Alternativ zu diesem hier vorgestellten funktionalen Ansatz einer hyperbolischen Diskontierungsfunktion wurden auch andere, in der Literatur gängige funktionale Ansätze von hyperbolischen Funktionen behandelt, die allerdings bei entsprechender Parameterwahl durch diese allgemeine Funktion repräsentiert werden können. Die Vorstellung des Referenzmodells für hyperbolisches Diskontieren erfolgt auf Basis der Funktionen, deren Variablen die größten Variationsmöglichkeiten bieten.

Nach Einsetzen obiger Funktionen ergibt sich zuerst folgende Gleichung:

$$x^{\alpha} \cdot \frac{1}{(1+\beta \cdot 0)^{\frac{\gamma}{\beta}}} = M^{\alpha} \cdot \frac{1}{(1+\beta \cdot t)^{\frac{\gamma}{\beta}}} \tag{4.16}$$

.

Nach Logarithmieren und Umformung der Gleichung ergibt sich:

$$\ln(\frac{x}{M}) = -\frac{\gamma}{\alpha \cdot \beta} \cdot \ln(1+\beta \cdot t) \tag{4.17}$$

.

Diese Gleichung dient in folgendem Kapitel der linearen Regression für Modell IV. Auch hier sei bereits erwähnt, dass die Wahl des Geldbewertungsparameters α keine Auswirkungen auf die Güte, also das Bestimmtheitsmaß R^2, der Regression hat. Der Parameter β wird bei den linearen Regressionsanalysen variiert, seine Ausgestaltung hat direkten Einfluss auf die lineare Transformation $1+\beta \cdot t$ der Zeit t innerhalb der logarithmischen Funktion ln. Der entsprechende Wert für γ ergibt sich dann implizit aus dem optimalen Quotienten $\frac{\gamma}{\alpha \cdot \beta}$. Nach Formulierung dieser vier Zeitbewertungs- bzw. Diskontierungsmodelle erfolgt im nächsten Kapitel ihre Analyse.

5 Analyse

Nach Beschreibung der durchgeführten Experimente in Kapitel 3 und Modellbildung in Kapitel 4 werden diese jetzt in diesem Kapitel zusammengeführt. Insgesamt wurden 3 Arten von Experimenten durchgeführt. Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht die Analyse des Heute-Äquivalents einer zukünftigen Auszahlung, deren Daten im ersten Teil dieses Kapitels analysiert werden. Zuerst erfolgt eine Darstellung der Ergebnisse in tabellarischer und grafischer Form anhand der Mittelwertdaten, die sich aus den Antworten der 22 Versuchspersonen ergeben. Diese Arbeit soll nicht das individuelle Verhalten einzelner Versuchspersonen analysieren, sondern ein Bild über allgemeines, durchschnittliches Verhalten liefern, was durch die Analyse der Mittelwertdaten ausgedrückt wird.

Diese Daten dienen dann auch der Analyse allgemeiner, in der Literatur gängiger Diskontierungsphänomene wie fallender Diskontierungsraten sowie des Größeneffekts. Dies dient der allgemeinen Einordnung des Datensatzes in den Kontext anderer Experimente. Es soll gezeigt werden, dass sich trotz der recht restriktiv wirkenden Experimentalbedingungen allgemeine Phänomene auch in diesem Datensatz wiederfinden.

Danach erfolgt die Vorstellung der Ergebnisse der Modellanalysen und die Bestimmung der optimalen Modellparameter für die in Kapitel 4 beschriebenen Diskontierungs- bzw. Zeitbewertungsmodelle. Nach diesen modell-individuellen Analysen sowie der Interpretation der Ergebnisse rein auf Ebene des jeweiligen Modells werden diese Ergebnisse zusammen betrachtet präsentiert und miteinander verglichen. Abschließend für die Betrachtung aller vier Modelle erfolgt noch eine theoretische Analyse bzw. Interpretation der Diskontierungsfunktionen sowie der Geldbewertungsfunktion.

Weitere Detailanalysen erfolgen dann für das in dieser Arbeit erstmals formalisierte Modell II, das sich in den vorherigen Analysen, über alle Analysen (Geldbeträge) betrachtet, als das beste der 4 Modelle erweist und neben der linear-logarithmischen Geldbewertung[95] auch eine linear-logarithmische Zeitbewertung beinhaltet und den Maximalwert M als Referenzpunkt bewertet.

[95] Diese bezieht sich in diesem Fall auf die Bewertung der Konzession gegenüber dem Maximalbetrag, also $M - x$.

Zum einen werden die optimalen Parameter der Zeitbewertungsfunktion für dieses Modell nicht mehr nur für jeden Geldbetrag individuell optimiert, sondern es wird der Parameter für die feinste emotional empfundene Zeit FET bezüglich bestimmter Konzessionen betrachtet. Diese Analyse erfolgt über alle 7 unterschiedlichen maximalen Geldbeträge von 1 Euro bis 1.000.000 Euro hinweg, um einen einheitlichen funktionalen Ansatz über sämtliche Geldbeträge betrachtet zu erhalten.

Während bei den vorherigen Analysen immer alle 24 Diskontierungsfragen, die sich bezüglich der Abfrage für Tage, Wochen und Jahre ergeben haben, als gesamter Datensatz, der die Grundlage für die Regressionsanalysen bildet, betrachtet wurden, erfolgt abschließend für die Analysen des heutigen Äquivalents einer zukünftigen Auszahlung noch eine Betrachtung in Abhängigkeit der Präsentationsform der Zeit-Skala.

Der zweite Analyseblock dieses Kapitels besteht aus der Betrachtung der weiteren Experimente, die sich mit mittlerer Freude auf der Zeit-Skala und Lotterien in der Zeit beschäftigen, die Ergebnisse werden analysiert, interpretiert und miteinander verglichen.

Abschließend erfolgt eine Gesamtanalyse der Experimente, die in dieser Arbeit untersucht wurden, sowie eine abschließende Interpretation.

Vor dem Einstieg in die eigentlichen Analysen erfolgt eine Darstellung der Mittelwerte der Antworten der Versuchspersonen in tabellarischer Form[96]. Hierbei geben die Spaltenköpfe in Tabelle 1 den Maximalbetrag M an, die Zeilenbeschriftungen geben den Zeitpunkt t an. Die Einträge in der Matrix geben den Mittelwert über alle Versuchspersonen des jeweiligen Heute-Äquivalentes der Auszahlung „M zum Zeitpunkt t“ an.

[96] Die diesen Werten zugrunde liegenden Individualdaten sind dem Anhang zu entnehmen.

Tabelle 1: Heute-Äquivalente der zukünftigen Auszahlung M zum Zeitpunkt t [Mittelwerte]

„M in ...“ oder „x heute“	M =1,00	M=10	M=100	M=1.000	M=10.000	M=100.000	M=1.000.000
0 Tage	1,00	10,00	100,00	1.000,00	10.000,00	100.000,00	1.000.000,00
1 Tag	0,93	9,77	99,47	999,41	9.998,82	99.996,59	999.992,14
2 Tage	0,90	9,49	98,81	998,32	9.995,45	99.971,55	999.927,41
5 Tage	0,84	9,14	98,09	995,95	9.984,68	99.921,41	999.416,77
10 Tage	0,77	8,59	93,73	983,45	9.930,23	99.235,82	997.933,95
20 Tage	0,69	8,03	88,84	969,11	9.847,86	98.873,82	996.097,64
50 Tage	0,61	7,14	81,20	924,86	9.668,41	97.482,45	984.381,82
100 Tage	0,52	6,00	73,16	863,18	9.405,23	95.816,73	974.787,50
200 Tage	0,44	4,98	61,80	783,64	8.934,09	91.533,77	952.346,36
1 Woche	0,81	8,81	97,11	988,86	9.950,73	99.814,23	998.652,23
2 Wochen	0,73	8,23	92,55	974,14	9.872,41	99.480,91	997.240,27
5 Wochen	0,64	7,46	85,09	942,59	9.740,23	98.178,64	991.808,41
10 Wochen	0,55	6,45	77,68	901,36	9.431,14	95.933,41	983.430,23
20 Wochen	0,46	5,52	69,07	827,73	9.014,32	92.167,73	964.114,09
50 Wochen	0,39	4,47	55,55	738,64	8.109,09	86.043,18	934.710,68
100 Wochen	0,33	3,54	45,80	627,05	7.252,27	78.144,09	883.139,55
200 Wochen	0,29	2,76	36,34	521,59	6.088,64	70.227,27	772.847,73
$\frac{1}{2}$ Jahr	0,47	5,40	67,80	834,77	9.032,95	92.735,00	960.219,09
1 Jahr	0,40	4,44	57,61	745,23	8.409,09	87.295,45	935.029,55
2 Jahre	0,34	3,56	46,98	642,50	7.470,45	80.480,45	879.306,82
5 Jahre	0,28	2,74	34,34	503,18	6.079,55	69.909,09	782.431,82
10 Jahre	0,23	2,13	25,11	366,84	4.600,45	55.431,82	673.227,27
20 Jahre	0,18	1,77	20,08	250,37	3.387,32	41.150,00	497.159,09
50 Jahre	0,11	1,15	11,39	125,05	1.564,61	18.363,64	255.795,45

Nach Umrechnung der Zeiträume auf Tage, Normierung des Mittelwertes der Antworten durch den Maximalbetrag und Umsortierung (aufsteigend nach der Anzahl der Tage) ergibt sich folgendes Bild, das in Tabelle 2 dargestellt ist.

Tabelle 2: Normierte Heute-Äquivalente der zukünftigen Auszahlung M zum Zeitpunkt t (umgerechnet in Tage) [Mittelwerte]

„M in Tagen“ oder „x heute“	M =1,00	M=10	M=100	M=1.000	M=10.000	M=100.000	M=1.000.000
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1	0,93	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,90	0,95	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00
5	0,84	0,91	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00
7	0,81	0,88	0,97	0,99	1,00	1,00	1,00
10	0,77	0,86	0,94	0,98	0,99	0,99	1,00
14	0,73	0,82	0,93	0,97	0,99	0,99	1,00
20	0,69	0,80	0,89	0,97	0,98	0,99	1,00
35	0,64	0,75	0,85	0,94	0,97	0,98	0,99
50	0,61	0,71	0,81	0,92	0,97	0,97	0,98
70	0,55	0,65	0,78	0,90	0,94	0,96	0,98
100	0,52	0,60	0,73	0,86	0,94	0,96	0,97
140	0,46	0,55	0,69	0,83	0,90	0,92	0,96
180	0,47	0,54	0,68	0,83	0,90	0,93	0,96
200	0,44	0,50	0,62	0,78	0,89	0,92	0,95
350	0,39	0,45	0,56	0,74	0,81	0,86	0,93
360	0,40	0,44	0,58	0,75	0,84	0,87	0,94
700	0,33	0,35	0,46	0,63	0,73	0,78	0,88
720	0,34	0,36	0,47	0,64	0,75	0,80	0,88
1.400	0,29	0,28	0,36	0,52	0,61	0,70	0,77
1.800	0,28	0,27	0,34	0,50	0,61	0,70	0,78
3.600	0,23	0,21	0,25	0,37	0,46	0,55	0,67
7.200	0,18	0,18	0,20	0,25	0,34	0,41	0,50
18.000	0,11	0,11	0,11	0,13	0,16	0,18	0,26

Eine entsprechende grafische Darstellung dieser normierten Werte verdeutlicht den Zusammmenhang zwischen „relativem“ Heute-Äquivalent $\frac{x}{M}$ und Wartezeit t.

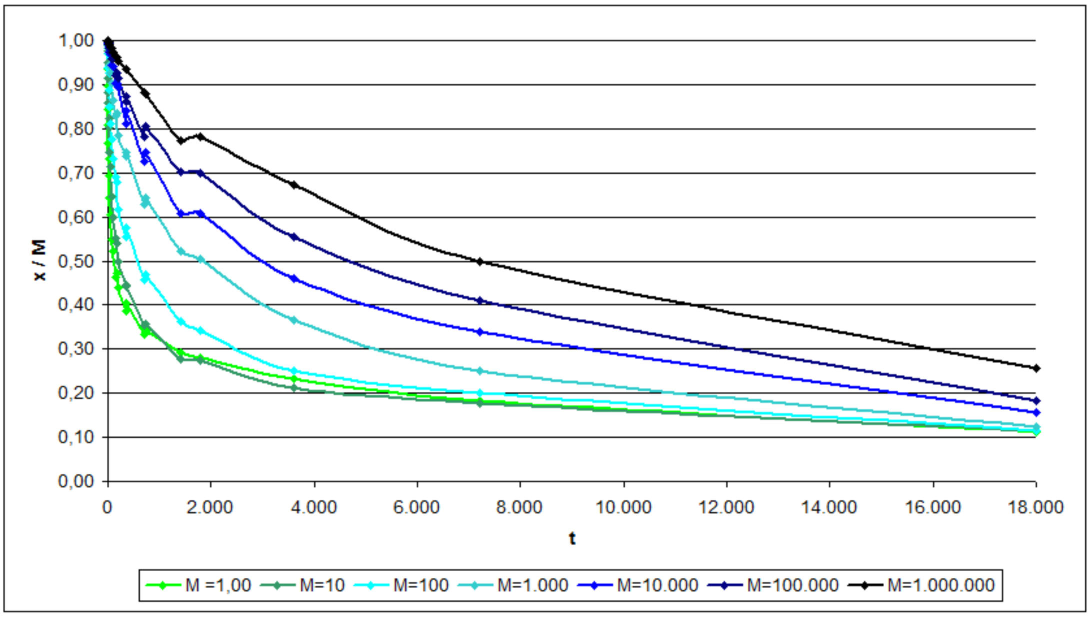

Abbildung 5: Normierte Heute-Äquivalente der zukünftigen Auszahlung M zum Zeitpunkt t

Am Anfang der Datenanalyse steht die Überprüfung allgemeiner, gängiger Diskontierungsphänomene, die in der Literatur wiederholt Erwähnung finden. Die geschieht in folgendem Teilabschnitt.

5.1 Analyse allgemeiner Diskontierungsphänomene

In der Literatur[97] sind einige Diskontierungsphänomene aufgelistet, die bei allen Unterschieden, die zwischen den einzelnen Studien bestehen, wiederholt zu beobachten sind. Es wird unter anderem auf einen Vorzeicheneffekt[98] oder eine „Beschleunigungs-Verzögerungs"-Asymmetrie[99] im Sinne eines Framing-Effekt verwiesen. Diese beiden Effekte seien nur der Vollständigkeit halber erwähnt, da diese anhand des vorliegenden Datensatzes nicht überprüft werden können, da unter anderem keine negativen Geldbeträge abgefragt wurden. Die beiden Phänomene, die auch anhand des für diese Arbeit erhobenen Datensatzes überprüft werden können, sind in der Zeit fallende Diskontierungsraten auf der einen Seite und auf der anderen Seite der sogenannte Größeneffekt, der Aussagen über Diskontierungsraten in Abhängigkeit von der Größe des maximalen Geldbetrages in der Aufgabenstellung macht. Diese beiden Phänomene sind die Bestandteile der Analysen in den nächsten beiden Teilabschnitten.

5.1.1 Fallende Diskontierungsraten

Benzion, Rapoport und Yagil (1989) sowie Thaler (1981) verweisen auf den Effekt, dass Diskontierungsraten im zeitlichen Verlauf nicht konstant sind. Die durchschnittliche Diskontierungsrate für ein längeres Intervall ist kleiner als die durchschnittliche Diskontierungsrate für ein kürzeres Intervall.

Zur Überprüfung dieses Befundes in dem vorliegenden Datensatz wurden[100] die sich aus den Antworten der Versuchspersonen für verschiedene Zeitintervalle ergebenden

[97] Vgl. unter anderem Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003).

[98] Damit ist gemeint, dass Gewinne stärker als Verluste diskontiert werden.

[99] Diese besagt, dass je nach Präsentationsform des Zeitabstandes als Beschleunigung oder Verzögerung unterschiedliche Ergebnisse, d.h. Diskontierungsraten, auftreten. Dieser Effekt findet sich in Loewenstein (1988) oder Benzion, Rapoport und Yagil (1989).

[100] Um die Vergleichbarkeit zu den anderen erwähnten Studien zu gewährleisten, wurde nur eine lineare Geldbewertung berücksichtigt.

Diskontierungsraten bei stetiger (exponentieller) Verzinsung berechnet und jeweils mit der Diskontierungsrate für das folgende Zeitintervall, wenn man diese nach Größe ordnet verglichen. Hierbei wurden zum einen die 3 Skalen einzeln, zum anderen auch alle Zeiträume betrachtet. In allen Fällen ergibt sich ein signifikantes Ergebnis, das aussagt, dass die Diskontierungsraten mit steigender Intervalllänge sinken[101]. Dieses klassische Phänomen ergab sich auch, selbst bei abweichendem Design des Experimentes, in den vorliegenden Daten.
Im nächsten Teilabschnitt wird noch ein zweiter gängiger Befund untersucht, der sogenannte Größeneffekt.

5.1.2 Der Größeneffekt

Der Größeneffekt besagt, dass kleine Auszahlungen stärker als große diskontiert werden. Empirische Befunde dazu finden sich in Benzion, Rapoport und Yagil (1989), Loewenstein (1987) oder Thaler (1981). Ein naiver Blick auf die Abbildung 5 gibt bereits einen ersten Eindruck, wie sich der vorliegende Datensatz verhält, so schneiden sich die in der Grafik dargestellten Kurven in den wenigsten Fällen. Betrachtet man auf Basis der normierten Heute-Äquivalente der zukünftigen Auszahlung M zum Zeitpunkt t für jedes t den Vergleich der verschiedenen Heute-Äquivalente, so ergibt sich wieder ein signifikantes Ergebnis, dass auch im vorliegenden Datensatz kleinere Auszahlungen stärker als große diskontiert werden[102].
Die Wichtigkeit dieser beiden Effekte bei den durchgeführten Experimenten ist sehr gering, doch mag die Betrachtung der fallenden Diskontierungsraten und des Größeneffektes dazu dienen, das Experiment trotz der restriktiven Annahmen[103] sinnvoll in den Kontext anderer Experimente einzuordnen.
Im folgenden Abschnitt werden die in Kapitel 4 aufgestellten Modelle näher untersucht. Auf diese Modellanalysen und die Bestimmung der optimalen Modellparameter richtet sich der Focus in dieser Arbeit.

[101] Folgendes Verhältnis zwischen „sinkend “und „steigend“ (Gleichheit war nie zu beobachten.) ergab sich auf den einzelnen Skalen: 32 vs. 17 (Tage), 37 vs. 12 (Wochen), 42 vs. 0 (Jahre) sowie 115 vs. 39 (über alle Zeiträume). Alle Binomialtests ergaben ein signifikantes Ergebnis.

[102] Der Vergleich der Heute-Äquivalente mit steigendem M ergibt über alle t ein Verhältnis von „steigend “vs. „sinkend“von 132 vs. 6. Gleichheit ist wieder nicht zu beobachten.

[103] Vgl. Kapitel 3.

5.2 Modellanalysen und Bestimmung optimaler Modellparameter

In Kapitel 4 wurden insgesamt vier Bewertungs- bzw. Diskontierungsmodelle aufgestellt, die zum einen die linear-logarithmische Zeitbewertung, wie sie hier in dieser Arbeit erstmals modelliert wurde, berücksichtigen und mit linear-logarithmischer Geldbewertung des Geldbetrages an sich und der Konzession gegenüber dem Maximalbetrag kombinieren. Zum anderen dienen das Modell des exponentiellen Diskontierens und des hyperbolischen Diskontierens, die jeweils mit der Geldbewertung nach Prospect Theory von Kahneman und Tversky kombiniert wurden, als Vergleichsmodelle.

Die sich aus den Modellansätzen ergebenden Formeln wurden in Kapitel 4 so umgeformt, dass auf Basis dieser unter Berücksichtigung der Mittelwertdaten für die einzelnen Geldbeträge lineare Regressionen möglich waren. Diese wurden dann mit Hilfe von selbst programmierten Funktionen in der statistischen Programmiersprache R durchgeführt. Hierbei wurden die Modellparameter in sehr vielen Variationen kombiniert[104] und die Parameter bestimmt, die innerhalb der Ergebnismatrix zu den besten Ergebnissen im Sinne des Bestimmtheitsmaßes R^2 führen.

Die Ergebnisse für die einzelnen Modelle werden in den folgenden Teilabschnitten dargestellt.

5.2.1 Analyse Modell I: Linear-logarithmische Zeitbewertung in Kombination mit linear-logarithmischer Geldbewertung

Bei der Modellanalyse des Modells I, das linear-logarithmische Zeitbewertung mit linear-logarithmischer Geldbewertung kombiniert, wurden die optimalen[105] Modellparameter mittels einer Schätzung der kleinsten Fehlerquadrate[106] bestimmt.

Auf Basis des Modellierungsansatzes

$$u_c(x) = m \cdot w_{FET}(t) + b \tag{5.1}$$

[104] Es ergaben sich je nach Modellansatz teilweise für jeden Maximalbetrag M mehr als eine Million Regressionskalkulationen, so unter anderem bei der Variation von 100 verschiedenen c-Werten als Modellparameter für die linear-logarithmische Geldbewertung in Kombination mit über 10.000 verschiedenen FET-Werten als Modellparameter für die linear-logarithmische Zeitbewertung.

[105] Das Bestimmungsverfahren ist in obigem Text bereits beschrieben.

[106] Diese wird auch als OLS-Schätzung bezeichnet.

für Modell I aus Kapitel 4 ergab sich folgendes Ergebnis.

Tabelle 3: Optimale Modellparameter c und FET für Modell I

M	c_{opt}	FET_{opt}	R^2
1	0,37	10,09	0,9970
10	0,25	52,80	0,9958
100	0,87	31,36	0,9962
1.000	0,79	190,67	0,9957
10.000	0,77	488,54	0,9960
100.000	0,74	996,90	0,9889
1.000.000	0,54	3.760,25	0,9917

Es zeigt sich an dieser Stelle bereits die sehr hohe Prognosekraft des gewählten Modellansatzes des Modells I, allerdings variiert das optimale c als Parameter für die Geldbewertung deutlich. In einem zweiten Schritt wird c auf den optimalen mittleren c-Wert 0,42 gesetzt. Dies ergibt folgendes Bild.

Tabelle 4: Optimaler Modellparameter FET (für $c = 0,42$) für Modell I

M	c	FET_{opt}	R^2
1	0,42	8,13	0,9966
10	0,42	28,77	0,9930
100	0,42	97,47	0,9950
1.000	0,42	510,69	0,9910
10.000	0,42	1.107,74	0,9909
100.000	0,42	2.385,17	0,9847
1.000.000	0,42	4.921,36	0,9909

Die Vorhersagekraft des Modellansatzes ist für den Fall eines einheitlichen Geldbewertungsparameters c über alle maximalen Geldbeträge nur unwesentlich schlechter als im ersten Fall der freien Parameterwahl. Der optimale Wert für die Grenze der linear-logarithmischen Wahrnehmung der Zeit, also die feinste emotional wahrgenommene Zeit FET unterscheidet sich stark für die unterschiedlichen maximalen Geldbeträge M. Mit steigendem Geldbetrag M steigt auch der Wert FET_{opt}. Je größer der Geldbetrag ist, der diskontiert wird, desto länger wird die Zeit linear (rational) wahrgenommen.

5.2.2 Analyse Modell II: Linear-logarithmische Zeitbewertung in Kombination mit linear-logarithmischer Geldbewertung (Bewertung der Konzession)

Das analytische Vorgehen bei Modell II, das linear-logarithmische Zeitbewertung mit linear-logarithmischer Geldbewertung unter Berücksichtigung der Bewertung der Konzession gegenüber dem Maximalbetrag kombiniert, entspricht dem Vorgehen bei Modell I.

Die OLS-Schätzung liefert auf Basis des Modellierungsansatzes

$$u_c(M - x) = m \cdot w_{FET}(t) + b \tag{5.2}$$

.

für Modell II aus Kapitel 4 folgendes Resultat.

Tabelle 5: Optimale Modellparameter c und FET für Modell II

M	c_{opt}	FET_{opt}	R^2
1	1,00	1,74	0,9907
10	1,00	7,25	0,9905
100	1,00	29,15	0,9962
1.000	0,52	124,72	0,9956
10.000	0,48	309,15	0,9966
100.000	0,24	252,93	0,9972
1.000.000	0,24	712,92	0,9969

Auch dieser Modellansatz hat wieder sehr hohe Prognosekraft für den vorliegenden Datensatz. Bei der Betrachtung der optimalen c-Werte zeigt sich, dass die Konzession gegenüber kleineren Geldbeträgen (1, 10, 100 Euro) linear (rational) bewertet wird, während erst bei höheren Geldbeträgen einen emotionale Komponente dazukommt. Zur besseren Vergleichbarkeit der Modelle wurde auch bei diesem Ansatz die im Sinne des Modellansatzes optimale feinste logarithmisch wahrgenommene Zeit FET für den Standardwert 0,42 für den c-Wert der Geldbewertung bestimmt.

Tabelle 6: Optimaler Modellparameter FET (für $c = 0,42$) für Modell II

M	c	FET_{opt}	R^2
1	0,42	0,87	0,9655
10	0,42	3,99	0,9720
100	0,42	16,55	0,9870
1.000	0,42	100,85	0,9952
10.000	0,42	275,64	0,9964
100.000	0,42	481,72	0,9935
1.000.000	0,42	1.231,12	0,9935

Es ist der gleiche Effekt wie bei Modell I zu beobachten, auch hier ist die Vorhersagekraft des Modellansatzes für den Fall eines einheitlichen Geldbewertungsparameters c über alle maximalen Geldbeträge nur unwesentlich schlechter als im ersten Fall der freien Parameterwahl. Der optimale Wert für die Grenze der linear-logarithmischen Wahrnehmung der Zeit, also die feinste emotional wahrgenommene Zeit FET, unterscheidet sich stark für die unterschiedlichen maximalen Geldbeträge M. Mit steigendem Geldbetrag M steigt auch der Wert FET_{opt}. Je größer der Geldbetrag ist, der diskontiert wird, desto länger wird die Zeit linear (rational) wahrgenommen. Sowohl bei Modell I als auch bei Modell II deutet dies darauf hin, dass es im Kontext der Bestimmung des Heute-Äquivalents einer zukünftigen Auszahlung keine einheitliche Zeitbewertungsfunktion über alle Geldbeträge gibt, sondern dass die Wahrnehmung der Zeit stark von der Bewertungsaufgabe an sich abhängt.
Im Vergleich zu den auf den linear-logarithmischen funktionalen Konzepten für die Bewertung von Geld und die Bewertung von Zeit basierenden Modellen I und II werden noch die beiden Standardmodelle des exponentiellen und hyperbolischen Diskontierens analysiert, die Ergebnisse der entsprechenden OLS-Schätzungen finden sich in den beiden folgenden Teilabschnitten.

5.2.3 Analyse Modell III: Exponentielles Diskontieren in Kombination mit Geldbewertung nach Prospect Theory

Vor der Betrachtung der Regressionsergebnisse für das Modell III, das eine exponentielle Diskontierungsfunktion mit der Geldbewertung nach Prospect Theory kombiniert, sei noch einmal die der Regression zugrunde liegende Formel aus Kapitel 4 in Erinnerung gerufen:

$$\ln(\frac{x}{M}) = \frac{\ln(q)}{\alpha} \cdot t \tag{5.3}$$

.

Wie bereits in Kapitel 4 erwähnt, hat die Wahl des Geldbewertungsparameters α keine Auswirkungen auf das Bestimmtheitsmaß R^2 der Regression, so dass ohne Beschränkung der Allgemeinheit α standardmäßig auf der Wert 0,88, der der optimalen Parameterwahl gemäß des Ansatzes von Kahneman und Tversky entspricht, gesetzt werden kann. Die Regressionsanalyse[107] hat folgendes Ergebnis:

Tabelle 7: Regressionsdaten (für $\alpha = 0,88$) für Modell III

M	α	R^2	p
1	0,88	0,50	0,0523
10	0,88	0,54	0,0523
100	0,88	0,67	0,0499
1.000	0,88	0,83	0,0443
10.000	0,88	0,90	0,0377
100.000	0,88	0,94	0,0331
1.000.000	0,88	0,97	0,0260

Neben der geringen Prognosekraft des Modellansatzes für niedrige Geldbeträge fällt auf, dass der optimale Zinssatz p, der sich aus dem Parameter q und der Wahl des Geldbewertungsparameters α[108] ergibt, mit steigendem Geldbetrag sinkt.

5.2.4 Analyse Modell IV: Hyperbolisches Diskontieren in Kombination mit Geldbewertung nach Prospect Theory

Abschließend wird im Rahmen der Modellanalysen noch das Modell IV betrachtet, das eine hyperbolische Diskontierungsfunktion[109] mit der Geldbewertung nach Prospect Theory kombiniert. Der Regression liegt folgende Gleichung[110] zugrunde.

$$\ln(\frac{x}{M}) = -\frac{\gamma}{\alpha \cdot \beta} \cdot \ln(1 + \beta \cdot t) \tag{5.4}$$

[107] Hierbei ist im Prinzip zu beachten, dass es keine freien Parameter gibt, durch deren Variation sich das Bestimmtheitsmaß verändert. Vielmehr ergibt sich der optimale Zinssatz p implizit.

[108] Dieser wurde hier standardmäßig auf 0,88 gesetzt (vgl. Tversky und Kahneman (1992)).

[109] Hierbei wird der in Kapitel 4 beschriebene Ansatz, der der Parameterwahl den höchsten Freiheitsgrad gibt, gewählt.

[110] Siehe Kapitel 4.

.

Genauso wie bei Modell III hat die Wahl des Geldbewertungsparameters α keine Auswirkungen auf das Bestimmtheitsmaß R^2 der Regression, so dass auch in diesem Fall ohne Beschränkung der Allgemeinheit α standardmäßig auf der Wert 0,88 gesetzt wird. Im Gegensatz zu Modell III gibt es bei Modell IV allerdings mit dem Parameter β einen freien Parameter, der die Güte der Regression beeinflusst. Das Ergebnis der Regressionsanalyse ist in folgender Tabelle dargestellt:

Tabelle 8: Optimale Modellparamete β und γ (für $\alpha = 0,88$) für Modell IV

M	α	β_{opt}	R^2	γ
1	0,88	46,73	0,9945	10,2824
10	0,88	13,93	0,9982	3,8646
100	0,88	3,35	0,9960	1,1719
1.000	0,88	0,53	0,9928	0,2780
10.000	0,88	0,22	0,9925	0,1384
100.000	0,88	0,10	0,9901	0,0804
1.000.000	0,88	0,05	0,9958	0,0472

Insgesamt zeigt sich bei dem Modell IV ähnlich wie bei den Modellen I und II eine hohe Prognosekraft des Modellansatzes. Im folgenden Teilabschnitt werden die Ergebnisse der Regressionsanalysen miteinander verglichen.

5.2.5 Vergleich der Diskontierungsmodelle und Interpretation der Ergebnisse

Die in Kapitel 4 formulierten Modellansätze wurden in den vorherigen Abschnitten ausführlich analysiert, in diesem Kapitel schließt logisch ein Vergleich der Modelle auf Basis des Bestimmtheitsmaßes R^2 an, hierbei werden die Modelle I und II mit variablem Geldbewertungsparameter c mit den klassischen Modellansätzen III und IV vergleichen. Das Ergebnis ist in den folgenden beiden Tabellen dargestellt. Zum einen wird für jedes Modell das Bestimmtheitsmaß R^2 der durch dieses motivierten Regression betrachtet, zum anderen wird auf Basis dieses Bestimmtheitsmaßes für jeden maximalen Geldbetrag M ein Ranking der Modelle erstellt.

Tabelle 9: Bestimmtheitsmaß R^2 der Regressionsanalysen der Modelle I bis IV

M	Modell I	Modell II	Modell III	Modell IV
1	0,9970	0,9907	0,4999	0,9945
10	0,9958	0,9905	0,5426	0,9982
100	0,9962	0,9962	0,6679	0,9960
1.000	0,9957	0,9956	0,8327	0,9928
10.000	0,9960	0,9966	0,8978	0,9925
100.000	0,9889	0,9972	0,9420	0,9901
1.000.000	0,9917	0,9969	0,9704	0,9958
Mittelwert (R^2)	0,9945	0,9948	0,7648	0,9943

Aus diesem Bestimmtheitsmaß ergibt sich folgendes Ranking[111] der Modelle.

Tabelle 10: Ranking der Modelle I bis IV gemäß Bestimmtheitsmaß R^2 der Regressionsanalysen

M	Modell I	Modell II	Modell III	Modell IV
1	1	3	4	2
10	2	3	4	1
100	1*	1*	4	3
1.000	1*	1*	4	3
10.000	2	1	4	3
100.000	3	1	4	2
1.000.000	3	1	4	2

Beim Vergleich des Bestimmtheitsmaßes fällt auf, dass die Prognosekraft des Modells III, das exponentielles Diskontieren berücksichtigt, insbesondere im Vergleich zu den 3 anderen Modellen nur sehr gering ist. Modell I, Modell II und Modell IV, also die Ansätze mit linear-logarithmischer Zeitbewertung sowie das hyperbolische Diskontierungsmodell, liefern deutlich bessere Prognoseergebnisse und bewegen sich ungefähr auf einem Niveau. Bei der Betrachtung des Rankings der 4 Modelle liegt Modell III bei allen Vergleichen an letzter Stelle, die beiden Bewertungsmodelle auf Basis der linear-logarithmischen Zeitbewertung haben in 3 bzw. 5 Fällen die beste Prognosekraft, in einem Fall liefert das hyperbolische Diskontieren die besten Vorhersagen.

Im nächsten Teilabschnitt folgen noch kleine theoretische Überlegungen bezüglich des hyperbolischen und exponentiellen Diskontierens, während im nächsten Abschnitt weitere Detailanalysen für Modell II als das Modell, das im Vergleich (knapp)

[111] Bei Differenzen bzgl. der R^2 kleiner oder gleich 0,0001 wurde die Güte der Modelle als gleich bewertet. Diese Fälle wurden in Tabelle 10 mit einem * gekennzeichnet.

die besten Prognosen liefert, vorgestellt werden.

Bei einem Vergleich[112] der Modelle I und II, die sich bei gleichem funktionalem Ansatz darin unterscheiden, dass bei Modell I der Geldbetrag x an sich und bei Modell II die Konzession $M - x$ gegenüber dem Maximalbetrag M linear-logarithmisch bewertet wird, kann man aus den Ergebnissen ableiten, dass Versuchspersonen sich bei geringeren Geldbeträgen, die kleiner oder gleich 10 Euro sind, eher an dem Geldbetrag an sich orientieren, während bei höheren Geldbeträgen, die größer oder gleich 10.000 Euro sind, der Focus auf der Konzession gegenüber dem Maximalbetrag liegt[113]. Dieser Maximalbetrag scheint in den Fällen eine hinreichende Größe zu haben, um als Referenzpunkt zu dienen. Motivational gesehen kommen in den Situationen Gefühle wie das Verzichten auf einen Teil des Maximalbetrages M auf, um die Wartezeit zu kompensieren, während bei geringeren Geldbeträgen eher betrachtet wird, was mit dem Geldbetrag x konsumiert werden kann.

5.2.6 Theoretische Analysen der Diskontierungsmodelle

Die theoretischen Analysen der beiden Diskontierungsmodelle des exponentiellen und hyperbolischen Diskontierens sollen sich auf zwei Bemerkungen beschränken, die sich aus der Betrachtung der Regressionsfunktionen aus Kapitel 4 ergeben. Im Falle des exponentiellen Diskontierens ergibt sich folgender, noch einmal zu erwähnender Zusammenhang:

$$\ln(\frac{x}{M}) = \frac{\ln(q)}{\alpha} \cdot t \tag{5.5}$$

.

Gemäß der Gleichung des exponentiellen Diskontierens zeigt sich, obwohl die Geldbewertungsfunktion nach Prospect Theory von Kahneman und Tversky bei der Modellierung zugrunde gelegt wurde, ein linearer Zusammenhang zwischen logarithmischer Geldbewertung und und linearer Zeitbewertung. Da allerdings gemäß den optimalen Parametern FET in Modell II ersichtlich ist, dass für geringe Geldbeträge nur ein sehr kurzer Zeitraum des Zeitskala überhaupt linear bewertet wird,

[112] Genauer gesagt: bei einem Blick auf das Ranking der Modelle.

[113] Für die Maximalbeträge 100 bzw. 1.000 Euro haben beide Erklärungsansätze die gleiche Prognosekraft.

erklärt dies die eher geringe Prognosekraft des exponentiellen Diskontierungsmodells III für geringe Geldbeträge. Mit steigendem Maximalbetrag M steigt auch die feinste emotional empfundene Zeit FET und somit verlängert sich das Intervall der linearen Zeitbewertung, so dass damit einhergehend die Prognosekraft des exponentiellen Diskontierungsmodells auch steigt, wenngleich sie trotzdem deutlich hinter den anderen Modellansätzen zurückbleibt.
Auf der anderen Seite ergibt sich für das hyperbolische Diskontierungsmodell entsprechend der Regressionsfunktion aus Kapitel 4 folgender funktionaler Zusammenhang:

$$\ln(\frac{x}{M}) = -\frac{\gamma}{\alpha \cdot \beta} \cdot \ln(1 + \beta \cdot t) \tag{5.6}$$

.

Die logarithmische Bewertung des Geldbetrages ist, auch wenn hier wie in Modell III die Geldbewertung mittels Prospect Theory von Kahneman und Tversky modelliert wurde[114], eine lineare Funktion einer logarithmischen Zeitbewertung. Genauer gesagt, wird nicht die Zeit t sondern eine lineare Transformation dieser betrachtet. An dieser Stelle zeigt sich also ein enger funktionaler Zusammenhang zwischen (linear-)logarithmischer Zeitbewertung auf der einen Seite und hyperbolischem Diskontieren auf der anderen Seite.
Für das Modell II, das sich als bester Prädiktor für die Experimentaldaten erwiesen hat, folgen im nächsten Kapitel weitere Detailanalysen, um nähere Erkenntnisse über die feinste emotional wahrgenommene Zeit FET als Grenze der linear-logarithmischen Zeitbewertung zu erhalten.

5.3 Weitere Detailanalysen für Modell II: Linear-logarithmische Zeitbewertung in Kombination mit linear-logarithmischer Geldbewertung (Bewertung der Konzession)

Im Vergleich der Prognosemodelle im vorherigen Abschnitt hat sich gezeigt, dass das Modell II, das linear-logarithmische Geldbewertung auf Basis der Bewertung der Konzession gegenüber dem Maximalbetrag auf der einen Seite und linear-

[114] Die Wahl des Parameters α hat lediglich unter Berücksichtigung des optimalen freien Parameters β Auswirkung auf den Wert γ.

logarithmische Zeitbewertung auf der anderen Seite berücksichtigt, ein sehr guter Prädiktor für die Experimentaldaten ist. Die Regressionsergebnisse für diese Parameterwahl wurden bereits in Tabelle 5 vorgestellt und sollen noch einmal näher durchleuchtet werden. Es hat sich gezeigt, dass die feinste emotional wahrgenommene Zeit FET nicht über alle Geldbeträge hinweg als ein einheitlicher Anteil der maximalen Zeit der Aufgabenstellung gesehen werden kann. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass sich die maximale Zeit t_{max} der Aufgabenstellung auf den gesamten Fragenblock zu einem bestimmten Maximalbetrag bezieht und im Fall dieser Experimente 50 Jahre bzw. umgerechnet 18.000 Tage beträgt. Im Folgenden sei der Wert r_t als die relative Konzession $\frac{M-x}{M}$ definiert, die sich aus dem Heute-Äquivalent ergibt, falls die Versuchspersonen den Geldbetrag M erst in t Tagen bekommt. Dieses r_t lässt sich auf der einen Seite direkt aus den Antworten im Falle bestimmter direkt abgefragter Zeiträume t ablesen, zum anderen kann man es durch Interpolation aus den explizit gegebenen Antworten bestimmen.
An dieser Stelle soll das Ergebnis aus Tabelle 5 noch einmal unter Berücksichtigung dieses Ansatzpunktes betrachtet werden.

Tabelle 11: Optimale Modellparameter c und FET für Modell II

M	c_{opt}	FET_{opt}	$\frac{FET_{opt}}{t_{max}}$	$r_{FET_{opt}}$	R^2
1	1,00	1,74	0,01%	9,33%	0,9907
10	1,00	7,25	0,04%	12,05%	0,9905
100	1,00	29,15	0,16%	13,45%	0,9962
1.000	0,52	124,12	0,69%	15,82%	0,9956
10.000	0,48	311,21	1,73%	14,22%	0,9966
100.000	0,24	256,25	1,42%	9,57%	0,9972
1.000.000	0,24	715,72	3,98%	11,99%	0,9969

Bei Betrachtung von FET_{opt} in Relation zu der maximalen Zeit t_{max} der Aufgabenstellung in obiger Tabelle wird deutlich, dass es keine Zeitbewertungsfunktion mit einer einheitlichen feinsten emotional wahrgenommenen Zeit gibt, mit der man für alle Geldbeträge das Diskontierungsverhalten erklären kann. Ein Blick auf den Wert $r_{FET_{opt}}$, also auf den prozentualen Wert, der sich (per Interpolation) als heutige Konzession gegenüber dem Maximalbetrag ergeben würde, wenn die durchschnittliche Versuchspersonen diesen zum Zeitpunkt FET_{opt} erhielte, bietet jedoch eine neue Motivation, die Wahl von FET_{opt} anderweitig zu erklären, an der Konzession festzumachen und eben nicht an der maximalen Zeit t_{max} der Aufgabenstellung. Die durchschnittliche relative Konzession gegenüber dem Maximalbetrag, also der Mittelwert obiger $r_{FET_{opt}}$, beträgt in 12,35%. Für die einzelnen Maximalbeträge M ist die Abweichung von dem durchschnittlichen $r_{FET_{opt}}$ nicht sehr groß. Dies motiviert die Betrachtung der optimalen Parameter in Abhängigkeit von der Konzession in folgendem Abschnitt.

5.3.1 Bestimmung optimaler Parameter der Zeitbewertungsfunktion in Abhängigkeit von der Konzession

Grundsätzlich sei an dieser Stelle angemerkt, dass die Bestimmung optimaler Parameter der Zeitbewertungsfunktion in Abhängigkeit von der Konzession unter Berücksichtigung der Standard-Geldbewertung nach Prominenztheorie mit einem Geldbewertungsparameter c in Höhe von 0,42 erfolgt, da bei dem Ansatz sämtliche Maximalbeträge M gleichzeitig betrachtet werden.

Während in obiger Tabelle einer feinsten emotional wahrgenommenen Zeit eine relative Konzession zugeordnet wird, erfolgt die Betrachtung an dieser Stelle genau umgekehrt. In Abhängigkeit von der relativen Konzession gegenüber dem Maximalbetrag wird durch Interpolation aus den Daten umgekehrt auf einen Zeitpunkt geschlossen, an dem die Versuchsperson den Maximalbetrag M erhalten „müsste", damit das heutige Äquivalent eben diese prozentuale Konzession berücksichtigen würde. Diese Zeitpunkte werden als Kandidaten für die FET gewählt, um mit ihnen (verankert an der Konzession) das Verhalten möglichst gut zu erklären.

Die Berechnung der Zeitpunkte, die quasi als Wartezeit eine bestimmte Konzession bei der Bestimmung des Heute-Äquivalents hervorrufen, erfolgt wohldefiniert und unter Berücksichtigung unterschiedlicher Wahrnehmungsskalen für Tage, Wochen und Jahre für alle ganzzahligen prozentualen Konzession zwischen 1% und 30% in der folgenden Weise. Der Zeitraum[115], der eine bestimmte Konzession hervorruft, wird zuerst getrennt auf den Skalen für Tage, Wochen und Jahre bestimmt[116].

[115] An dieser Stelle werden Zeitraum im Sinne von Zeitintervall und Zeitpunkt teilweise synonym zur Erklärung verwendet.

[116] Dies geschieht unter der Nebenbedingung, dass eine Skala nur dann mit in die Berechnungen einbezogen wird, wenn die minimale Konzession, die explizit für Zeiträume dieser Skala angegeben wurde, kleiner oder gleich 30% war. Hingegen gab es auch den Fall, bei dem die maximale Konzession auf einer Skala unterhalb von 30% endete, die Werte wurden dann nur bis zu dem Maximum der Konzessionen auf der Skala mit in die Mittelwertberechnung einbezogen.

Bei der späteren Analyse fließt der Mittelwert dieser (bis zu drei) Zeiträume in die Berechnung ein. Die folgende Tabelle 12 zeigt für alle Geldbeträge M jeweils die Zeiträume an, denen eine bestimmte Konzession zwischen 1% und 30% gemäß obigem Berechnungsverfahren zugeordnet werden kann.

Tabelle 12: Wartezeiten in Abhängigkeit von der Konzession r_t

t mit r_t=...%	M =1,00	M=10	M=100	M=1.000	M=10.000	M=100.000	M=1.000.000
1%	0,26	0,51	2,07	8,19	14,61	21,02	41,14
2%	0,51	1,02	4,98	15,14	30,24	42,06	81,92
3%	0,77	1,51	6,71	22,94	46,70	64,06	125,25
4%	1,03	1,99	8,05	31,06	62,78	87,52	172,28
5%	1,28	2,46	9,39	39,17	79,09	110,10	246,91
6%	1,54	3,16	10,73	47,43	96,01	132,34	318,35
7%	1,82	3,88	12,40	56,16	114,88	154,58	387,23
8%	2,14	4,60	14,54	65,09	133,76	179,73	453,47
9%	2,46	5,33	16,97	74,25	152,64	208,73	519,70
10%	2,78	6,08	19,40	83,46	172,95	242,42	585,94
11%	3,20	6,83	21,83	92,97	192,44	276,11	652,18
12%	3,65	7,62	25,05	102,47	218,47	309,79	717,72
13%	4,10	8,68	28,43	111,97	244,49	346,40	803,58
14%	4,56	9,73	31,80	121,95	270,52	390,17	891,05
15%	5,01	11,19	35,26	132,94	296,54	438,74	978,53
16%	5,48	12,68	39,59	143,93	323,00	487,31	1.066,00
17%	5,99	14,18	43,91	156,38	353,78	535,87	1.153,48
18%	6,50	15,89	48,24	174,07	384,55	584,44	1.240,95
19%	7,01	18,16	52,80	192,81	416,13	633,01	1.328,43
20%	7,73	20,70	58,27	211,56	455,73	693,43	1.415,91
21%	8,52	23,76	63,74	230,31	495,33	766,66	1.503,38
22%	9,32	26,82	69,21	271,30	534,93	843,08	1.597,34
23%	10,11	29,88	75,84	293,14	574,54	938,37	2.004,91
24%	11,12	32,93	83,01	314,97	614,14	1.033,66	2.169,74
25%	12,26	35,99	90,18	336,81	653,74	1.128,95	2.334,57
26%	13,40	39,27	97,35	362,55	707,18	1.224,24	2.499,40
27%	14,67	42,68	104,72	395,23	766,43	1.319,53	2.664,22
28%	16,51	46,09	113,19	428,43	830,72	1.414,82	2.829,05
29%	18,35	49,72	121,65	461,63	899,62	1.510,11	2.993,88
30%	20,19	53,64	130,11	494,84	968,53	1.790,71	3.158,71

Für diese in dieser Tabelle 13 dargestellten Wartezeiten wurde dann jeweils eine lineare Regression mit einem einheitlichen $c = 0,42$ und den jeweiligen Zeiten als FET durchgeführt, um die feinste emotional wahrgenommene Zeit vereinheitlicht über alle Geldbeträge an der Konzession festgemacht zu betrachten. Das Ergebnis ist der folgenden Tabelle zu entnehmen, es ist jeweils die Güte der Regression R^2 angegeben, die sich eben diese gerade beschriebene Wahl von FET ergibt.

Tabelle 13: Bestimmtheitsmaß R^2 bei Regression mit $c = 0,42$ und FET gemäß Tabelle 12

R^2	M =1,00	M=10	M=100	M=1.000	M=10.000	M=100.000	M=1.000.000	Mittelwert
1%	0,9601	0,9549	0,9556	0,9247	0,8729	0,8470	0,7883	0,9005
2%	0,9644	0,9638	0,9738	0,9475	0,9115	0,8891	0,8409	0,9273
3%	0,9655	0,9675	0,9791	0,9626	0,9353	0,9153	0,8746	0,9428
4%	0,9654	0,9695	0,9817	0,9729	0,9508	0,9341	0,8996	0,9534
5%	0,9648	0,9707	0,9836	0,9799	0,9621	0,9472	0,9261	0,9621
6%	0,9640	0,9717	0,9850	0,9850	0,9709	0,9570	0,9434	0,9681
7%	0,9629	0,9720	0,9860	0,9888	0,9782	0,9646	0,9557	0,9726
8%	0,9615	0,9719	0,9868	0,9915	0,9836	0,9714	0,9645	0,9759
9%	0,9600	0,9714	0,9870	0,9933	0,9876	0,9773	0,9714	0,9783
10%	0,9584	0,9707	0,9867	0,9944	0,9909	0,9824	0,9768	0,9800
11%	0,9564	0,9698	0,9860	0,9950	0,9931	0,9861	0,9812	0,9811
12%	0,9541	0,9686	0,9848	0,9952	0,9950	0,9888	0,9846	0,9816
13%	0,9519	0,9670	0,9833	0,9949	0,9960	0,9909	0,9879	0,9817
14%	0,9496	0,9652	0,9815	0,9944	0,9964	0,9925	0,9903	0,9814
15%	0,9474	0,9626	0,9794	0,9935	0,9963	0,9933	0,9918	0,9806
16%	0,9452	0,9599	0,9767	0,9924	0,9957	0,9935	0,9928	0,9795
17%	0,9427	0,9570	0,9738	0,9909	0,9946	0,9933	0,9933	0,9780
18%	0,9403	0,9538	0,9709	0,9885	0,9932	0,9926	0,9935	0,9761
19%	0,9380	0,9496	0,9677	0,9856	0,9915	0,9916	0,9933	0,9739
20%	0,9347	0,9449	0,9638	0,9825	0,9890	0,9900	0,9928	0,9711
21%	0,9311	0,9393	0,9599	0,9793	0,9864	0,9876	0,9921	0,9680
22%	0,9276	0,9340	0,9560	0,9722	0,9836	0,9848	0,9911	0,9642
23%	0,9243	0,9287	0,9512	0,9684	0,9806	0,9812	0,9856	0,9600
24%	0,9201	0,9236	0,9462	0,9645	0,9775	0,9775	0,9830	0,9560
25%	0,9155	0,9186	0,9412	0,9606	0,9743	0,9736	0,9803	0,9520
26%	0,9111	0,9134	0,9363	0,9560	0,9699	0,9697	0,9775	0,9477
27%	0,9064	0,9081	0,9313	0,9502	0,9648	0,9657	0,9748	0,9431
28%	0,8999	0,9029	0,9257	0,9445	0,9595	0,9616	0,9720	0,9380
29%	0,8937	0,8976	0,9203	0,9390	0,9538	0,9575	0,9692	0,9330
30%	0,8879	0,8919	0,9150	0,9336	0,9483	0,9457	0,9663	0,9270

Bei Betrachtung des Mittelwertes der R^2 über alle maximalen Geldbeträge M für eine bestimmte prozentuale Konzession ergibt sich die beste Vorhersage für die FET mit $r_{FET} = 13\%$. Das veranschaulicht auch noch einmal die folgende Abbildung 6, die das durchschnittliche R^2 obiger Analysen im Vergleich zu r_{FET} darstellt.

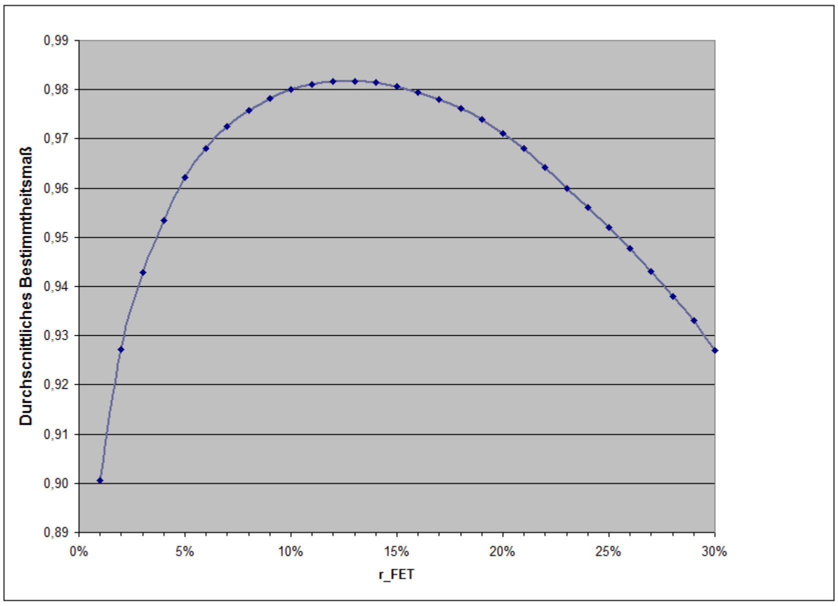

Abbildung 6: Durchschnittliches Bestimmtheitsmaß R^2 bei Regression mit $c = 0,42$ und FET gemäß Tabelle 12 in Abhängigkeit von r_{FET}

Während es nicht möglich war, die feinste emotional wahrgenommene Zeit in Abhängigkeit von der maximalen Zeit einer Aufgabenstellung als allgemein gültiger Prädiktor über alle maximalen Geldbeträge M hinweg zu betrachten, gelingt es durch das Verankern der FET an der Konzession ein einheitliches Prognosemodell zu gestalten. Hierbei liefern die FET mit $r_{FET} = 13\%$ die besten durchschnittlichen Vorhersagen.

Auf wahrnehmungstheoretischer Ebene lässt sich dies über eine vierstufige Aufmerksamkeitsskala im Raum der relativen Konzessionen erklären, die aus iterierten Halbierungsschritten besteht.

$$0\%; 12,5\%; 25\%; 50\%; 100\% \tag{5.7}$$

An diesen Halbierungsschritten lassen sich bestimmte Zeiträume verankern, die als Wartezeit eben diese Konzession gegenüber dem Maximalbetrag hervorrufen, die unterste Stufe dieser Skala legt die Grenze der feinsten emotionalen Wahrnehmung fest.

Bei der Berechnung der Konzessionen zeigen sich Wahrnehmungsunterschiede je nach Form der Zeit-Skala, im folgenden Abschnitt sollen die Berechnungen getrennt für die Tage-, Wochen- und Jahre-Skala betrachtet werden.

5.3.2 Vergleich der Ergebnisse bei Betrachtung verschiedener Formen der Zeit-Skala

Um mögliche Wahrnehmungsunterschiede auf verschiedenen Formen der Zeit-Skala aufzuzeigen, wird die optimale feinste emotional wahrgenommene Zeit FET_{opt} in Regressionsanalysen bestimmt, die nur auf Basis der Heute-Äquivalente auf der jeweiligen Skala durchgeführt werden.

Ergebnisse sind zusammengefasst der folgenden Tabelle 14 zu entnehmen.

Tabelle 14: Optimaler Modellparameter FET (für $c = 0,42$) für Modell II bei isolierter Betrachtung der einzelnen Skalentypen

Skala	M	c	FET_{opt}	t_{max}	$\frac{FET_{opt}}{t_{max}}$	$r_{FET_{opt}}$	R^2	Gültigkeit des Modells
Tage	1	0,42	2,86	200	1,43%	11,85%	0,9962	x
Tage	10	0,42	10,59	200	5,30%	14,42%	0,9911	x
Tage	100	0,42	25,00	200	12,50%	12,43%	0,9922	x
Tage	1.000	0,42	74,60	200	37,30%	10,55%	0,9992	x
Tage	10.000	0,42	108,16	200	54,08%	6,33%	0,9980	-
Tage	100.000	0,42	157,33	200	78,67%	6,64%	0,9952	-
Tage	1.000.000	0,42	118,45	200	59,23%	2,94%	0,9955	-
Wochen	1	0,42	1,53	1.400	0,11%	4,21%	0,9843	-
Wochen	10	0,42	6,68	1.400	0,48%	11,32%	0,9955	x
Wochen	100	0,42	29,98	1.400	2,14%	13,13%	0,9982	x
Wochen	1.000	0,42	109,66	1.400	7,83%	14,04%	0,9959	x
Wochen	10.000	0,42	232,16	1.400	16,58%	13,83%	0,9959	x
Wochen	100.000	0,42	227,15	1.400	16,23%	10,37%	0,9960	x
Wochen	1.000.000	0,42	1.006,01	1.400	71,86%	16,51%	0,9970	x
Jahre	1	0,42	0,01	18.000	0,00%	0,00%	0,9981	-
Jahre	10	0,42	0,09	18.000	0,00%	0,02%	0,9911	-
Jahre	100	0,42	7,97	18.000	0,04%	1,43%	0,9836	-
Jahre	1.000	0,42	120,98	18.000	0,67%	11,11%	0,9928	x
Jahre	10.000	0,42	324,53	18.000	1,80%	14,68%	0,9966	x
Jahre	100.000	0,42	654,53	18.000	3,64%	18,28%	0,9949	x
Jahre	1.000.000	0,42	1.754,72	18.000	9,75%	21,35%	0,9959	x

Diese Analyse soll nicht den Anspruch haben, das Thema der Wahrnehmungsunterschiede, die auf den unterschiedlichen Präsentationsformen der Zeit beruhen, vollständig zu ergründen, vielmehr soll an dieser Stelle ein Ansatzpunkt für mögliche weitere Untersuchungen bezüglich der Bewertung der Zeit gegeben werden. Dass Zeiten je nach Darstellung unterschiedlich wahrgenommen werden, zeigte sich bereits bei der Erwähnung des subadditiven Diskontierungsansatzes[117] in Kapitel 2. Bei Betrachtung der Ergebnisse in Tabelle 14 wird allerdings deutlich, dass bestimmte Zeithorizonte für bestimmte Geldbeträge eine Relevanz im Sinne der emotionalen

[117] Vgl. Read (2001)

Wahrnehmung besitzen. Die Gültigkeit des Modells wurde in der letzten Spalte der Tabelle gekennzeichnet. Allgemein zeigt sich, dass für viele Kombinationen aus der jeweiligen Skalen und den Geldbeträgen der vorher vorgestellte Modellansatz, bei dem die optimale feinste emotional empfundene Zeit an der prozentualen Konzession verankert war, auch hier gute Prognosen liefert. Es sei noch angemerkt, dass zur „Behebung“ der Wahrnehmungsunterschiede durch verschiedene Zeit-Skalen eine Skalenverschiebung bei der Betrachtung der Daten möglich wäre, hierauf wurde bei den Analysen in dieser Arbeit allerdings bewusst verzichtet, da dieser Wahrnehmungs-Bias für alle der betrachteten Modelle gleichwegs gilt.
Neben der in den vergangenen Abschnitten ausführlich diskutierten Fragen nach dem Heute-Äquivalent einer zukünftigen Auszahlung wurden auch noch Experimentaldaten zu Fragen nach der mittleren Freude auf der Zeit-Skala und Lotterien in der Zeit erhoben, die im nächsten Abschnitt vorgestellt werden.

5.4 Mittlere Freude auf der Zeit-Skala und Lotterien in der Zeit

Die in Kapitel 3 beschriebenen Fragen nach der mittleren Freude bzw. Lotterien auf der Zeit-Skala dienen als Vergleichsfragen bzgl. der direkten Wahrnehmung der Zeit und eben nicht im Kontext der Frage nach dem Heute-Äquivalent einer zukünftigen Auszahlung. Es wird der Median der Antworten der Versuchspersonen analysiert, um durchschnittliches Verhalten zu modellieren. Die Individualdaten finden sich im Anhang dieser Arbeit. Der Modellierungsansatz in diesem Kapitel beruht auf dem Vergleich zwischen der Standard-Skala und verschiedenen Aufmerksamkeitsskalen für die Bewertung von Zeit im Rahmen der Modellierung der mittleren Freude auf der Zeit-Skala bzw. der Lotterie-Bewertungen in der Zeit.

5.4.1 Analyse der mittleren Freude auf der Zeit-Skala

Die für die Analyse der mittleren Freude auf der Zeit-Skala denkbaren Skalen beruhen auf den in Kapitel 2 vorgestellten Standardskalen bzw. Aufmerksamkeitsskalen unter Berücksichtigung prominenter Zahlen. So ergeben sich folgende Ansätze, deren Prognosen danach mit den Experimentaldaten verglichen werden.

Tabelle 15: Mögliche Wahrnehmungsskalen für die Zeitwahrnehmung nach Prominenztheorie

Skala	Stufen (MAX=100)	Stufen (MAX=20)
S-PN	0 - 20 - 50 - 100	0 - 5 - 10 - 20
A4-PN	0 - 10 - 20 - 50 - 100	0 - 2 - 5 - 10 - 20
A5-PN	0 - 5 - 10 - 20 - 50 - 100	0 - 1 - 2 - 5 - 10 - 20
A6-PN	0 - 2- 5 - 10 - 20 - 50 - 100	0 - 0,5 - 1 - 2 - 5 - 10 - 20
A7-PN	0 - 1 - 2 - 5 - 10 - 20 - 50 - 100	

Die Prognosen der Modelle ergeben sich aus der äquidistanten Wahrnehmung der Stufen. Dazu erfolgt zwischen den Stufen lineare Interpolation. In der folgenden Tabelle 16 sind den Mediandaten der Antworten der Versuchspersonen die Prognosen der einzelnen Skalen gegenübergestellt. Dazu wird auf das beste der betrachteten Prognosemodelle verwiesen[118].

[118] Es sei erwähnt, dass in bestimmten Entscheidungssituationen alle Modelle die gleiche Prognose liefern. Dies ist auch in der Tabelle erkennbar.

Tabelle 16: Mittlere Freude auf der Zeit-Skala: Median der Antworten und Prognosen

	Median	Prognose S-PN	Prognose A4-PN	Prognose A5-PN	Prognose A6-PN	Prognose A7-PN	Beste Prognose
10: in 1, in t, in 100 Tagen	30,00	35,75	21,50	16,00	12,50	10,00	S-PN
10: in 5, in t, in 100 Tagen	36,00	38,75	27,50	20,00	20,00	20,00	S-PN
10: in 20, in t, in 100 Tagen	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	alle
10: in 50, in t, in 100 Tagen	69,50	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	alle
10: in 90, in t, in 100 Tagen	94,75	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	alle
10: in 0, in t, in 100 Tagen	30,00	35,00	20,00	15,00	10,00	7,50	S-PN
100: in 1, in t, in 100 Tagen	30,50	35,75	21,50	16,00	12,50	10,00	S-PN
100: in 5, in t, in 100 Tagen	36,50	38,75	27,50	20,00	20,00	20,00	S-PN
100: in 20, in t, in 100 Tagen	48,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	alle
100: in 50, in t, in 100 Tagen	70,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	alle
100: in 90, in t, in 100 Tagen	94,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	alle
100: in 0, in t, in 100 Tagen	30,00	35,00	20,00	15,00	10,00	7,50	S-PN
100: in 1, in t, in 100 Wochen	28,00	35,75	21,50	16,00	12,50	10,00	A4-PN
100: in 5, in t, in 100 Wochen	33,50	38,75	27,50	20,00	20,00	20,00	S-PN
100: in 20, in t, in 100 Wochen	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	alle
100: in 50, in t, in 100 Wochen	70,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	alle
100: in 90, in t, in 100 Wochen	94,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	alle
100: in 0, in t, in 100 Wochen	25,00	35,00	20,00	15,00	10,00	7,50	A4-PN
1.000: in 1, in t, in 100 Wochen	28,00	35,75	21,50	16,00	12,50	10,00	A4-PN
1.000: in 5, in t, in 100 Wochen	31,50	38,75	27,50	20,00	20,00	20,00	A4-PN
1.000: in 20, in t, in 100 Wochen	48,50	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	alle
1.000: in 50, in t, in 100 Wochen	70,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	alle
1.000: in 90, in t, in 100 Wochen	94,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	alle
1.000: in 0, in t, in 100 Wochen	22,50	35,00	20,00	15,00	10,00	7,50	A4-PN
1.000: in 1/2, in t, in 20 Jahren	6,00	7,75	5,625	4,25	3,50		A4-PN
1.000: in 1, in t, in 20 Jahren	7,00	8,00	6,25	5,00	5,00		A4-PN
1.000: in 5, in t, in 20 Jahren	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00		alle
1.000: in 10, in t, in 20 Jahren	14,00	15,00	15,00	15,00	15,00		alle
1.000: in 18, in t, in 20 Jahren	18,95	19,00	19,00	19,00	19,00		alle
1.000: in 0, in t, in 20 Jahren	4,50	7,50	5,00	3,50	2,00		A4-PN
10.000: in 1/2, in t, in 20 Jahren	6,00	7,75	5,625	4,25	3,50		A4-PN
10.000: in 1, in t, in 20 Jahren	7,00	8,00	6,25	5,00	5,00		A4-PN
10.000: in 5, in t, in 20 Jahren	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00		alle
10.000: in 10, in t, in 20 Jahren	13,00	15,00	15,00	15,00	15,00		alle
10.000: in 18, in t, in 20 Jahren	18,75	19,00	19,00	19,00	19,00		alle
10.000: in 0, in t, in 20 Jahren	5,00	7,50	5,00	3,50	2,00		A4-PN
100.000: in 1/2, in t, in 20 Jahren	6,50	7,75	5,625	4,25	3,50		A4-PN
100.000: in 1, in t, in 20 Jahren	7,75	8,00	6,25	5,00	5,00		S-PN
100.000: in 5, in t, in 20 Jahren	10,50	10,00	10,00	10,00	10,00		alle
100.000: in 10, in t, in 20 Jahren	13,00	15,00	15,00	15,00	15,00		alle
100.000: in 18, in t, in 20 Jahren	18,78	19,00	19,00	19,00	19,00		alle
100.000: in 0, in t, in 20 Jahren	5,00	7,50	5,00	3,50	2,00		A4-PN

Unter Nicht-Berücksichtigung der Fragen, für die alle Modellansätze die gleichen Prognosen abgeben, zeigt sich, dass für die Tage-Skala der Modellierungsansatz mit der Standard-Skala prominenter Zahlen (S-PN) in allen Fällen die besten Prognosen liefert. Bei der Betrachtung der Wochen- bzw. Jahre-Skala ergibt sich 5 von 6 Fällen für die Wochen-Skala und in 8 von 9 Fällen für die Jahre-Skala eine (leicht) bessere Prognose des 4-stufigen Wahrnehmungsmodells A4-PN. Es ist also ein Aufmerksamkeitseffekt und eine im Vergleich zur Wahrnehmung von Wochen (leicht) emotionalere Wahrnehmung der Zeit zu erkennen. Dieser Effekt ist allerdings weit von dem im vorherigen Kapitel betrachteten Wahrnehmungseffekt entfernt.

Die gleiche Analyse lässt sich auch für die Bewertung der entsprechenden Lotterien, wiederum auf Basis der Median-Daten durchführen. Die Daten sind dem nächsten Teilabschnitt zu entnehmen. An der Prognose der Modelle ändert sich nichts, da die Wahrscheinlichkeit 0,5 auch nach Prominenztheorie mit 0,5 bewertet wird.

5.4.2 Analyse der Lotterien in der Zeit

Da die Modellierung der des vorherigen Teilabschnitts entspricht und auch die Prognosen der Prominenztheorie-Modelle nicht von obigen Prognosen abweichen, sei direkt die Ergebnistabelle 17 präsentiert. Die zugehörigen Experimente sind, wie schon die Experimente bezüglich der mittleren Freude, in Kapitel 3 beschrieben.

Tabelle 17: Lotterien in der Zeit: Median der Antworten und Prognosen

	Median	Prognose S-PN	Prognose A4-PN	Prognose A5-PN	Prognose A6-PN	Prognose A7-PN	Beste Prognose
10: in 1, in t, in 100 Tagen	31,50	35,75	21,50	16,00	12,50	10,00	S-PN
10: in 5, in t, in 100 Tagen	38,00	38,75	27,50	20,00	20,00	20,00	S-PN
10: in 20, in t, in 100 Tagen	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	alle
10: in 50, in t, in 100 Tagen	70,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	alle
10: in 90, in t, in 100 Tagen	93,50	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	alle
10: in 0, in t, in 100 Tagen	30,00	35,00	20,00	15,00	10,00	7,50	S-PN
100: in 1, in t, in 100 Tagen	35,00	35,75	21,50	16,00	12,50	10,00	S-PN
100: in 5, in t, in 100 Tagen	40,00	38,75	27,50	20,00	20,00	20,00	S-PN
100: in 20, in t, in 100 Tagen	54,50	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	alle
100: in 50, in t, in 100 Tagen	70,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	alle
100: in 90, in t, in 100 Tagen	94,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	alle
100: in 0, in t, in 100 Tagen	33,00	35,00	20,00	15,00	10,00	7,50	S-PN
100: in 1, in t, in 100 Wochen	35,00	35,75	21,50	16,00	12,50	10,00	S-PN
100: in 5, in t, in 100 Wochen	40,50	38,75	27,50	20,00	20,00	20,00	S-PN
100: in 20, in t, in 100 Wochen	51,50	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	alle
100: in 50, in t, in 100 Wochen	70,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	alle
100: in 90, in t, in 100 Wochen	93,00	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	alle
100: in 0, in t, in 100 Wochen	33,50	35,00	20,00	15,00	10,00	7,50	S-PN
1.000: in 1, in t, in 100 Wochen	35,50	35,75	21,50	16,00	12,50	10,00	S-PN
1.000: in 5, in t, in 100 Wochen	39,00	38,75	27,50	20,00	20,00	20,00	S-PN
1.000: in 20, in t, in 100 Wochen	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	alle
1.000: in 50, in t, in 100 Wochen	68,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	alle
1.000: in 90, in t, in 100 Wochen	93,50	95,00	95,00	95,00	95,00	95,00	alle
1.000: in 0, in t, in 100 Wochen	34,50	35,00	20,00	15,00	10,00	7,50	S-PN
1.000: in 1/2, in t, in 20 Jahren	7,00	7,75	5,625	4,25	3,50		S-PN
1.000: in 1, in t, in 20 Jahren	7,50	8,00	6,25	5,00	5,00		S-PN
1.000: in 5, in t, in 20 Jahren	11,00	10,00	10,00	10,00	10,00		alle
1.000: in 10, in t, in 20 Jahren	14,00	15,00	15,00	15,00	15,00		alle
1.000: in 18, in t, in 20 Jahren	18,80	19,00	19,00	19,00	19,00		alle
1.000: in 0, in t, in 20 Jahren	7,00	7,50	5,00	3,50	2,00		S-PN
10.000: in 1/2, in t, in 20 Jahren	7,00	7,75	5,625	4,25	3,50		S-PN
10.000: in 1, in t, in 20 Jahren	7,75	8,00	6,25	5,00	5,00		S-PN
10.000: in 5, in t, in 20 Jahren	10,75	10,00	10,00	10,00	10,00		alle
10.000: in 10, in t, in 20 Jahren	14,00	15,00	15,00	15,00	15,00		alle
10.000: in 18, in t, in 20 Jahren	18,85	19,00	19,00	19,00	19,00		alle
10.000: in 0, in t, in 20 Jahren	6,25	7,50	5,00	3,50	2,00		S-PN & A4-PN
100.000: in 1/2, in t, in 20 Jahren	6,50	7,75	5,625	4,25	3,50		A4-PN
100.000: in 1, in t, in 20 Jahren	7,00	8,00	6,25	5,00	5,00		A4-PN
100.000: in 5, in t, in 20 Jahren	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00		alle
100.000: in 10, in t, in 20 Jahren	14,00	15,00	15,00	15,00	15,00		alle
100.000: in 18, in t, in 20 Jahren	18,85	19,00	19,00	19,00	19,00		alle
100.000: in 0, in t, in 20 Jahren	6,25	7,50	5,00	3,50	2,00		S-PN & A4-PN

Für die Bewertung von Lotterien in der Zeit liefert das Modell, das die Zeitbewertung mittels der Standard-Skala prominenter Zahlen (S-PN) modelliert, sehr gute Prognosen über alle Skalen hinweg. Nur für die Bewertung von Lotterien auf der Jahre-Skala und gleichzeitig hohe Geldbeträge lässt sich ein (leichter) Aufmerksamkeitseffekt beobachten. Bei 5 der 9 (echt) entscheidbaren Lotterien, bei denen nicht alle 5 Modelle die gleichen Vorhersagen liefern, liefert das S-PN-Modell die besten Vorhersagen, bei 2 Lotterien sind die Vorhersagen des S-PN-Modells und des A4-PN-Modells gleich gut, bei 2 Lotterien liefert das A4-PN-Modell die besten

Vorhersagen. Grundsätzlich zeigt sich, dass auch hier die Prominenztheorie mit Hilfe ihres Standard-Ansatzes sehr gute Prognosen liefert.

5.4.3 Mittlere Freude und Lotterien in der Zeit im Vergleich

Beim Vergleich der mittleren Freude und der Lotterien in der Zeit lässt sich auf Personenebene kein Wahrnehmungseffekt erkennen. Das Konzept der Tension[119] scheint bei der Lotterie-Bewertung im Vergleich zur mittleren Freude in der Zeit keine Rolle zu spielen. Dies wird dadurch unterstützt, dass die Versuchspersonen bei der abschließenden Diskussion im Projektseminar keine Anmerkungen bzgl. Spannung oder Angst, eine Lotterie in der Zeit für fixen Geldbetrag M zu spielen, machten.

Betrachtet man, wie in den letzten beiden Teilabschnitten geschehen, die Prognosen der Skalen-Modelle der Prominenztheorie, so zeigt sich, dass bestimmte Zeiträume (Wochen bzw. Jahre) im Fall der Frage nach der mittleren Freude emotionaler wahrgenommen werden. Kleinere Zeitspannen erhalten im Rückschluss daraus, dass eine (leichte) Aufmerksamkeitsskala bessere Prognosen als die Standard-Skala der Prominenztheorie liefert, eine höhere (emotionale) Aufmerksamkeit. Ein Vergleich der Ergebnisse der in diesem Kapitel analysierten Experimente erfolgt in der abschließenden Zusammenfassung dieser Arbeit.

[119] Vgl. Albers, Pope, Selten und Vogt (2000).

6 Zusammenfassung der Ergebnisse und Ausblick

Diskontierungsmodelle begleiten die wirtschaftswissenschaftlichen Studien, insbesondere auch die experimentelle Wirtschaftsforschung schon seit langer Zeit. Während erste Modellansätze eher theoretischer Natur waren, kamen im Zuge der Diskussion über deren Anwendbarkeit und Realitätsnähe früh Gedanken über alternative Modellansätze auf. So etablierte sich im Laufe der Jahre das Modell des hyperbolischen Diskontierens als gängiges Diskontierungsinstrument. Bei der Durchführung vieler Experimente wurde der Fehler gemacht, dass durch die Experimentalbedingungen per se schon Diskontierungsverhalten und eine Abwertung einer zukünftigen Auszahlung hervorgerufen wurden. Dies bezieht sich zum Beispiel auf Investitions- oder Spekulations-Überlegungen, aber auch auf sich ändernde Nutzenfunktionen oder Lebensstandards.

Frederick, Loewenstein und O'Donoghue (2003) betrachten die Separierung der Effekte und den Zugang zu der intrinsischen Zeitbewertung als schwierig. Durch diese Arbeit wird allerdings ein wichtiger Schritt in diese Richtung gemacht. Die Experimentalbedingungen, die den Experimenten zugrunde liegen, wirken zwar restriktiv, erweisen sich in der experimentellen Abfragesituation aber als leicht motivierbar und werden auch im Nachhinein bei der Diskussion über sie von den Versuchspersonen als sinnvoll und wichtig angesehen. Sie berücksichtigen nahezu alle Einflussfaktoren, die von sich aus schon Diskontierungsverhalten initiieren.

In dieser Arbeit gelingt eben diese Separierung der Bewertung von Zeit und der Bewertung von Geld. Das Konzept einer linear-logarithmischen Funktion, die auf Basis des Weber-Fechnerschen Gesetzes der Psychophysik im Rahmen der Prominenztheorie von Albers schon oft zur Modellierung im Bereich der Geldbewertung benutzt wurde und die sehr gute Prognosen liefert, wurde an dieser Stelle erstmals auch auf die Wahrnehmung von Zeit übertragen.

Drei unterschiedliche Arten von Experimenten, die die Zeitbewertung berücksichtigen, werden durchgeführt. Im Mittelpunkt der Modellierung und Analyse steht die Frage nach dem heutigen Äquivalent einer zukünftigen Auszahlung. Darüber hinaus wird untersucht, welche Vorhersagen die Prominenztheorie auch für die Bewertung der mittleren Freunde (in Anlehnung an das Konzept Galanters bzgl. der mittleren Freude als Instrumentarium zur Erhebung einer Geldbewertungsfunktion) auf der

Zeit-Skala sowie Lotterien in der Zeit macht. Die Ergebnisse dieser drei unterschiedlichen Abfragearten werden im Rahmen dieser Arbeit miteinander verglichen. Der Vergleich zu den Ergebnissen anderer Studien ist wegen der Versuchsbedingungen nur schlecht quantitativ möglich und wird daher qualitativ auf funktionaler Ebene durchgeführt. Ein weiteres großes Problem ist, dass bezüglich der quantitativen Ergebnisse eine große Streuung zwischen Studien, aber auch innerhalb von Studien, beobachtet werden kann, so dass es keine Standard-Parameter gibt.

Bei der Modellierung der Vorhersagen für das Heute-Äquivalent einer zukünftigen Auszahlung erweist sich der funktionale Ansatz des exponentiellen Diskontierens als ungeeignet, um valide Prognosen für experimentell beobachtetes Verhalten zu machen. Der gängige Ansatz des hyperbolischen Diskontierens liefert gute Prognosen, wird aber in seine Prognosekraft noch durch die hier aufgestellten Ansätze, die auf Ebene der Zeitbewertung eine linear-logarithmische Bewertungsfunktion benutzen und diesen auf monetären Ebene üblichen Ansatz auch dort verwenden, übertroffen. Auf theoretischer Ebene zeigt sich, dass hyperbolisches Diskontieren, wenngleich auch bei der Modellbildung mit der Geldbewertung nach Prospect Theory von Kahneman und Tversky ein anderer Geldbewertungsansatz benutzt wurde, durch die Kombination von logarithmischer Zeitbewertung und logarithmischer Geldbewertung begründet werden kann.

Im Rahmen der Modellierung wird der Frage nachgegangen, wie Personen bei der Frage nach dem heutigen Äquivalent einer zukünftigen Auszahlung Geld wahrnehmen. Das Referenzpunktmodell, das die linear-logarithmische Geldbewertung bezüglich der Konzession gegenüber dem Maximalbetrag berücksichtigt, erweist sich als (leicht) besser als das Modell der linear-logarithmischen Geldbewertung des Geldbetrages an sich. Betrachtet man diese beiden Ansätze parallel, so kann man erkennen, dass sich Versuchspersonen bei niedrigeren Geldbeträgen eher an dem Nutzen des Geldbetrages an sich orientieren, während für höhere Geldbeträge der Maximalbetrag den wichtigen Referenzpunkt darstellt.

Eine wichtige Erkenntnis der Analysen ist, dass das Verhalten der Versuchspersonen zwar sehr gut durch eine linear-logarithmische Zeitbewertungsfunktion modelliert werden kann, dass diese aber nicht universell, sondern problemabhängig ist. Die Wahrnehmung und Bewertung von Zeit hängt stark vom betrachteten Geldbetrag ab. Je größer dieser ist, desto größer ist auch die feinste emotional wahrgenommene Zeit, die die Grenze zwischen rationaler und emotionaler Wahrnehmung darstellt. Dies geht einher mit praktischen Überlegungen, dass ein Geldbetrag je nach Höhe immer mit einem anderen Zeitraum assoziiert werden kann, insbesondere wenn es um den Konsum geht, der mit diesem getätigt werden soll/darf. Versuchspersonen sind selten bereit, auf einen größeren Teil eines hohen Geldbetrages (wie zum Beispiel 100.000 Euro) zu verzichten, wenn sie diesen nicht heute, sondern erst in 2 Monaten erhalten. Über die Verwendung eines solchen Geldbetrages wird nicht innerhalb von wenigen Minuten spontan entschieden, der Konsum beinhaltet immer einen bestimmten Planungshorizont. Diese Zeit fällt dann auf jeden Fall auch in den Zeitraum, der in der Zeitbewertungsfunktion linear, also rational, betrachtet wird. Bei kleineren Geldbeträgen, wie zum Beispiel 10 Euro, spielen die Kurzfristigkeit sowie die emotionale Komponente eine viel größere Rolle. Diese Motive führen dazu, dass die Zeitbewertung im monetären Kontext nicht unabhängig vom Geldbetrag einheitlich modelliert werden kann. Betrachtet man allerdings die feinste emotional wahrgenommene Zeit als einen von einer bestimmten Konzession gegenüber dem Maximalbetrag abhängigen Zeitraum bzw. Zeitpunkt, so ergibt sich ein sehr guter einheitlicher Modellansatz. Über alle Geldbeträge hinweg liefert der Ansatz, der die feinste emotional wahrgenommene Zeit bei einer Konzession von 13% verankert, die besten Vorhersagen für die Experimentaldaten.

Im Gegensatz dazu liefert der klassische Ansatz einer Standard-Wahrnehmungsfunktion auf Basis prominenter Zahlen, deren Struktur in der Speicherplatzkapazität des Kurzzeitgedächtnisses begründet ist und aus 3 prominenten Zahlen besteht, deren Abstand äquidistant wahrgenommen wird, sehr gute Vorhersagen für die Bewertung von Lotterien auf der Zeit-Skala. Ähnliches gilt für die Abfragemethode nach der mittleren Freude in der Zeit, allerdings ist bei den Experimenten für die Zeit-Skala aus Wochen bzw. Jahren ein Aufmerksamkeitseffekt, eine Verfeinerung der Skala und somit eine emotionalere Wahrnehmung von im Vergleich zur maximalen Zeit der Skala kleineren Zeiträumen erkennbar.

Werden die Skalen für Tage, Wochen und Jahre bei der Frage nach dem Heute-Äquivalent getrennt voneinander betrachtet, so zeigen sich an dieser Stelle Wahrnehmungsunterschiede je nach Zeit-Skala. Diese werden allerdings im Rahmen der

Modellbildung in dieser Arbeit nicht aus dem Datensatz durch eine Skalenverschiebung eliminiert. An dieser Stelle bietet sich allerdings möglicherweise ein Ansatzpunkt für weitere Analysen. Überlegungen könnten diesbezüglich in die Richtung gehen, die im Rahmen der Modellierung von Diskontierungsfunktionen durch das Verwenden subadditiven Diskontierens eingeschlagen wurde.

In dieser Arbeit werden ausschließlich positive Geldbeträge betrachtet. Vor dem Hintergrund, dass Motive wie Geiz auf der einen Seite oder bei manchen Personen der Wunsch, Schulden lieber sofort zu bezahlen, das Diskontieren negativer Geldbeträge beeinflussen, ist dieser Ansatz zwar grundsätzlich wünschenswert, aber durchaus auch schwierig.

Der aus meiner Sicht interessanteste Ansatzpunkt für weitere Untersuchungen geht in Richtung von fMRT-Experimenten und beschäftigt sich mit der Frage, ob dieser neuartige Modellierungsansatz im Hinblick auf die intrinsischen Zeitbewertung auch durch Aktivitäten in bestimmten Gehirnarealen, die entweder für rationale oder für emotionale (Zeit-)Wahrnehmung zuständig sind, nachweisen lässt.

7 Literaturverzeichnis

Ainslie, G. (1975): *Specious Reward: A Behavioral Theory of Impulsiveness and Impulse Control*, Psychological Bulletin, Vol. 82, No. 4, S. 463-496.

Ainslie, G. (1992): *Picoeconomics: The Strategic Interaction of Successive Motivational States Within the Person*, Cambridge University Press.

Ainslie, G. & N. Haslam (1992): *Hyperbolic Discounting,* in Choice over Time, G. Loewenstein & J. Elster (Hrsg.), Kap. 3, S. 57-92, New York: Russell Sage Foundation.

Albers, W. (1997): *Foundations of a Theory of Prominence in the Decimal System Part I: Numerical Response as a Process, Exactness, Scales, and Structure of Scales*, Working Paper No. 265, Institut für Mathematische Wirtschaftsforschung, Bielefeld.

Albers, W. (2000): *The Theory of Prominence as a Tool to Model Boundedly Rational Numerical Decision Processing*, in Bounded Rationality: The Adaptive Tool Box, R. Selten & G. Gigerenzer (Hrsg.), Massachusetts: MIT Press.

Albers, W. (2014): *Exploring the Human Brain - Boundedly Rational Processing of Numerical Information*, Preliminary Version, March 2014, Institute of Mathematical Economics (IMW), Bielefeld.

Albers, W. & G. Albers (1983): *On the Prominence Structure of the Decimal System*, in: Decision Making Under Uncertainty, R. W. Scholz et al. (Hrsg.), Amsterdam: Elsevier, S. 271-287.

Albers, W., R. Pope, R. Selten & B. Vogt (2000): *Experimental Evidence for Attractions to Chance*, German Economic Review, Vol. 1, No. 2, S. 113-130.

Benzion, U., A. Rapoport & J. Yagil (1989): *Discount Rates Inferred from Decisions: An Experimental Study,* Management Science, Vol. 35, No. 2, S. 270-284.

BERNOULLI, D. (1738): *Specimen Theoriae Novae de Mensura Sortis,* Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae, Tomus V [Commentaries of the Imperial Academy of Science of Saint Petersburg, Vol. V], S. 175-192, englische Übersetzung durch Dr. Louise Sommer (1954): *Exposition of a New Theory on the Measurement of Risk,* Econometrica, Vol. 22, No. 1 (Januar 1954), S. 23-36.

CRAMER, G. (1728): *Letter to Nicolas Bernoulli,* London, 21. Mai 1728, Letter 52, S. 2-3 (K9, S. 560-562), In: Correspondence of Nicolas Bernoulli concerning the St. Petersburg Game, englische Übersetzung durch Richard J. Pulskamp (Januar 2013) aus „Die Werke von Jakob Bernoulli " , Band 3, K9, siehe: http://cerebro.xu.edu/math/Sources/NBernoulli/correspondence_petersburg_game.pdf

ELSTER, J. (1979): *Ulysses and the Sirens: Studies in Rationality and Irrationality*, Cambridge, England: Cambridge University Press.

FERNANDEZ-VILLAVERDE, J. & A. MUKHERJI (2002): *Can We Really Observe Hyperbolic Discounting?*, Penn Institute for Economic Research (PIER), Working Paper No. 02-008.

FECHNER, G. T. (1877/1968): *In Sachen der Psychophysik,* Leipzig: Breitkopf und Härtel (1877) bzw. Amsterdam: E. J. Bonset (1968).

FREDERICK, S. (1999): *Discounting, Time Preference, and Identity,* Dissertation, Department of Social & Decision Sciences. Carnegie Mellon University, Pittsburgh.

FREDERICK, S., G. LOEWENSTEIN & T. ODONOGHUE (2003): *Time Discounting and Time Preference: A Critical Review,* in: Time and Decision: Economic and Psychological Perspectives on Intertemporal Choice, G. Loewenstein, D. Read, & R. F. Baumeister (Hrsg.), New York: Russell Sage Foundation, S. 13-86.

GALANTER, E. (1962): *The Direct Measurement of Utility and Subjective Probability*, The American Journal of Psychology, Vol. 75, S. 208-220.

HERRNSTEIN, R. J. (1961): *Relative and Absolute Strength of Responses as a Function of Frequency of Reinforcement*, Journal of the Experimental Analysis of Behaviour, Vol. 4, S. 267-272.

HERRNSTEIN, R. J. (1961): *Self-Control as Response Strength*, in: Quantification of Steady-State Operant Behavior, C. M. Bradshaw, E. Szabadi & C. F. Lowe (Hrsg.), Amsterdam: Elsevier/North-Holland.

HOUSTON, A. (ED.) (2004): *Franklin: The Autobiography and other Writings on Politics, Economics, and Virtue*, Texts in the History of Political Thought, Cambridge University Press.

KAHNEMAN, D. & A. TVERSKY (1979): *Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk*, Econometrica, Vol. 47, No. 2, S. 263-292.

KIRBY, K. N. (1997): *Bidding on the Future: Evidence against Normative Discounting of Delayed Rewards*, Journal of Experimental Psychology: General, Vol. 126, S. 54-70.

KOOPMANS, T. C. (1960): *Stationary Ordinal Utility and Impatience*, Econometrica, Vol. 28, No. 2, S. 287-309.

LAIBSON, D. (1997): *Golden Eggs and Hyperbolic Discounting,* The Quarterly Journal of Economics, Vol. 112, No. 2, S. 443-477.

LOEWENSTEIN, G. (1987): *Anticipation and the Value of Delayed Consumption*, The Economic Journal, Vol. 97, No. 387, S. 666-684.

LOEWENSTEIN, G. (1988): *Frames of Mind in Intertemporal Choice*, Management Science, Vol. 34, No. 2, S. 200-214.

LOEWENSTEIN, G. & D. PRELEC (1992): *Anomalies in Intertemporal Choice: Evidence and an Interpretation*, The Quarterly Journal of Economics, Vol. 107, No. 2, S. 573-597.

MAZUR, J. E. (1987): *An Adjustment Procedure for Studying Delayed Reinforcement*, in: Quantitative Analyses of Behavior: The Effect of Delay and of Intervening Events on Reinforcement Value, Vol. V, S. 55-73: Commons, M. L., Mazur, J. E., Nevin, J. A., Rachlin, H. (Hrsg.), Hillsdale (NJ): Erlbaum.

O'DONOGHUE, T. % M. RABIN (1999): *Incentives for Procrastinators*, The Quarterly Journal of Economics, Vol. 114, No. 3, S. 769-816.

PHELPS, E. S. & R. A. POLLAK (1968): *On Second-Best National Saving and Game-Equilibrium Growth,* Review of Economic Studies, Vol. 35, No. 2, pp. 185-199.

POLLAK, R. A. (1968): *Consistent Planning,* Review of Economic Studies, Vol. 35, No. 2, pp. 201-208.

RAE, J. (1834): *The Sociological Theory of Capital: Being a complete Reprint of the New Principles of Political Economy*, editiert, mit biographischer Skizze und Notizen von C. W. Mixter (1905), New York: The Macmillan Company.

READ, D. (2001): *Is Time-Discounting Hyperbolic or Subadditive?*, Journal of Risk and Uncertainty Vol. 23, No. 1, S. 5-32.

SAMUELSON, P. A. (1937): *A Note on Measurement of Utility*, The Review of Economic Studies, Vol. 4, No. 2, S. 155-161.

STROTZ, R. H. (1955): *Myopia and Inconsistency in Dynamic Utility Maximization*, The Review of Economic Studies, Vol. 23, No. 3, S. 165-180.

THALER, R. H. (1981): *Some Empirical Evidence on Dynamic Inconsistency,* Economic Letters, Vol. 8, S. 201-207.

THALER, R. H. (1985): *Mental Accounting and Consumer Choice,* Management Science, Vol. 4, S. 199-214.

THALER, R. H. (1999): *Mental Accounting Matters*, Journal of Behavioral Decision Making, Vol. 12, S. 183-206.

THALER, R. H. & H. M. SHEFRIN (1981): *An Economic Theory of Self-Control,* Journal of Political Economy, Vol. 89, No. 2, S. 392-410.

TVERSKY, A. & D. KAHNEMAN (1992): *Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty*, Journal of Risk and Uncertainty, Vol. 5, No. 4, S. 297-323.

VON NEUMANN, J. & O. MORGENSTERN (1944): *Theory of Games and Economic Behavior*, Princeton, New Jersey: Priceton University Press.

8 Anhang

Tabelle 18: Experimentaldaten I

Versuchsperson	1	2	3	4	5	6	7	8
Währung	EUR	DM	EUR	EUR	DM	DM	DM	EUR
1,00 in 1 Tag oder x heute	1,00	1,00	0,50	0,60	0,60	1,00	1,00	1,00
1,00 in 2 Tagen oder x heute	1,00	1,00	0,50	0,50	0,40	1,00	1,00	1,00
1,00 in 5 Tagen oder x heute	1,00	1,00	0,50	0,40	0,30	1,00	0,99	0,98
1,00 in 10 Tagen oder x heute	1,00	1,00	0,40	0,20	0,25	1,00	0,90	0,96
1,00 in 20 Tagen oder x heute	1,00	1,00	0,40	0,10	0,20	0,90	0,85	0,95
1,00 in 50 Tagen oder x heute	1,00	0,97	0,30	0,00	0,01	0,70	0,80	0,85
1,00 in 100 Tagen oder x heute	0,94	0,95	0,10	0,00	0,01	0,50	0,70	0,75
1,00 in 200 Tagen oder x heute	0,88	0,95	0,08	0,00	0,01	0,10	0,65	0,60
10 in 1 Tag oder x heute	10,00	10,00	9,50	9,00	7,00	10,00	9,99	10,00
10 in 2 Tagen oder x heute	10,00	10,00	9,50	8,00	5,00	9,90	9,99	9,95
10 in 5 Tagen oder x heute	10,00	10,00	9,50	6,50	4,00	9,80	9,90	9,80
10 in 10 Tagen oder x heute	10,00	10,00	9,00	6,00	3,50	9,50	9,00	9,60
10 in 20 Tagen oder x heute	9,70	9,95	9,00	5,00	3,00	9,00	8,50	9,50
10 in 50 Tagen oder x heute	9,30	9,95	8,00	3,00	2,00	8,00	8,00	8,40
10 in 100 Tagen oder x heute	9,10	9,90	5,00	2,00	1,00	7,00	7,00	7,60
10 in 200 Tagen oder x heute	8,90	9,50	2,50	1,00	0,01	5,00	6,00	6,50
100 in 1 Tag oder x heute	100	100	98	99	95	100	99,9	100
100 in 2 Tagen oder x heute	100	100	98	98	91	99	99,9	99
100 in 5 Tagen oder x heute	100	100	98	96	90	98	98,0	98,5
100 in 10 Tagen oder x heute	99	100	95	95	60	95	90,0	97
100 in 20 Tagen oder x heute	97	99,5	90	90	40	90	80,0	95
100 in 50 Tagen oder x heute	94	97,5	85	80	7	80	70,0	83
100 in 100 Tagen oder x heute	90	92,5	70	60	2	65	60,0	77
100 in 200 Tagen oder x heute	86	87,5	50	50	1	50	55,0	68
1.000 in 1 Tag oder x heute	1.000	1.000	995	1.000	1.000	1.000	999	1.000
1.000 in 2 Tagen oder x heute	1.000	1.000	995	999	999	995	999	995
1.000 in 5 Tagen oder x heute	998	1.000	995	995	997	990	990	990
1.000 in 10 Tagen oder x heute	985	1.000	990	990	996	970	950	985
1.000 in 20 Tagen oder x heute	965	997,5	985	980	992	950	900	975
1.000 in 50 Tagen oder x heute	935	975	975	965	850	900	800	865
1.000 in 100 Tagen oder x heute	895	925	965	950	600	800	750	765
1.000 in 200 Tagen oder x heute	865	875	950	900	500	650	700	700
10.000 in 1 Tag oder x heute	10.000	10.000	9.997	10.000	10.000	10.000	9.999	10.000
10.000 in 2 Tagen oder x heute	10.000	10.000	9.997	9.999	10.000	9.980	9.999	9.995
10.000 in 5 Tagen oder x heute	9.920	10.000	9.997	9.990	9.997	9.920	9.999	9.990
10.000 in 10 Tagen oder x heute	9.780	10.000	9.990	9.980	9.990	9.850	9.900	9.980
10.000 in 20 Tagen oder x heute	9.400	9.975	9.985	9.970	9.950	9.700	9.900	9.965
10.000 in 50 Tagen oder x heute	9.000	9.950	9.960	9.900	9.850	9.400	9.000	9.650
10.000 in 100 Tagen oder x heute	8.700	9.925	9.900	9.600	9.800	9.000	9.000	9.000
10.000 in 200 Tagen oder x heute	8.400	9.850	9.850	9.500	9.500	8.000	8.500	8.500
100.000 in 1 Tag oder x heute	100.000	100.000	99.998	100.000	100.000	100.000	99.999	100.000
100.000 in 2 Tagen oder x heute	99.600	100.000	99.998	100.000	100.000	99.950	99.999	99.995
100.000 in 5 Tagen oder x heute	99.000	100.000	99.998	99.990	99.999	99.850	99.999	99.975
100.000 in 10 Tagen oder x heute	97.000	100.000	99.990	99.900	99.998	99.500	99.900	99.800
100.000 in 20 Tagen oder x heute	93.500	99.900	99.987	99.800	99.990	99.000	99.000	99.750
100.000 in 50 Tagen oder x heute	86.000	99.850	99.970	99.500	99.900	97.000	99.000	97.500
100.000 in 100 Tagen oder x heute	82.000	99.350	99.930	99.000	98.500	95.000	90.000	95.000
100.000 in 200 Tagen oder x heute	78.000	97.500	99.860	98.000	98.000	90.000	80.000	93.000
1.000.000 in 1 Tag oder x heute	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	999.999	1.000.000
1.000.000 in 2 Tagen oder x heute	999.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	999.999	999.900	999.999	999.975
1.000.000 in 5 Tagen oder x heute	992.000	1.000.000	1.000.000	999.950	999.900	999.000	999.999	999.950
1.000.000 in 10 Tagen oder x heute	980.000	1.000.000	999.998	999.900	990.000	996.000	999.999	998.600
1.000.000 in 20 Tagen oder x heute	950.000	999.850	999.998	999.500	995.000	993.000	999.900	997.000
1.000.000 in 50 Tagen oder x heute	900.000	999.800	999.995	999.000	945.000	990.000	990.000	985.500
1.000.000 in 100 Tagen oder x heute	850.000	998.750	999.990	995.000	940.000	980.000	990.000	970.000
1.000.000 in 200 Tagen oder x heute	800.000	990.000	999.900	990.000	920.000	950.000	900.000	950.000

Tabelle 19: Experimentaldaten II

Versuchsperson	1	2	3	4	5	6	7	8
Währung	EUR	DM	EUR	EUR	DM	DM	DM	EUR
1,00 in 1 Woche oder x heute	1,00	1,00	0,40	0,20	0,40	1,00	0,90	0,97
1,00 in 2 Wochen oder x heute	1,00	1,00	0,40	0,10	0,30	1,00	0,85	0,96
1,00 in 5 Wochen oder x heute	1,00	1,00	0,35	0,00	0,10	0,80	0,80	0,92
1,00 in 10 Wochen oder x heute	0,97	0,97	0,25	0,00	0,09	0,50	0,75	0,80
1,00 in 20 Wochen oder x heute	0,90	0,90	0,10	0,00	0,06	0,20	0,60	0,65
1,00 in 50 Wochen oder x heute	0,84	0,77	0,05	0,00	0,03	0,10	0,50	0,50
1,00 in 100 Wochen oder x heute	0,80	0,72	0,03	0,00	0,02	0,10	0,30	0,30
1,00 in 200 Wochen oder x heute	0,75	0,67	0,02	0,00	0,01	0,10	0,10	0,15
10 in 1 Woche oder x heute	10,00	10,00	9,50	6,00	3,50	9,50	9,00	9,70
10 in 2 Wochen oder x heute	10,00	10,00	9,00	5,00	3,20	9,00	8,50	9,60
10 in 5 Wochen oder x heute	9,50	10,00	8,50	4,00	3,00	8,00	8,00	9,10
10 in 10 Wochen oder x heute	9,20	9,70	8,00	3,00	0,70	7,00	7,50	8,10
10 in 20 Wochen oder x heute	9,00	9,00	5,00	1,00	0,50	6,00	6,00	6,90
10 in 50 Wochen oder x heute	8,50	8,00	2,00	0,00	0,40	4,00	4,00	5,50
10 in 100 Wochen oder x heute	8,20	7,00	1,50	0,00	0,02	3,00	1,00	4,50
10 in 200 Wochen oder x heute	7,90	6,70	1,10	0,00	0,01	2,00	0,50	2,00
100 in 1 Woche oder x heute	99,5	100	96	95	99	98	90	98
100 in 2 Wochen oder x heute	98	100	90	91	90	93	85	96
100 in 5 Wochen oder x heute	95	100	85	85	30	90	70	92
100 in 10 Wochen oder x heute	91,5	97,5	80	70	8	80	60	80
100 in 20 Wochen oder x heute	89	92,5	65	55	7	70	60	72
100 in 50 Wochen oder x heute	84	80	40	40	5	50	50	60
100 in 100 Wochen oder x heute	81	70	30	20	2	35	40	50
100 in 200 Wochen oder x heute	74	65	25	5	1	20	20	30
1.000 in 1 Woche oder x heute	998	1.000	990	994	1.000	980	990	988
1.000 in 2 Wochen oder x heute	980	1.000	980	989	999	950	900	981
1.000 in 5 Wochen oder x heute	945	995	980	970	980	900	850	925
1.000 in 10 Wochen oder x heute	920	925	975	960	910	800	800	815
1.000 in 20 Wochen oder x heute	885	875	965	895	700	650	700	730
1.000 in 50 Wochen oder x heute	820	775	950	850	690	450	600	650
1.000 in 100 Wochen oder x heute	780	675	940	700	550	300	550	570
1.000 in 200 Wochen oder x heute	730	625	920	500	300	200	500	350
10.000 in 1 Woche oder x heute	9.910	10.000	9.985	9.985	10.000	9.900	9.900	9.986
10.000 in 2 Wochen oder x heute	9.760	10.000	9.980	9.975	9.990	9.600	9.900	9.978
10.000 in 5 Wochen oder x heute	9.200	9.975	9.940	9.950	9.900	9.200	9.900	9.800
10.000 in 10 Wochen oder x heute	8.850	9.475	9.900	9.650	9.800	7.900	9.000	9.200
10.000 in 20 Wochen oder x heute	8.580	8.750	9.860	9.550	9.700	6.500	9.000	8.700
10.000 in 50 Wochen oder x heute	8.000	7.250	9.800	9.000	7.000	4.200	8.500	7.000
10.000 in 100 Wochen oder x heute	7.400	5.500	9.700	8.000	6.100	3.000	8.000	6.250
10.000 in 200 Wochen oder x heute	7.000	3.500	9.400	5.500	5.500	2.000	7.000	4.000
100.000 in 1 Woche oder x heute	98.900	100.000	99.998	99.950	100.000	99.500	99.900	99.900
100.000 in 2 Wochen oder x heute	96.700	100.000	99.990	99.850	99.950	98.600	99.000	99.790
100.000 in 5 Wochen oder x heute	91.000	99.500	99.985	99.600	99.800	93.000	95.000	98.600
100.000 in 10 Wochen oder x heute	85.000	97.500	99.900	99.200	99.000	85.000	90.000	96.000
100.000 in 20 Wochen oder x heute	82.000	87.500	99.860	98.200	96.000	70.000	80.000	94.000
100.000 in 50 Wochen oder x heute	76.000	75.000	99.800	97.500	92.000	55.000	70.000	85.000
100.000 in 100 Wochen oder x heute	70.000	55.000	99.750	96.000	65.000	40.000	60.000	72.000
100.000 in 200 Wochen oder x heute	65.000	47.500	99.650	90.000	59.000	25.000	60.000	60.000
1.000.000 in 1 Woche oder x heute	990.000	1.000.000	1.000.000	999.950	1.000.000	999.000	999.999	990.000
1.000.000 in 2 Wochen oder x heute	962.000	1.000.000	999.997	999.900	999.950	995.000	999.999	997.700
1.000.000 in 5 Wochen oder x heute	915.000	999.000	999.990	999.500	999.000	980.000	999.000	991.000
1.000.000 in 10 Wochen oder x heute	870.000	996.000	999.985	996.000	987.000	970.000	990.000	977.000
1.000.000 in 20 Wochen oder x heute	815.000	985.000	999.980	992.000	980.000	850.000	900.000	960.000
1.000.000 in 50 Wochen oder x heute	780.000	967.500	999.975	950.000	940.000	650.000	900.000	900.000
1.000.000 in 100 Wochen oder x heute	690.000	825.000	999.930	930.000	920.000	500.000	850.000	840.000
1.000.000 in 200 Wochen oder x heute	660.000	650.000	999.850	910.000	890.000	300.000	700.000	200.000

Tabelle 20: Experimentaldaten III

Versuchsperson	1	2	3	4	5	6	7	8
Währung	EUR	DM	EUR	EUR	DM	DM	DM	EUR
1,00 in 1/2 Jahr oder x heute	0,89	0,95	0,09	0,00	0,17	0,20	0,50	0,55
1,00 in 1 Jahr oder x heute	0,84	0,92	0,06	0,00	0,16	0,10	0,30	0,50
1,00 in 2 Jahren oder x heute	0,80	0,87	0,03	0,00	0,14	0,10	0,10	0,30
1,00 in 5 Jahren oder x heute	0,72	0,82	0,01	0,00	0,08	0,10	0,05	0,14
1,00 in 10 Jahren oder x heute	0,65	0,75	0,00	0,00	0,03	0,10	0,03	0,07
1,00 in 20 Jahren oder x heute	0,50	0,60	0,00	0,00	0,02	0,10	0,02	0,05
1,00 in 50 Jahren oder x heute	0,45	0,05	0,00	0,00	0,01	0,10	0,01	0,01
10 in 1/2 Jahr oder x heute	8,75	9,75	4,00	1,00	0,50	4,00	6,00	6,10
10 in 1 Jahren oder x heute	8,50	9,45	2,00	0,10	0,40	2,00	4,00	5,50
10 in 2 Jahren oder x heute	8,20	9,00	1,00	0,00	0,30	1,00	1,00	4,50
10 in 5 Jahren oder x heute	7,70	8,75	0,50	0,00	0,08	0,10	0,50	2,00
10 in 10 Jahren oder x heute	6,10	8,25	0,20	0,00	0,04	0,10	0,20	1,00
10 in 20 Jahren oder x heute	5,30	7,25	0,10	0,00	0,02	0,10	0,01	0,40
10 in 50 Jahren oder x heute	4,20	1,50	0,00	0,00	0,01	0,10	0,01	0,10
100 in 1/2 Jahr oder x heute	87	97,5	50	50	2,00	60	60	66
100 in 1 Jahren oder x heute	84	94	30	40	0,50	40	50	60
100 in 2 Jahren oder x heute	81	90	15	20	0,10	30	40	50
100 in 5 Jahren oder x heute	71	87,5	8	1	0,08	10	20	30
100 in 10 Jahren oder x heute	58	77,5	4	0	0,01	1	20	12
100 in 20 Jahren oder x heute	49	62,5	1	0	0,01	0,1	10	5
100 in 50 Jahren oder x heute	40	7,5	0	0	0,01	0,1	1	1
1.000 in 1/2 Jahr oder x heute	860	975	950	890	900	700	700	680
1.000 in 1 Jahren oder x heute	820	900	900	850	750	550	600	650
1.000 in 2 Jahren oder x heute	780	850	850	700	730	400	550	570
1.000 in 5 Jahren oder x heute	690	675	700	400	400	200	500	400
1.000 in 10 Jahren oder x heute	560	500	500	300	10	50	500	250
1.000 in 20 Jahren oder x heute	475	250	200	150	2	1	300	95
1.000 in 50 Jahren oder x heute	380	30	10	50	1	0,1	200	12
10.000 in 1/2 Jahr oder x heute	8.500	9.650	9.850	9.600	9.500	7.500	8.500	7.800
10.000 in 1 Jahren oder x heute	8.000	9.200	9.750	9.000	8.200	5.700	8.500	7.000
10.000 in 2 Jahren oder x heute	7.400	8.500	9.650	8.000	6.000	4.000	8.000	6.200
10.000 in 5 Jahren oder x heute	6.750	7.750	9.500	5.000	1.500	2.500	7.500	5.000
10.000 in 10 Jahren oder x heute	5.350	5.750	9.000	3.000	500	400	6.000	3.000
10.000 in 20 Jahren oder x heute	4.600	4.000	8.500	2.000	40	30	5.000	1.000
10.000 in 50 Jahren oder x heute	3.500	250	1.000	700	20	1	4.000	200
100.000 in 1/2 Jahr oder x heute	80.000	99.000	99.800	98.500	90.000	85.000	80.000	98.000
100.000 in 1 Jahren oder x heute	76.000	96.000	99.750	97.500	88.000	65.000	70.000	85.000
100.000 in 2 Jahren oder x heute	70.000	92.500	99.650	96.000	79.000	50.000	60.000	77.000
100.000 in 5 Jahren oder x heute	63.000	77.500	99.500	90.000	41.000	35.000	60.000	65.000
100.000 in 10 Jahren oder x heute	50.000	60.000	97.500	75.000	17.000	15.000	50.000	49.000
100.000 in 20 Jahren oder x heute	42.000	40.500	80.000	50.000	12.800	5.000	30.000	20.000
100.000 in 50 Jahren oder x heute	30.000	3.000	20.000	15.000	10.000	1.000	20.000	7.000
1.000.000 in 1/2 Jahr oder x heute	805.000	998.500	999.950	995.000	999.500	900.000	900.000	925.000
1.000.000 in 1 Jahren oder x heute	780.000	994.000	999.900	970.000	999.000	800.000	900.000	900.000
1.000.000 in 2 Jahren oder x heute	690.000	965.000	999.850	940.000	985.000	550.000	850.000	840.000
1.000.000 in 5 Jahren oder x heute	650.000	795.000	999.750	900.000	850.000	350.000	700.000	700.000
1.000.000 in 10 Jahren oder x heute	520.000	650.000	997.000	800.000	640.000	200.000	600.000	500.000
1.000.000 in 20 Jahren oder x heute	400.000	450.000	750.000	600.000	200.000	60.000	550.000	250.000
1.000.000 in 50 Jahren oder x heute	280.000	8.000	100.000	200.000	90.000	10.000	500.000	85.000

Tabelle 21: Experimentaldaten IV

Versuchsperson	1	2	3	4	5	6	7	8
Währung	EUR	DM	EUR	EUR	DM	DM	DM	EUR
gleicher Freudeunterschied								
10: in 1, in t, in 100 Tagen	35	30	15	21	11	30	30	38
10: in 5, in t, in 100 Tagen	42	35	17	25	23	40	35	43
10: in 20, in t, in 100 Tagen	50	45	35	40	43	60	45	56
10: in 50, in t, in 100 Tagen	70	60	65	70	67	70	60	66
10: in 90, in t, in 100 Tagen	94,5	95	93	95	95	94	95	95
10: in 0, in t, in 100 Tagen	32	29	18	20	14	40	30	36
100: in 1, in t, in 100 Tagen	32	30	18	16	19	35	35	37
100: in 5, in t, in 100 Tagen	40	35	19	20	25	45	40	42
100: in 20, in t, in 100 Tagen	55	45	35	35	45	65	50	55
100: in 50, in t, in 100 Tagen	72	60	65	60	73	75	65	65
100: in 90, in t, in 100 Tagen	93	95	94	94	96	95	90	94
100: in 0, in t, in 100 Tagen	30	25	25	15	23	45	35	35
100: in 1, in t, in 100 Wochen	33	25	16	25	3	40	35	33
100: in 5, in t, in 100 Wochen	41	27	18	30	7	50	40	39
100: in 20, in t, in 100 Wochen	50	50	45	50	43	60	50	52
100: in 50, in t, in 100 Wochen	70	70	60	70	78	70	65	62
100: in 90, in t, in 100 Wochen	94	95	94	94	96	94	90	93
100: in 0, in t, in 100 Wochen	29	20	20	18	1	40	35	32
1.000: in 1, in t, in 100 Wochen	31	22	17	22	30	35	40	32
1.000: in 5, in t, in 100 Wochen	38	26	19	25	31	43	45	38
1.000: in 20, in t, in 100 Wochen	45	50	45	45	54	60	55	51
1.000: in 50, in t, in 100 Wochen	71	75	65	65	73	75	70	61
1.000: in 90, in t, in 100 Wochen	93	95	94	93	96	94	95	92
1.000: in 0, in t, in 100 Wochen	30	20	20	20	32	45	40	30
1.000: in 1/2, in t, in 20 Jahren	8	6,5	4	3	6	6	6	6,5
1.000: in 1, in t, in 20 Jahren	9	7,5	5	5	7	6	7	7,5
1.000: in 5, in t, in 20 Jahren	11	11	8	10	9	11	9	12
1.000: in 10, in t, in 20 Jahren	14	14	14	13	16	14	14	15
1.000: in 18, in t, in 20 Jahren	19	19	18,5	19,5	19,3	19	19	18,6
1.000: in 0, in t, in 20 Jahren	7	6	3	2	4	5	6	7
10.000: in 1/2, in t, in 20 Jahren	8	6	4	4	7	7	7	6
10.000: in 1, in t, in 20 Jahren	8	6,5	5	6	8	7	8	7
10.000: in 5, in t, in 20 Jahren	10	10	8	8	10	12	10	11
10.000: in 10, in t, in 20 Jahren	13	13	13	12	14	15	15	13
10.000: in 18, in t, in 20 Jahren	18,75	18,5	18,5	19,3	19,2	19	19	18,4
10.000: in 0, in t, in 20 Jahren	7	5,5	3,5	2	8	6	7	6
100.000: in 1/2, in t, in 20 Jahren	6	5,5	5	6	8	8	8	9,5
100.000: in 1, in t, in 20 Jahren	7	6	5,5	8	9	8,5	9	5,5
100.000: in 5, in t, in 20 Jahren	11	9	7	10	12	11	11	11,5
100.000: in 10, in t, in 20 Jahren	13	12,5	13	11,5	13	14	15	12
100.000: in 18, in t, in 20 Jahren	18,5	18,25	19	19	19,5	18,8	19	18,2
100.000: in 0, in t, in 20 Jahren	6	5	4	1	9	7	8	4

Tabelle 22: Experimentaldaten V

Versuchsperson	1	2	3	4	5	6	7	8
Währung	EUR	DM	EUR	EUR	DM	DM	DM	EUR
Lotterie								
[(10 in 1), (10 in 100 Tagen)]	42	50,5	20	40	41	30	30	34
[(10 in 5), (10 in 100 Tagen)]	50	52,5	25	45	45	38	35	38
[(10 in 20), (10 in 100 Tagen)]	63	60	30	50	60	55	45	57
[(10 in 50), (10 in 100 Tagen)]	79	75	60	70	70	70	65	67
[(10 in 90), (10 in 100 Tagen)]	95	95	91	93	91	94	92	94
[(10 in 0), (10 in 100 Tagen)]	40	50	20	39	44	35	30	33
[(100 in 1), (100 in 100 Tagen)]	40	50,5	30	38	37	40	35	33
[(100 in 5), (100 in 100 Tagen)]	48	52,5	35	43	40	45	40	37
[(100 in 20), (100 in 100 Tagen)]	58	60	40	55	57	55	50	55
[(100 in 50), (100 in 100 Tagen)]	72	75	60	73	68	72	70	64
[(100 in 90), (100 in 100 Tagen)]	94	95	92	94	91	94	93	93
[(100 in 0), (100 in 100 Tagen)]	38	50	30	36	45	38	35	32
[(100 in 1), (100 in 100 Wochen)]	35	50,5	15	35	45	35	35	31
[(100 in 5), (100 in 100 Wochen)]	43	52,5	20	40	51	45	40	35
[(100 in 20), (100 in 100 Wochen)]	58	60	30	48	60	55	50	53
[(100 in 50), (100 in 100 Wochen)]	73	75	55	65	71	70	70	63
[(100 in 90), (100 in 100 Wochen)]	94	95	91	92	96	94	93	92
[(100 in 0), (100 in 100 Wochen)]	32	50	15	36	52	33	35	30
[(1.000 in 1), (1.000 in 100 Wochen)]	28	50,5	30	35	53	35	40	30
[(1.000 in 5), (1.000 in 100 Wochen)]	36	52,5	35	38	55	42	45	34
[(1.000 in 20), (1.000 in 100 Wochen)]	45	60	45	45	58	55	55	52
[(1.000 in 50), (1.000 in 100 Wochen)]	62	75	51	62	63	70	70	62
[(1.000 in 90), (1.000 in 100 Wochen)]	92	95	92	91	92	94	94	91
[(1.000 in 0), (1.000 in 100 Wochen)]	25	50	30	34	53	37	40	29
[(1.000 in 1/2), (1.000 in 20 Jahren)]	7	10,25	5	9	8	6	7	7,5
[(1.000 in 1), (1.000 in 20 Jahren)]	9	10,5	6	7	9	6,5	8	8
[(1.000 in 5), (1.000 in 20 Jahren)]	12	12,5	7,5	10	11	11	11	11
[(1.000 in 10), (1.000 in 20 Jahren)]	14	15	12	14	15	14	14	14
[(1.000 in 18), (1.000 in 20 Jahren)]	19	19	19,5	19	19,1	19	18,6	18,7
[(1.000 in 0), (1.000 in 20 Jahren)]	7	10	5	8	7	5	7	7
[(10.000 in 1/2), (10.000 in 20 Jahren)]	7	10,25	6	9	11	5	7	7
[(10.000 in 1), (10.000 in 20 Jahren)]	8	10,5	6,5	10	12,5	5,5	8	7,5
[(10.000 in 5), (10.000 in 20 Jahren)]	11	12,5	8	11	13	10,5	11,5	10
[(10.000 in 10), (10.000 in 20 Jahren)]	14	15	11	15	15	14	14,5	13
[(10.000 in 18), (10.000 in 20 Jahren)]	18,5	19	19,5	19,3	18,9	19	18,9	18,5
[(10.000 in 0), (10.000 in 20 Jahren)]	6	10	6	8	11	4,5	7	6,5
[(100.000 in 1/2), (100.000 in 20 Jahren)]	4	10,25	7	8	12,5	4	7	6,5
[(100.000 in 1), (100.000 in 20 Jahren)]	5	10,5	7,0	10	12,8	4,5	8	7
[(100.000 in 5), (100.000 in 20 Jahren)]	9	12,5	7,5	13	13	10	12	9
[(100.000 in 10), (100.000 in 20 Jahren)]	12	15	11	16	15	13,5	14,8	12
[(100.000 in 18), (100.000 in 20 Jahren)]	18,25	19	19	19,8	19	18,7	18,9	18,3
[(100.000 in 0), (100.000 in 20 Jahren)]	4	10	6,5	7	12,0	3,5	7	6

Tabelle 23: Experimentaldaten VI

Versuchsperson	9	10	11	12	13	14	15	16
Währung	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR
1,00 in 1 Tag oder x heute	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99
1,00 in 2 Tagen oder x heute	1,00	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,95	0,99
1,00 in 5 Tagen oder x heute	1,00	1,00	0,80	1,00	1,00	0,90	0,85	0,98
1,00 in 10 Tagen oder x heute	1,00	1,00	0,70	0,90	1,00	0,50	0,70	0,97
1,00 in 20 Tagen oder x heute	1,00	1,00	0,50	0,90	0,90	0,20	0,60	0,90
1,00 in 50 Tagen oder x heute	1,00	0,98	0,45	0,80	0,80	0,05	0,40	0,84
1,00 in 100 Tagen oder x heute	1,00	0,95	0,30	0,70	0,70	0,01	0,20	0,80
1,00 in 200 Tagen oder x heute	1,00	0,90	0,20	0,50	0,60	0,00	0,10	0,75
10 in 1 Tag oder x heute	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	9,99
10 in 2 Tagen oder x heute	10,00	10,00	9,00	10,00	10,00	10,00	10,00	9,97
10 in 5 Tagen oder x heute	10,00	9,80	7,50	10,00	10,00	9,00	9,00	9,92
10 in 10 Tagen oder x heute	10,00	9,50	5,00	8,00	9,00	8,00	8,50	9,90
10 in 20 Tagen oder x heute	10,00	9,50	3,00	8,00	9,00	6,00	7,00	9,60
10 in 50 Tagen oder x heute	10,00	9,00	2,40	7,00	8,00	5,00	5,00	9,10
10 in 100 Tagen oder x heute	9,80	9,00	2,10	6,00	7,00	1,00	1,25	8,30
10 in 200 Tagen oder x heute	9,60	8,50	1,40	5,00	6,00	0,10	1,00	7,60
100 in 1 Tag oder x heute	100	100	100	100	100	100	100	99
100 in 2 Tagen oder x heute	100	100	99	100	100	100	100	98
100 in 5 Tagen oder x heute	100	98,5	98	100	100	100	100	97
100 in 10 Tagen oder x heute	100	96	95	80	100	95	95	95
100 in 20 Tagen oder x heute	98	90	93	80	95	90	80	91
100 in 50 Tagen oder x heute	96	80	91	80	90	80	65	88
100 in 100 Tagen oder x heute	94	70	88	75	80	70	50	85
100 in 200 Tagen oder x heute	90	55	82	70	70	10	30	80
1.000 in 1 Tag oder x heute	999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	999
1.000 in 2 Tagen oder x heute	998	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	996
1.000 in 5 Tagen oder x heute	996	998	995	1.000	1.000	1.000	1.000	994
1.000 in 10 Tagen oder x heute	993	990	988	900	1.000	990	1.000	985
1.000 in 20 Tagen oder x heute	985	975	980	900	1.000	950	1.000	970
1.000 in 50 Tagen oder x heute	970	950	975	800	990	900	900	900
1.000 in 100 Tagen oder x heute	950	900	960	800	950	600	825	890
1.000 in 200 Tagen oder x heute	900	800	930	700	900	300	700	860
10.000 in 1 Tag oder x heute	9.995	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	9.990
10.000 in 2 Tagen oder x heute	9.990	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	9.960
10.000 in 5 Tagen oder x heute	9.980	10.000	9.990	10.000	10.000	10.000	10.000	9.930
10.000 in 10 Tagen oder x heute	9.960	9.950	9.980	9.500	10.000	9.800	10.000	9.900
10.000 in 20 Tagen oder x heute	9.920	9.900	9.965	9.000	10.000	9.500	9.900	9.800
10.000 in 50 Tagen oder x heute	9.850	9.500	9.950	9.000	9.950	9.000	9.500	9.600
10.000 in 100 Tagen oder x heute	9.700	8.500	9.900	8.000	9.900	8.500	9.000	9.500
10.000 in 200 Tagen oder x heute	9.500	7.500	9.800	7.000	9.700	5.000	8.500	9.300
100.000 in 1 Tag oder x heute	99.999	100.000	99.950	100.000	100.000	100.000	100.000	99.992
100.000 in 2 Tagen oder x heute	99.980	100.000	99.900	100.000	100.000	100.000	100.000	99.990
100.000 in 5 Tagen oder x heute	99.950	100.000	99.800	100.000	100.000	100.000	100.000	99.800
100.000 in 10 Tagen oder x heute	99.800	100.000	99.600	90.000	100.000	99.000	99.750	99.100
100.000 in 20 Tagen oder x heute	99.500	100.000	99.200	90.000	100.000	98.000	99.500	98.500
100.000 in 50 Tagen oder x heute	99.000	99.900	98.750	80.000	99.950	95.000	99.000	97.300
100.000 in 100 Tagen oder x heute	98.000	99.500	98.250	80.000	99.900	90.000	95.000	96.800
100.000 in 200 Tagen oder x heute	96.000	98.000	97.600	70.000	99.900	50.000	90.000	94.800
1.000.000 in 1 Tag oder x heute	999.900	1.000.000	999.940	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	999.998
1.000.000 in 2 Tagen oder x heute	999.800	1.000.000	999.890	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	999.990
1.000.000 in 5 Tagen oder x heute	999.500	1.000.000	999.810	998.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	999.600
1.000.000 in 10 Tagen oder x heute	999.000	1.000.000	999.700	995.000	1.000.000	999.900	999.750	999.000
1.000.000 in 20 Tagen oder x heute	998.000	1.000.000	999.350	990.000	1.000.000	999.500	999.500	998.100
1.000.000 in 50 Tagen oder x heute	995.000	999.990	998.750	900.000	999.950	970.000	999.000	993.000
1.000.000 in 100 Tagen oder x heute	985.000	995.000	997.850	850.000	999.900	940.000	997.000	990.000
1.000.000 in 200 Tagen oder x heute	965.000	990.000	996.150	700.000	999.900	900.000	995.000	981.000

Tabelle 24: Experimentaldaten VII

Versuchsperson	9	10	11	12	13	14	15	16
Währung	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR
1,00 in 1 Woche oder x heute	1,00	1,00	0,80	0,90	1,00	0,80	0,80	0,97
1,00 in 2 Wochen oder x heute	1,00	1,00	0,65	0,90	1,00	0,30	0,65	0,90
1,00 in 5 Wochen oder x heute	1,00	0,99	0,50	0,80	0,90	0,10	0,50	0,84
1,00 in 10 Wochen oder x heute	1,00	0,96	0,40	0,60	0,60	0,01	0,30	0,82
1,00 in 20 Wochen oder x heute	1,00	0,90	0,30	0,50	0,50	0,00	0,15	0,66
1,00 in 50 Wochen oder x heute	1,00	0,90	0,15	0,40	0,50	0,00	0,05	0,60
1,00 in 100 Wochen oder x heute	1,00	0,85	0,05	0,40	0,50	0,00	0,05	0,55
1,00 in 200 Wochen oder x heute	1,00	0,80	0,00	0,30	0,50	0,00	0,05	0,50
10 in 1 Woche oder x heute	10,00	9,50	6,00	8,00	10,00	8,50	9,00	9,60
10 in 2 Wochen oder x heute	10,00	9,00	4,00	8,00	9,00	7,00	7,50	9,30
10 in 5 Wochen oder x heute	10,00	9,00	2,50	7,50	8,50	5,00	5,50	9,00
10 in 10 Wochen oder x heute	9,90	8,50	2,00	7,00	8,00	2,00	1,50	8,80
10 in 20 Wochen oder x heute	9,80	8,00	1,60	6,00	7,00	0,50	1,00	8,20
10 in 50 Wochen oder x heute	9,50	7,00	1,25	4,00	6,00	0,05	0,75	7,70
10 in 100 Wochen oder x heute	9,00	6,50	0,80	3,50	5,00	0,00	0,50	7,30
10 in 200 Wochen oder x heute	8,60	5,50	0,35	2,00	5,00	0,00	0,50	6,00
100 in 1 Woche oder x heute	100	98	98	85	100	100	100	96
100 in 2 Wochen oder x heute	99	95	95	80	95	90	90	93
100 in 5 Wochen oder x heute	97	90	92	75	90	80	75	90
100 in 10 Wochen oder x heute	95	85	90	70	90	70	60	87
100 in 20 Wochen oder x heute	92	80	85	70	80	30	40	82
100 in 50 Wochen oder x heute	85	60	80	65	70	5	15	73
100 in 100 Wochen oder x heute	75	50	65	60	70	0,5	10	67
100 in 200 Wochen oder x heute	63	40	50	55	65	0,01	5	59
1.000 in 1 Woche oder x heute	995	980	1.000	900	1.000	1.000	1.000	970
1.000 in 2 Wochen oder x heute	989	950	990	900	1.000	995	1.000	960
1.000 in 5 Wochen oder x heute	978	930	980	800	990	900	950	900
1.000 in 10 Wochen oder x heute	960	900	970	750	980	800	850	880
1.000 in 20 Wochen oder x heute	925	870	950	750	970	400	800	840
1.000 in 50 Wochen oder x heute	830	850	925	700	950	100	500	760
1.000 in 100 Wochen oder x heute	700	750	880	650	900	10	200	670
1.000 in 200 Wochen oder x heute	550	600	800	600	900	5	100	600
10.000 in 1 Woche oder x heute	9.970	9.950	10.000	9.500	10.000	10.000	10.000	9.900
10.000 in 2 Wochen oder x heute	9.940	9.900	10.000	9.000	10.000	9.500	9.950	9.830
10.000 in 5 Wochen oder x heute	9.890	9.750	9.975	8.500	9.950	9.000	9.900	9.700
10.000 in 10 Wochen oder x heute	9.780	9.500	9.900	8.200	9.900	8.500	9.500	8.900
10.000 in 20 Wochen oder x heute	9.600	9.000	9.850	8.000	9.900	6.000	9.000	8.500
10.000 in 50 Wochen oder x heute	9.000	8.000	9.800	7.000	9.700	2.000	8.500	7.800
10.000 in 100 Wochen oder x heute	7.500	6.500	9.500	7.000	9.600	500	7.000	6.600
10.000 in 200 Wochen oder x heute	5.250	5.000	9.000	6.500	9.500	100	4.500	5.900
100.000 in 1 Woche oder x heute	99.975	99.990	100.000	99.000	100.000	100.000	100.000	98.900
100.000 in 2 Wochen oder x heute	99.650	99.950	100.000	98.000	100.000	100.000	99.500	98.000
100.000 in 5 Wochen oder x heute	99.250	99.850	99.000	97.000	99.950	95.000	99.000	96.000
100.000 in 10 Wochen oder x heute	98.500	99.500	98.500	96.000	99.950	85.000	97.000	90.000
100.000 in 20 Wochen oder x heute	97.000	99.000	97.500	95.000	99.900	60.000	96.000	87.000
100.000 in 50 Wochen oder x heute	92.000	95.000	96.000	95.000	99.700	20.000	95.000	79.000
100.000 in 100 Wochen oder x heute	80.000	85.000	91.000	80.000	99.500	15.000	90.000	70.000
100.000 in 200 Wochen oder x heute	60.000	70.000	87.500	70.000	99.000	10.000	85.000	61.000
1.000.000 in 1 Woche oder x heute	999.250	1.000.000	999.750	995.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	999.600
1.000.000 in 2 Wochen oder x heute	998.500	1.000.000	999.500	995.000	1.000.000	999.990	999.750	996.300
1.000.000 in 5 Wochen oder x heute	996.500	1.000.000	999.000	960.000	999.900	999.000	999.000	990.000
1.000.000 in 10 Wochen oder x heute	990.000	999.990	998.500	950.000	999.700	950.000	998.500	974.000
1.000.000 in 20 Wochen oder x heute	975.000	999.950	997.500	930.000	999.500	925.000	995.000	952.000
1.000.000 in 50 Wochen oder x heute	925.000	999.000	990.000	850.000	999.200	900.000	990.000	910.000
1.000.000 in 100 Wochen oder x heute	840.000	975.000	975.000	800.000	995.000	750.000	975.000	870.000
1.000.000 in 200 Wochen oder x heute	650.000	950.000	925.000	750.000	990.000	500.000	900.000	820.000

Tabelle 25: Experimentaldaten VIII

Versuchsperson	9	10	11	12	13	14	15	16
Währung	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR
1,00 in 1/2 Jahr oder x heute	1,00	0,90	0,20	0,50	0,80	0,00	0,10	0,71
1,00 in 1 Jahr oder x heute	1,00	0,90	0,15	0,40	0,70	0,00	0,05	0,62
1,00 in 2 Jahren oder x heute	1,00	0,85	0,05	0,40	0,60	0,00	0,05	0,43
1,00 in 5 Jahren oder x heute	1,00	0,75	0,00	0,30	0,50	0,00	0,05	0,31
1,00 in 10 Jahren oder x heute	0,85	0,70	0,00	0,20	0,50	0,00	0,05	0,19
1,00 in 20 Jahren oder x heute	0,75	0,60	0,00	0,10	0,50	0,00	0,05	0,09
1,00 in 50 Jahren oder x heute	0,50	0,50	0,00	0,10	0,00	0,00	0,05	0,06
10 in 1/2 Jahr oder x heute	9,80	8,00	2,00	5,00	8,00	0,00	1,00	8,00
10 in 1 Jahren oder x heute	9,50	7,00	1,25	4,00	7,00	0,00	0,75	7,10
10 in 2 Jahren oder x heute	9,00	6,50	0,90	3,50	5,00	0,00	0,50	5,90
10 in 5 Jahren oder x heute	8,00	6,00	0,50	2,00	4,50	0,00	0,50	3,90
10 in 10 Jahren oder x heute	7,00	5,00	0,10	1,00	4,50	0,00	0,50	2,80
10 in 20 Jahren oder x heute	5,50	5,00	0,00	0,90	4,00	0,00	0,50	1,90
10 in 50 Jahren oder x heute	4,00	5,00	0,00	0,80	1,00	0,00	0,50	0,80
100 in 1/2 Jahr oder x heute	90	85	90	75	90	20	35	84
100 in 1 Jahren oder x heute	85	80	80	65	80	5	20	74
100 in 2 Jahren oder x heute	75	75	60	60	70	0,5	10	62
100 in 5 Jahren oder x heute	60	68	30	55	60	0	5	40
100 in 10 Jahren oder x heute	50	55	15	50	50	0	5	29
100 in 20 Jahren oder x heute	40	50	10	45	50	0	5	22
100 in 50 Jahren oder x heute	20	40	5	30	10	0	5	14
1.000 in 1/2 Jahr oder x heute	880	940	950	750	980	350	750	800
1.000 in 1 Jahren oder x heute	830	900	925	700	950	100	500	700
1.000 in 2 Jahren oder x heute	700	850	875	650	900	10	200	600
1.000 in 5 Jahren oder x heute	500	750	800	600	850	5	100	400
1.000 in 10 Jahren oder x heute	350	600	500	500	800	0,5	75	300
1.000 in 20 Jahren oder x heute	200	500	200	500	700	0,1	50	250
1.000 in 50 Jahren oder x heute	100	250	25	400	100	0,1	50	150
10.000 in 1/2 Jahr oder x heute	9.500	9.500	9.900	8.000	9.950	5.000	9.000	8.500
10.000 in 1 Jahren oder x heute	9.000	9.000	9.800	7.500	9.800	2.000	8.500	7.600
10.000 in 2 Jahren oder x heute	7.500	8.500	9.600	7.500	9.700	500	7.000	6.400
10.000 in 5 Jahren oder x heute	5.000	7.500	9.000	7.000	9.600	150	4.000	4.300
10.000 in 10 Jahren oder x heute	2.500	6.500	6.500	6.000	9.000	10	1.500	3.500
10.000 in 20 Jahren oder x heute	1.500	5.000	2.500	5.000	8.500	1	500	2.100
10.000 in 50 Jahren oder x heute	750	3.000	500	3.000	1.000	0,5	100	1.300
100.000 in 1/2 Jahr oder x heute	96.000	99.000	97.500	96.000	99.900	50.000	95.000	87.000
100.000 in 1 Jahren oder x heute	92.000	96.000	96.000	90.000	99.800	25.000	92.500	75.000
100.000 in 2 Jahren oder x heute	80.000	90.000	93.000	80.000	99.500	15.000	85.000	61.000
100.000 in 5 Jahren oder x heute	55.000	84.000	88.000	70.000	99.000	10.000	75.000	49.000
100.000 in 10 Jahren oder x heute	30.000	70.000	80.000	65.000	98.000	5.000	50.000	38.000
100.000 in 20 Jahren oder x heute	15.000	60.000	50.000	60.000	95.000	1.000	25.000	29.000
100.000 in 50 Jahren oder x heute	8.000	40.000	10.000	30.000	10.000	500	15.000	19.000
1.000.000 in 1/2 Jahr oder x heute	965.000	1.000.000	995.000	900.000	999.900	900.000	995.000	890.000
1.000.000 in 1 Jahren oder x heute	925.000	999.000	990.000	800.000	999.500	850.000	990.000	810.000
1.000.000 in 2 Jahren oder x heute	840.000	997.000	980.000	700.000	999.000	750.000	975.000	780.000
1.000.000 in 5 Jahren oder x heute	580.000	995.000	960.000	650.000	990.000	400.000	900.000	710.000
1.000.000 in 10 Jahren oder x heute	350.000	990.000	900.000	600.000	950.000	100.000	750.000	630.000
1.000.000 in 20 Jahren oder x heute	200.000	900.000	750.000	500.000	800.000	50.000	400.000	480.000
1.000.000 in 50 Jahren oder x heute	100.000	750.000	50.000	300.000	150.000	10.000	250.000	290.000

Tabelle 26: Experimentaldaten IX

Versuchsperson	9	10	11	12	13	14	15	16
Währung	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR
gleicher Freudeunterschied								
10: in 1, in t, in 100 Tagen	40	41	41	31	20	14	20	20
10: in 5, in t, in 100 Tagen	37	48	47	40	30	19	22	25
10: in 20, in t, in 100 Tagen	46	51	55	50	50	35	30	42
10: in 50, in t, in 100 Tagen	66	69	70	70	60	70	60	65
10: in 90, in t, in 100 Tagen	93	93	95	95	95	95	95	91
10: in 0, in t, in 100 Tagen	40	42	40	30	20	13	20	18
100: in 1, in t, in 100 Tagen	39	47	37	41	30	14	25	23
100: in 5, in t, in 100 Tagen	36	49	45	50	40	19	30	29
100: in 20, in t, in 100 Tagen	46	53	52	70	50	30	45	44
100: in 50, in t, in 100 Tagen	66	72	68	80	70	65	70	68
100: in 90, in t, in 100 Tagen	93	93	94	95	93	95	95	93
100: in 0, in t, in 100 Tagen	39	39	36	40	25	8	25	20
100: in 1, in t, in 100 Wochen	35	44	31	60	20	10	3	16
100: in 5, in t, in 100 Wochen	37	48	42	65	30	14	10	24
100: in 20, in t, in 100 Wochen	48	53	50	70	50	25	50	44
100: in 50, in t, in 100 Wochen	66	71	66	80	65	70	75	60
100: in 90, in t, in 100 Wochen	93	93	94	95	91	95	95	94
100: in 0, in t, in 100 Wochen	34	41	30	55	15	4	2	13
1.000: in 1, in t, in 100 Wochen	33	45	26	30	15	15	18	16
1.000: in 5, in t, in 100 Wochen	36	48	40	35	25	20	19	19
1.000: in 20, in t, in 100 Wochen	46	55	47	40	40	35	22	36
1.000: in 50, in t, in 100 Wochen	64	73	62	70	65	65	75	58
1.000: in 90, in t, in 100 Wochen	92	94	93	95	91	94	95	94
1.000: in 0, in t, in 100 Wochen	34	43	25	30	10	10	17	5
1.000: in 1/2, in t, in 20 Jahren	8	8	7	7	5	1	0,75	3
1.000: in 1, in t, in 20 Jahren	7,5	9	8,5	8	5	2,5	10	4
1.000: in 5, in t, in 20 Jahren	10	10	11	12	8	6	12	12
1.000: in 10, in t, in 20 Jahren	14	14	12,5	15	13	12	14	13
1.000: in 18, in t, in 20 Jahren	18,5	18,5	18,75	19,2	19	19	18,9	18,5
1.000: in 0, in t, in 20 Jahren	7	8	6	6	3	0,4	0,5	2
10.000: in 1/2, in t, in 20 Jahren	8	9	5,5	6	4	2	4	2
10.000: in 1, in t, in 20 Jahren	7	9	8	7	4,5	3,5	5	4
10.000: in 5, in t, in 20 Jahren	10	11	10	10	7	8	7	9
10.000: in 10, in t, in 20 Jahren	13	14,5	12,5	13	12	14	14	14
10.000: in 18, in t, in 20 Jahren	18,5	19	18,5	19	18,5	18,75	18,8	18
10.000: in 0, in t, in 20 Jahren	7	8,5	5	5	2	1	3,5	1
100.000: in 1/2, in t, in 20 Jahren	8	10	4	12	4	2,5	8,7	2
100.000: in 1, in t, in 20 Jahren	7,5	9,5	6,5	13	5	3,5	9	5
100.000: in 5, in t, in 20 Jahren	10	11	8,5	16	9	7	11	10
100.000: in 10, in t, in 20 Jahren	14	14,5	11,5	16	13	14	14	13
100.000: in 18, in t, in 20 Jahren	18,75	19	18,25	18,5	18,5	18,85	19,2	18,5
100.000: in 0, in t, in 20 Jahren	7	9	3,5	12	3	1,75	8	0,5

Tabelle 27: Experimentaldaten X

Versuchsperson	9	10	11	12	13	14	15	16
Währung	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR
Lotterie								
[(10 in 1), (10 in 100 Tagen)]	34	48	53	31	5	20	10	12
[(10 in 5), (10 in 100 Tagen)]	35	49	55	40	20	25	12	19
[(10 in 20), (10 in 100 Tagen)]	42	57	63	50	40	30	23	38
[(10 in 50), (10 in 100 Tagen)]	67	78	78	70	55	68	70	52
[(10 in 90), (10 in 100 Tagen)]	93	97	95	93	91	93	95	92
[(10 in 0), (10 in 100 Tagen)]	34	37	52	30	3	20	10	11
[(100 in 1), (100 in 100 Tagen)]	35	31	55	36	10	25	15	38
[(100 in 5), (100 in 100 Tagen)]	36	39	57	40	15	30	18	45
[(100 in 20), (100 in 100 Tagen)]	42	47	65	55	30	45	30	57
[(100 in 50), (100 in 100 Tagen)]	67	68	80	70	60	70	70	64
[(100 in 90), (100 in 100 Tagen)]	93	93	95	95	91	93	95	94
[(100 in 0), (100 in 100 Tagen)]	34	29	55	35	10	25	14	39
[(100 in 1), (100 in 100 Wochen)]	34	43	60	41	10	20	5	40
[(100 in 5), (100 in 100 Wochen)]	36	49	58	45	25	28	7	47
[(100 in 20), (100 in 100 Wochen)]	44	57	65	50	40	35	25	56
[(100 in 50), (100 in 100 Wochen)]	65	73	82	60	65	70	70	70
[(100 in 90), (100 in 100 Wochen)]	93	95	92	94	93	93	95	93
[(100 in 0), (100 in 100 Wochen)]	34	42	60	40	2	25	4,8	42
[(1.000 in 1), (1.000 in 100 Wochen)]	36	37	62	47	15	20	10	42
[(1.000 in 5), (1.000 in 100 Wochen)]	37	40	59	50	20	35	13	50
[(1.000 in 20), (1.000 in 100 Wochen)]	45	47	70	50	40	50	27	57
[(1.000 in 50), (1.000 in 100 Wochen)]	66	67	83	60	60	70	65	69
[(1.000 in 90), (1.000 in 100 Wochen)]	93	94	97	93	94	95	95	94
[(1.000 in 0), (1.000 in 100 Wochen)]	36	35	62	45	10	25	9,5	44
[(1.000 in 1/2), (1.000 in 20 Jahren)]	8	7	12,5	10	2	3	2	8
[(1.000 in 1), (1.000 in 20 Jahren)]	8,3	7	13	11	2	4	2,5	9
[(1.000 in 5), (1.000 in 20 Jahren)]	10	11	14	11	7	9	7,5	13
[(1.000 in 10), (1.000 in 20 Jahren)]	13	13,5	16,5	14	12	14	14	15
[(1.000 in 18), (1.000 in 20 Jahren)]	18,5	18,5	18,5	19	19	18,5	18,9	18
[(1.000 in 0), (1.000 in 20 Jahren)]	7,8	6,5	12	10	2	2	1,6	8
[(10.000 in 1/2), (10.000 in 20 Jahren)]	8,25	6	12	9,5	3	4	3,5	9
[(10.000 in 1), (10.000 in 20 Jahren)]	8,5	6,5	12,5	10	5	5	4,5	10
[(10.000 in 5), (10.000 in 20 Jahren)]	10,5	11	13,5	11	8	8	9	12
[(10.000 in 10), (10.000 in 20 Jahren)]	12,25	13	16	12,5	12	14	13	14
[(10.000 in 18), (10.000 in 20 Jahren)]	18,5	18	19,25	18,8	19	18,5	18,9	18
[(10.000 in 0), (10.000 in 20 Jahren)]	8	6	13,5	9	2	5	3	9
[(100.000 in 1/2), (100.000 in 20 Jahren)]	8,5	4	12,5	7,5	3	5	5	10
[(100.000 in 1), (100.000 in 20 Jahren)]	8,5	5	13	8	3	6	6,5	11
[(100.000 in 5), (100.000 in 20 Jahren)]	11	9	14	11	7	9	10	14
[(100.000 in 10), (100.000 in 20 Jahren)]	13,5	12	17	14	13	15	14	15
[(100.000 in 18), (100.000 in 20 Jahren)]	18,75	18	19,25	19	19	18,75	18,8	19
[(100.000 in 0), (100.000 in 20 Jahren)]	8,25	5	15	7	2	6	4,5	10

Tabelle 28: Experimentaldaten XI

Versuchsperson	17	18	19	20	21	22	Median	MW
Währung	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR		
1,00 in 1 Tag oder x heute	1,00	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,93
1,00 in 2 Tagen oder x heute	1,00	0,80	1,00	0,70	1,00	1,00	1,00	0,90
1,00 in 5 Tagen oder x heute	0,93	0,60	1,00	0,30	1,00	1,00	0,99	0,84
1,00 in 10 Tagen oder x heute	0,88	0,40	1,00	0,10	1,00	1,00	0,93	0,77
1,00 in 20 Tagen oder x heute	0,82	0,30	0,90	0,01	0,80	1,00	0,88	0,69
1,00 in 50 Tagen oder x heute	0,71	0,15	0,80	0,01	0,70	1,00	0,76	0,61
1,00 in 100 Tagen oder x heute	0,64	0,10	0,60	0,01	0,50	1,00	0,62	0,52
1,00 in 200 Tagen oder x heute	0,55	0,07	0,40	0,01	0,30	1,00	0,45	0,44
10 in 1 Tag oder x heute	10,00	9,90	10,00	9,50	10,00	10,00	10,00	9,77
10 in 2 Tagen oder x heute	9,80	9,75	10,00	8,00	10,00	10,00	10,00	9,49
10 in 5 Tagen oder x heute	9,50	9,50	9,80	7,50	10,00	10,00	9,80	9,14
10 in 10 Tagen oder x heute	8,80	9,00	9,70	7,00	10,00	10,00	9,00	8,59
10 in 20 Tagen oder x heute	8,00	8,00	9,50	6,00	9,50	10,00	9,00	8,03
10 in 50 Tagen oder x heute	7,00	7,00	9,20	3,00	8,80	10,00	8,00	7,14
10 in 100 Tagen oder x heute	6,00	5,50	8,50	2,00	8,00	9,00	7,00	6,00
10 in 200 Tagen oder x heute	5,00	4,00	7,80	0,10	7,00	7,00	5,50	4,98
100 in 1 Tag oder x heute	99	99	100	99,5	100	100	100,00	99,47
100 in 2 Tagen oder x heute	98	97	100	97	100	100	99,95	98,81
100 in 5 Tagen oder x heute	96	95	99	96	100	100	98,50	98,09
100 in 10 Tagen oder x heute	95	92	98	90	100	100	95,00	93,73
100 in 20 Tagen oder x heute	93	90	96	80	97	100	90,50	88,84
100 in 50 Tagen oder x heute	82	80	93	70	95	100	82,50	81,20
100 in 100 Tagen oder x heute	68	70	88	65	90	100	72,50	73,16
100 in 200 Tagen oder x heute	55	60	80	50	80	100	64,00	61,80
1.000 in 1 Tag oder x heute	998	999	1.000	998	1.000	1.000	1.000,00	999,41
1.000 in 2 Tagen oder x heute	997	995	1.000	995	1.000	1.000	999,50	998,32
1.000 in 5 Tagen oder x heute	992	990	1.000	991	1.000	1.000	996,50	995,95
1.000 in 10 Tagen oder x heute	986	950	998	990	1.000	1.000	990,00	983,45
1.000 in 20 Tagen oder x heute	980	900	996	950	990	1.000	980,00	969,11
1.000 in 50 Tagen oder x heute	960	850	992	920	975	1.000	942,50	924,86
1.000 in 100 Tagen oder x heute	930	750	985	850	950	1.000	897,50	863,18
1.000 in 200 Tagen oder x heute	900	650	960	700	900	900	862,50	783,64
10.000 in 1 Tag oder x heute	9.995	9.999	10.000	9.999	10.000	10.000	10.000	9.999
10.000 in 2 Tagen oder x heute	9.990	9.995	10.000	9.995	10.000	10.000	10.000	9.995
10.000 in 5 Tagen oder x heute	9.980	9.990	10.000	9.980	10.000	10.000	9.997	9.985
10.000 in 10 Tagen oder x heute	9.970	9.985	10.000	9.950	10.000	10.000	9.980	9.930
10.000 in 20 Tagen oder x heute	9.940	9.975	9.998	9.910	10.000	10.000	9.945	9.848
10.000 in 50 Tagen oder x heute	9.900	9.950	9.995	9.900	9.900	10.000	9.875	9.668
10.000 in 100 Tagen oder x heute	9.800	9.900	9.990	9.800	9.500	10.000	9.650	9.405
10.000 in 200 Tagen oder x heute	9.650	9.800	9.950	9.750	9.000	10.000	9.500	8.934
100.000 in 1 Tag oder x heute	99.990	99.999	100.000	99.998	100.000	100.000	100.000	99.997
100.000 in 2 Tagen oder x heute	99.985	99.997	100.000	99.980	100.000	100.000	100.000	99.972
100.000 in 5 Tagen oder x heute	99.970	99.990	100.000	99.950	100.000	100.000	99.999	99.921
100.000 in 10 Tagen oder x heute	99.950	99.950	100.000	99.950	100.000	100.000	99.925	99.236
100.000 in 20 Tagen oder x heute	99.900	99.800	99.997	99.900	100.000	100.000	99.800	98.874
100.000 in 50 Tagen oder x heute	98.600	99.500	99.994	99.900	99.000	100.000	99.000	97.482
100.000 in 100 Tagen oder x heute	97.000	99.000	99.988	99.750	96.000	100.000	98.125	95.817
100.000 in 200 Tagen oder x heute	95.500	98.000	99.983	99.600	90.000	100.000	96.750	91.534
1.000.000 in 1 Tag oder x heute	1.000.000	999.990	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	999.992
1.000.000 in 2 Tagen oder x heute	999.900	999.950	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	999.927
1.000.000 in 5 Tagen oder x heute	999.660	999.800	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	999.975	999.417
1.000.000 in 10 Tagen oder x heute	998.000	999.700	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	999.825	997.934
1.000.000 in 20 Tagen oder x heute	996.000	999.500	1.000.000	999.950	1.000.000	1.000.000	999.500	996.098
1.000.000 in 50 Tagen oder x heute	993.000	998.500	999.995	999.920	1.000.000	1.000.000	998.625	984.382
1.000.000 in 100 Tagen oder x heute	990.000	997.000	999.985	999.850	980.000	1.000.000	992.500	974.788
1.000.000 in 200 Tagen oder x heute	980.000	995.000	999.970	999.700	950.000	1.000.000	985.500	952.346

Tabelle 29: Experimentaldaten XII

Versuchsperson	17	18	19	20	21	22	Median	MW
Währung	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR		
1,00 in 1 Woche oder x heute	0,92	0,60	1,00	0,10	1,00	1,00	0,95	0,81
1,00 in 2 Wochen oder x heute	0,86	0,35	1,00	0,08	0,80	1,00	0,88	0,73
1,00 in 5 Wochen oder x heute	0,80	0,22	0,85	0,05	0,60	1,00	0,80	0,64
1,00 in 10 Wochen oder x heute	0,69	0,18	0,70	0,01	0,50	1,00	0,60	0,55
1,00 in 20 Wochen oder x heute	0,62	0,13	0,50	0,01	0,50	1,00	0,50	0,46
1,00 in 50 Wochen oder x heute	0,50	0,10	0,30	0,01	0,20	1,00	0,35	0,39
1,00 in 100 Wochen oder x heute	0,40	0,08	0,25	0,01	0,10	0,80	0,28	0,33
1,00 in 200 Wochen oder x heute	0,30	0,05	0,20	0,01	0,10	0,80	0,13	0,29
10 in 1 Woche oder x heute	9,40	9,00	9,70	8,00	10,00	10,00	9,50	8,81
10 in 2 Wochen oder x heute	8,90	8,50	9,50	6,00	10,00	10,00	9,00	8,23
10 in 5 Wochen oder x heute	7,60	7,00	9,00	4,00	9,50	10,00	8,25	7,46
10 in 10 Wochen oder x heute	6,50	6,00	8,00	2,00	8,50	10,00	7,75	6,45
10 in 20 Wochen oder x heute	6,00	4,50	7,00	1,00	7,50	10,00	6,00	5,52
10 in 50 Wochen oder x heute	5,00	3,00	6,50	0,10	6,00	9,00	4,50	4,47
10 in 100 Wochen oder x heute	3,00	1,00	5,00	0,10	4,00	7,00	3,25	3,54
10 in 200 Wochen oder x heute	1,00	0,50	4,00	0,10	2,00	5,00	2,00	2,76
100 in 1 Woche oder x heute	95	95	99	95	100	100	98,00	97,11
100 in 2 Wochen oder x heute	90	90	97	80	99	100	93,00	92,55
100 in 5 Wochen oder x heute	85	85	94	75	97	100	90,00	85,09
100 in 10 Wochen oder x heute	80	80	90	50	95	100	80,00	77,68
100 in 20 Wochen oder x heute	75	70	80	40	85	100	73,50	69,07
100 in 50 Wochen oder x heute	60	50	75	10	75	90	60,00	55,55
100 in 100 Wochen oder x heute	50	30	65	7	50	80	50,00	45,80
100 in 200 Wochen oder x heute	40	15	60	2,5	25	80	35,00	36,34
1.000 in 1 Woche oder x heute	990	990	1.000	990	1.000	1.000	994,50	988,86
1.000 in 2 Wochen oder x heute	980	950	998	950	990	1.000	985,00	974,14
1.000 in 5 Wochen oder x heute	960	900	994	930	980	1.000	955,00	942,59
1.000 in 10 Wochen oder x heute	950	850	985	880	970	1.000	915,00	901,36
1.000 in 20 Wochen oder x heute	930	750	975	800	950	900	872,50	827,73
1.000 in 50 Wochen oder x heute	900	550	950	650	900	900	797,50	738,64
1.000 in 100 Wochen oder x heute	800	300	920	500	700	750	687,50	627,05
1.000 in 200 Wochen oder x heute	700	175	870	350	500	600	575,00	521,59
10.000 in 1 Woche oder x heute	9.950	9.990	10.000	9.990	10.000	10.000	9.988	9.951
10.000 in 2 Wochen oder x heute	9.940	9.980	10.000	9.970	10.000	10.000	9.973	9.872
10.000 in 5 Wochen oder x heute	9.920	9.970	9.995	9.920	9.950	10.000	9.910	9.740
10.000 in 10 Wochen oder x heute	9.900	9.950	9.980	9.900	9.800	10.000	9.715	9.431
10.000 in 20 Wochen oder x heute	9.800	9.850	9.975	9.200	9.500	9.500	9.350	9.014
10.000 in 50 Wochen oder x heute	9.500	9.500	9.950	8.900	9.000	9.000	8.700	8.109
10.000 in 100 Wochen oder x heute	8.500	8.000	9.900	8.000	8.000	9.000	7.750	7.252
10.000 in 200 Wochen oder x heute	8.000	5.500	9.800	7.000	6.000	8.000	5.950	6.089
100.000 in 1 Woche oder x heute	99.920	99.990	100.000	99.990	100.000	100.000	99.990	99.814
100.000 in 2 Wochen oder x heute	99.850	99.800	100.000	99.950	100.000	100.000	99.900	99.481
100.000 in 5 Wochen oder x heute	99.000	99.500	99.995	99.900	100.000	100.000	99.375	98.179
100.000 in 10 Wochen oder x heute	97.000	99.000	99.985	99.500	99.000	100.000	98.500	95.933
100.000 in 20 Wochen oder x heute	95.500	98.000	99.980	99.250	96.000	100.000	96.000	92.168
100.000 in 50 Wochen oder x heute	92.000	95.000	99.950	99.000	90.000	95.000	93.500	86.043
100.000 in 100 Wochen oder x heute	90.000	90.000	99.920	98.000	80.000	93.000	82.500	78.144
100.000 in 200 Wochen oder x heute	85.000	75.000	99.850	97.500	50.000	89.000	70.000	70.227
1.000.000 in 1 Woche oder x heute	998.000	999.800	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	998.652
1.000.000 in 2 Wochen oder x heute	996.000	999.700	1.000.000	1.000.000	1.000.000	1.000.000	999.925	997.240
1.000.000 in 5 Wochen oder x heute	994.500	999.500	999.995	999.900	1.000.000	1.000.000	999.000	991.808
1.000.000 in 10 Wochen oder x heute	992.000	998.000	999.990	999.800	999.000	1.000.000	996.000	983.430
1.000.000 in 20 Wochen oder x heute	990.000	995.000	999.980	999.600	970.000	1.000.000	987.500	964.114
1.000.000 in 50 Wochen oder x heute	990.000	985.000	999.960	999.000	940.000	999.000	958.750	934.711
1.000.000 in 100 Wochen oder x heute	960.000	950.000	999.940	998.700	800.000	985.500	925.000	883.140
1.000.000 in 200 Wochen oder x heute	900.000	925.000	999.800	998.000	400.000	985.000	895.000	772.848

Tabelle 30: Experimentaldaten XIII

Versuchsperson	17	18	19	20	21	22	Median	MW
Währung	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR		
1,00 in 1/2 Jahr oder x heute	0,65	0,15	0,50	0,01	0,50	1,00	0,50	0,47
1,00 in 1 Jahr oder x heute	0,50	0,10	0,35	0,01	0,20	1,00	0,33	0,40
1,00 in 2 Jahren oder x heute	0,40	0,08	0,20	0,01	0,10	1,00	0,17	0,34
1,00 in 5 Jahren oder x heute	0,30	0,05	0,10	0,01	0,10	0,80	0,10	0,28
1,00 in 10 Jahren oder x heute	0,10	0,02	0,10	0,01	0,00	0,80	0,09	0,23
1,00 in 20 Jahren oder x heute	0,02	0,01	0,10	0,01	0,00	0,50	0,05	0,18
1,00 in 50 Jahren oder x heute	0,01	0,01	0,10	0,01	0,00	0,50	0,01	0,11
10 in 1/2 Jahr oder x heute	7,00	4,50	7,00	1,00	7,50	10,00	6,05	5,40
10 in 1 Jahren oder x heute	5,00	3,00	6,00	0,10	6,00	9,00	4,50	4,44
10 in 2 Jahren oder x heute	3,00	1,00	5,00	0,10	4,00	9,00	3,25	3,56
10 in 5 Jahren oder x heute	2,00	0,30	4,00	0,10	1,75	7,00	1,88	2,74
10 in 10 Jahren oder x heute	1,00	0,20	2,00	0,10	0,75	6,00	0,88	2,13
10 in 20 Jahren oder x heute	0,50	0,10	1,00	0,10	0,30	6,00	0,45	1,77
10 in 50 Jahren oder x heute	0,10	0,05	1,00	0,10	0,00	6,00	0,10	1,15
100 in 1/2 Jahr oder x heute	70	65	85	45	85	100	72,50	67,80
100 in 1 Jahren oder x heute	60	50	75	40	75	80	62,50	57,61
100 in 2 Jahren oder x heute	50	30	65	25	50	75	50,00	46,98
100 in 5 Jahren oder x heute	45	15	50	20	30	50	30,00	34,34
100 in 10 Jahren oder x heute	30	5	40	1	10	40	17,50	25,11
100 in 20 Jahren oder x heute	5	2	40	0,1	5	40	7,50	20,08
100 in 50 Jahren oder x heute	1	1	40	0,01	5	30	5,00	11,39
1.000 in 1/2 Jahr oder x heute	850	750	960	800	950	1.000	870,00	834,77
1.000 in 1 Jahren oder x heute	820	550	950	750	900	800	810,00	745,23
1.000 in 2 Jahren oder x heute	800	300	920	400	750	750	715,00	642,50
1.000 in 5 Jahren oder x heute	700	150	800	350	500	600	500,00	503,18
1.000 in 10 Jahren oder x heute	600	75	700	100	300	500	425,00	366,84
1.000 in 20 Jahren oder x heute	430	50	500	30	125	500	200,00	250,37
1.000 in 50 Jahren oder x heute	300	15	200	3	75	400	62,50	125,05
10.000 in 1/2 Jahr oder x heute	9.500	9.800	9.975	9.500	9.700	10.000	9.500	9.033
10.000 in 1 Jahren oder x heute	9.000	9.500	9.950	9.000	9.000	10.000	9.000	8.409
10.000 in 2 Jahren oder x heute	7.500	8.000	9.900	7.500	8.000	9.000	7.750	7.470
10.000 in 5 Jahren oder x heute	5.500	5.000	9.700	7.000	6.000	8.500	6.375	6.080
10.000 in 10 Jahren oder x heute	4.000	2.500	9.200	5.000	4.000	8.000	4.500	4.600
10.000 in 20 Jahren oder x heute	3.500	750	8.000	3.000	2.000	7.000	2.750	3.387
10.000 in 50 Jahren oder x heute	3.000	100	5.000	1.000	1.000	5.000	1.000	1.565
100.000 in 1/2 Jahr oder x heute	95.000	98.000	99.970	99.500	97.000	100.000	97.250	92.735
100.000 in 1 Jahren oder x heute	93.000	95.000	99.950	99.000	90.000	100.000	92.750	87.295
100.000 in 2 Jahren oder x heute	90.000	90.000	99.920	98.000	70.000	95.000	87.500	80.480
100.000 in 5 Jahren oder x heute	70.000	80.000	97.000	90.000	50.000	90.000	72.500	69.909
100.000 in 10 Jahren oder x heute	55.000	65.000	95.000	70.000	15.000	70.000	57.500	55.432
100.000 in 20 Jahren oder x heute	45.000	40.000	85.000	50.000	10.000	60.000	41.250	41.150
100.000 in 50 Jahren oder x heute	35.000	17.500	70.000	10.000	3.000	30.000	15.000	18.364
1.000.000 in 1/2 Jahr oder x heute	990.000	997.500	999.970	999.500	970.000	1.000.000	995.000	960.219
1.000.000 in 1 Jahren oder x heute	980.000	985.000	999.950	999.300	900.000	1.000.000	982.500	935.030
1.000.000 in 2 Jahren oder x heute	960.000	950.000	999.900	999.000	600.000	995.000	955.000	879.307
1.000.000 in 5 Jahren oder x heute	895.000	900.000	999.750	999.000	300.000	990.000	872.500	782.432
1.000.000 in 10 Jahren oder x heute	810.000	800.000	999.000	975.000	100.000	950.000	700.000	673.227
1.000.000 in 20 Jahren oder x heute	650.000	600.000	997.500	700.000	50.000	600.000	525.000	497.159
1.000.000 in 50 Jahren oder x heute	400.000	250.000	994.500	500.000	10.000	300.000	225.000	255.795

Tabelle 31: Experimentaldaten XIV

Versuchsperson	17	18	19	20	21	22	Median	MW
Währung	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR		
gleicher Freudeunterschied								
10: in 1, in t, in 100 Tagen	30	36	35	5	15	60	30,00	28,09
10: in 5, in t, in 100 Tagen	40	42	37	30	20	65	36,00	34,64
10: in 20, in t, in 100 Tagen	60	55	50	60	40	70	50,00	48,55
10: in 50, in t, in 100 Tagen	70	72	68	73	70	75	69,50	67,55
10: in 90, in t, in 100 Tagen	93	94	93	95	94	91	94,75	94,02
10: in 0, in t, in 100 Tagen	30	35	35	3	15	50	30,00	27,73
100: in 1, in t, in 100 Tagen	31	38	35	20	15	10	30,50	28,50
100: in 5, in t, in 100 Tagen	42	44	37	25	20	15	36,50	33,95
100: in 20, in t, in 100 Tagen	59	58	50	27	40	30	48,00	47,23
100: in 50, in t, in 100 Tagen	66	73	70	70	70	70	70,00	68,77
100: in 90, in t, in 100 Tagen	95	94	93	93	94	95	94,00	93,91
100: in 0, in t, in 100 Tagen		37	35	10	15	40	30,00	28,67
100: in 1, in t, in 100 Wochen	33	48	25	10	13	40	28,00	27,18
100: in 5, in t, in 100 Wochen	43	52	28	25	18	50	33,50	33,55
100: in 20, in t, in 100 Wochen	62	56	40	50	50	60	50,00	50,36
100: in 50, in t, in 100 Wochen	73	73	60	70	75	75	70,00	69,27
100: in 90, in t, in 100 Wochen	94	92	92	95	95	95	94,00	93,77
100: in 0, in t, in 100 Wochen		46	25	10	10	25	25,00	24,05
1.000: in 1, in t, in 100 Wochen	35	50	30	10	17	15	28,00	26,55
1.000: in 5, in t, in 100 Wochen	45	54	32	15	20	20	31,50	31,50
1.000: in 20, in t, in 100 Wochen	60	59	50	45	55	50	48,50	47,50
1.000: in 50, in t, in 100 Wochen	68	75	65	70	75	70	70,00	68,64
1.000: in 90, in t, in 100 Wochen	92	94,5	93	93	95	95	94,00	93,75
1.000: in 0, in t, in 100 Wochen	20	48	30	3	15	10	22,50	24,41
1.000: in 1/2, in t, in 20 Jahren	6	6	4	5	4	1	6,00	5,06
1.000: in 1, in t, in 20 Jahren	8	7	4	7	6	3	7,00	6,52
1.000: in 5, in t, in 20 Jahren	11	10	10	14	10	7	10,00	10,18
1.000: in 10, in t, in 20 Jahren	14	14	13	17	14	11	14,00	13,84
1.000: in 18, in t, in 20 Jahren	18,6	18,5	19	18,5	19	18,5	18,95	18,83
1.000: in 0, in t, in 20 Jahren	7	6	3	4	3	1,5	4,50	4,43
10.000: in 1/2, in t, in 20 Jahren	7	8	3	6	5	2	6,00	5,48
10.000: in 1, in t, in 20 Jahren	9	9	4	8	7	3	7,00	6,52
10.000: in 5, in t, in 20 Jahren	11	11	9	10	10	7	10,00	9,50
10.000: in 10, in t, in 20 Jahren	13	14,5	13	13	15	12	13,00	13,43
10.000: in 18, in t, in 20 Jahren	18,7	18,75	19	18,25	19	18,5	18,75	18,72
10.000: in 0, in t, in 20 Jahren	8	8	3	3	4	1	5,00	4,77
100.000: in 1/2, in t, in 20 Jahren	8	9,5	3	7	6	3	6,50	6,53
100.000: in 1, in t, in 20 Jahren	10	11	4	8	8	3	7,75	7,32
100.000: in 5, in t, in 20 Jahren	12	13	10	11	10	6	10,50	10,32
100.000: in 10, in t, in 20 Jahren	15	15	12	13	14	11	13,00	13,36
100.000: in 18, in t, in 20 Jahren	19,1	19	18,75	18,2	19	18,5	18,78	18,74
100.000: in 0, in t, in 20 Jahren	9	9	3	4	5	1	5,00	5,44

Tabelle 32: Experimentaldaten XV

Versuchsperson	17	18	19	20	21	22	Median	MW
Währung	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR	EUR		
Lotterie								
[(10 in 1), (10 in 100 Tagen)]	50	32	60	4	10	20	31,50	30,75
[(10 in 5), (10 in 100 Tagen)]	55	42	63	9	12	30	38,00	36,11
[(10 in 20), (10 in 100 Tagen)]	65	52	68	40	35	40	50,00	48,32
[(10 in 50), (10 in 100 Tagen)]	75	68	83	75	60	55	70,00	68,64
[(10 in 90), (10 in 100 Tagen)]	96	92	96	95	93	95	93,50	93,68
[(10 in 0), (10 in 100 Tagen)]	30	30	60	2	8	13	30,00	28,66
[(100 in 1), (100 in 100 Tagen)]	45	33	60	5	10	18	35,00	32,70
[(100 in 5), (100 in 100 Tagen)]	50	41	63	10	14	30	40,00	37,66
[(100 in 20), (100 in 100 Tagen)]	60	54	68	30	35	50	54,50	49,91
[(100 in 50), (100 in 100 Tagen)]	75	70	85	75	65	70	70,00	70,14
[(100 in 90), (100 in 100 Tagen)]	95	93	96	95	94	95	94,00	93,77
[(100 in 0), (100 in 100 Tagen)]	25	32	60	9	8	10	33,00	31,32
[(100 in 1), (100 in 100 Wochen)]	45	36	50	3	15	15	35,00	31,75
[(100 in 5), (100 in 100 Wochen)]	50	41	53	9	20	35	40,50	37,70
[(100 in 20), (100 in 100 Wochen)]	60	57	60	35	40	50	51,50	49,45
[(100 in 50), (100 in 100 Wochen)]	70	70	80	55	65	70	70,00	68,50
[(100 in 90), (100 in 100 Wochen)]	96	92	95	92	94	93	93,00	93,50
[(100 in 0), (100 in 100 Wochen)]	20	35	50	2	10	8	33,50	29,90
[(1.000 in 1), (1.000 in 100 Wochen)]	40	42	60	7	12	15	35,50	33,93
[(1.000 in 5), (1.000 in 100 Wochen)]	45	47	63	10	18	20	39,00	38,39
[(1.000 in 20), (1.000 in 100 Wochen)]	55	59	70	30	40	35	50,00	49,55
[(1.000 in 50), (1.000 in 100 Wochen)]	70	71	85	60	70	70	68,00	67,32
[(1.000 in 90), (1.000 in 100 Wochen)]	91	93	96	93	94	93	93,50	93,45
[(1.000 in 0), (1.000 in 100 Wochen)]	20	40	60	3	8	4	34,50	31,80
[(1.000 in 1/2), (1.000 in 20 Jahren)]	6	5	13	5	3	2,5	7,00	6,67
[(1.000 in 1), (1.000 in 20 Jahren)]	8	6	13	5	5	3	7,50	7,31
[(1.000 in 5), (1.000 in 20 Jahren)]	12	10	15	8,5	9	9	11,00	10,55
[(1.000 in 10), (1.000 in 20 Jahren)]	14	13	17	13	13,5	14	14,00	14,02
[(1.000 in 18), (1.000 in 20 Jahren)]	18,7	18,5	19,5	18,25	18,5	19	18,80	18,78
[(1.000 in 0), (1.000 in 20 Jahren)]	3	7	13	3	2	1,5	7,00	6,15
[(10.000 in 1/2), (10.000 in 20 Jahren)]	5	8	13	4,5	5	5,5	7,00	7,20
[(10.000 in 1), (10.000 in 20 Jahren)]	6	9	13	6	7	7	7,75	8,11
[(10.000 in 5), (10.000 in 20 Jahren)]	9	11	14	10	10	9	10,75	10,61
[(10.000 in 10), (10.000 in 20 Jahren)]	13	13,5	17	12	14	14	14,00	13,72
[(10.000 in 18), (10.000 in 20 Jahren)]	18	18,7	19,25	18,5	18,7	19	18,85	18,76
[(10.000 in 0), (10.000 in 20 Jahren)]	3	7,5	13	3	3,5	5	6,25	6,80
[(100.000 in 1/2), (100.000 in 20 Jahren)]	4	10,5	14	3,5	5	3	6,50	7,01
[(100.000 in 1), (100.000 in 20 Jahren)]	5	10	14	4	7	5	7,00	7,76
[(100.000 in 5), (100.000 in 20 Jahren)]	9	12,5	15	7	10	8	10,00	10,57
[(100.000 in 10), (100.000 in 20 Jahren)]	12	15	16	14	14,5	14	14,00	14,01
[(100.000 in 18), (100.000 in 20 Jahren)]	18	19	19,25	18,5	18,8	18,5	18,85	18,81
[(100.000 in 0), (100.000 in 20 Jahren)]	3	9	14	3	3,5	5	6,25	6,88