

# **Beliefs in Koordinationsspielen:**

Eine experimentelle Untersuchung zum besseren Verständnis der  
Gleichgewichtsauswahl

Inauguraldissertation  
zur Erlangung des akademischen Grades

*Doctor rerum politicarum*

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

Verfasser:	Thomas Neumann
Geburtsdatum und -ort:	05. Dezember 1978, in Magdeburg
Arbeit eingereicht am:	08. Mai 2013
Gutachter der Dissertation:	Prof. Dr. rer. nat, Dr. rer. pol. Bodo Vogt Prof. Dr. rer. pol. Siegfried K. Berninghaus
Disputation am:	02. Oktober 2013



## Danksagung

Herauszufinden, wie Menschen ticken, zu lernen, wie sie sich in Entscheidungssituationen verhalten ist der Ansporn der experimentellen Wirtschaftsforschung und zugleich auch der Anstoß der Untersuchungen im Rahmen dieser Arbeit. Dass ich trotz mancher Überraschung und einiger Sackgassen dieses Dissertationsprojekt abschließen konnte, verdanke ich der Mitwirkung vieler Menschen:

Allen voran danke ich meinen Eltern Gabriele und Heinz, für ihren vorbehaltlosen Glauben an mich und ihre Unterstützung. Ohne ihren Rückhalt wäre eine Promotion nicht möglich gewesen.

Bodo Vogt danke ich dafür, dass er mir die Gelegenheit gegeben hat, in seinem Team zu arbeiten. Er hat ein Umfeld großer Freiheit geschaffen, mir das unablässige wissenschaftliche Rüstzeug vermittelt und mit seiner Unterstützung und Ermutigung diese Arbeit erst ermöglicht. Zusätzlich danke ich Siegfried Berninghaus für die konstruktiven Diskussionen und die vielen wertvollen Hinweise zur Darstellung meiner Ergebnisse.

Ein besonderer Dank gilt Stephan Schosser, der mir unermüdlich geholfen hat, meine Gedanken zu strukturieren und Ergebnisse zu formulieren. Daneben danke ich meinen Kollegen aus der Arbeitsgruppe Empirische Wirtschaftsforschung Eike B. Kroll, Ralf Morgenstern, Sven Haller, Jörg Rieger, Andreas Uphaus, Judith Trarbach, Lora Todorova, Kirsten Rüchardt, Marcel Lichters und Heidemarie Baldauf für die freundschaftliche Arbeitsatmosphäre. Ihre Unterstützung bei der Durchführung von Experimenten und ihre Diskussionsfreude – nicht nur in akademischen Fragen – haben wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Abschließend danke ich besonders Sandra und Lina, für ihre Liebe, ihre Unterstützung und ihren Glauben an das Gelingen. Sie hatten auf all die vielen Kleinigkeiten Einfluss, die den Erfolg erst ermöglichten.



# Inhaltsverzeichnis

DANKSAGUNG .....	III
INHALTSVERZEICHNIS .....	V
ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	VIII
TABELLENVERZEICHNIS .....	IX
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN – MODELLE, KONZEPTE UND DEFINITIONEN .....</b>	<b>6</b>
2.1 Elemente und Beschreibung von ökonomischen Spielen .....	6
2.1.1 Das Nash-Gleichgewicht als Lösungskonzept von Spielen .....	7
2.1.2 Multiple Gleichgewichte in Spielen – Gleichgewichtsauswahlproblem in Koordinationsspielen .....	9
2.1.3 Konzept der Risikodominanz .....	11
2.1.4 Gleichgewicht in gemischten Strategien und Beste-Antwort-Korrespondenz .....	11
2.2 Risiko versus Unsicherheit .....	14
2.2.1 Eindimensionale Entscheidungsregel - Erwartungswertprinzip .....	15
2.2.2 Mehrdimensionale Entscheidungsregel – Erwartungswert-Standardabweichung-Prinzip .....	16
2.3 Zwischenfazit .....	17
<b>3 ZUR ERMITTLUNG DER RISIKONEIGUNG .....</b>	<b>19</b>
3.1 Ermittlung der Risikoneigung – Braucht es (monetäre) Anreize? .....	20
3.1.1 Ermittlung der Risikoneigung mit Verwendung von (monetären) Anreizen – Vor- und Nachteil .....	20
3.1.2 Ermittlung der Risikoneigung ohne Verwendung von (monetären) Anreizen – Vor- und Nachteil .....	21
3.2 Methoden zur Ermittlung der Risikoneigung .....	21
3.2.1 Methoden zur Ermittlung der Risikoneigung mit Verwendung von (monetären) Anreizen - „Multiple price list“-Konzept .....	22
3.2.2 Methoden zur Ermittlung der Risikoneigung ohne Verwendung von (monetären) Anreizen - „Self reporting risk preferences“ .....	27
3.3 Der Einfluss der (monetären) Anreize auf das Entscheidungsverhalten und die Risikoneigung .....	28
3.3.1 Gegenüberstellung – reale Auszahlung und hypothetische Auszahlung .....	29
3.3.2 Einfluss der Auszahlungshöhe auf die Risikoneigung und das Entscheidungsverhalten .....	30
3.4 Zwischenfazit .....	31
<b>4 ZUR ERMITTLUNG VON SUBJEKTIVEN WAHRSCHEINLICHKEITEN (BELIEFS) .....</b>	<b>32</b>
4.1 Theoretische Fundierung eines möglichen Einflusses verschiedener Anreizmechanismen .....	32
4.1.1 Anreizkompatibilität einer quadratischen Entlohnungsfunktion .....	34
4.1.2 Anreizkompatibilität einer linearen Entlohnungsfunktion .....	35
4.2 Zwischenfazit .....	35
<b>5 GLEICHGEWICHTSAUSWAHL IM KOORDINATIONSSPIEL .....</b>	<b>37</b>
5.1 Das 2x2 Koordinationsspiel - Basisspiel .....	38
5.1.1 Das Maß der Risikodominanz .....	40

5.1.2	Das Maß der Auszahlungsdominanz.....	41
5.1.3	Zwischenfazit zum Maß der Risikodominanz und zum Maß der Auszahlungsdominanz .....	42
5.2	Ermittlung der Risikoneigung.....	42
5.2.1	Vom Koordinationsspiel zur Lotterie .....	43
5.2.2	Beispiel für die Überführung der Entscheidung im Koordinationsspiel in eine Lotterie.....	44
5.2.3	Von der Lotteriebewertung zur Risikoneigung.....	45
5.3	Ermittlung der Beliefs .....	46
5.4	Hypothesen.....	48
<b>6</b>	<b>EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG I – BASISEXPERIMENT ZU RISIKO, UNSICHERHEIT UND BELIEFS IM 2X2 KOORDINATIONSSPIEL .....</b>	<b>50</b>
6.1	Der experimentelle Ablauf.....	50
6.2	Das Basisexperiment.....	51
6.2.1	Teilexperiment 1 – Strategiewahlen und Beliefs im 2x2 Koordinationsspiel .....	51
6.2.2	Teilexperiment 2 – Lotteriebewertung und Ermittlung Risikoneigung .....	52
6.3	Ergebnisse des Basisexperiments .....	53
6.3.1	Ergebnisse Teilexperiment 1 - Strategiewahlen und Beliefs im 2x2 Koordinationsspiel.....	53
6.3.2	Ergebnisse Teilexperiment 2 - Lotteriebewertung und Ermittlung der Risikoneigung.....	55
6.4	Analyse der Ergebnisse des Basisexperiments - Hypothesen .....	57
6.4.1	Erklärung des Verhaltens mittels der Kriterien Risiko- und Auszahlungsdominanz.....	57
6.4.2	Erklärung des Verhaltens der Spieler mittels der Risikoneigung beziehungsweise der Beliefs.....	59
6.4.3	Erklärung des Verhaltens der Spieler im Koordinationsspiel als beste Antwort auf die Beliefs.....	60
6.5	Fazit zum Basisexperiment .....	61
<b>7</b>	<b>EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG II – VARIATION DER AUSZAHLUNGSHÖHE</b>	<b>62</b>
7.1	Das Basisexperiment mit hohen Auszahlungen - Hypothesen .....	63
7.1.1	Ergebnisse des Teilexperiments 1 - Strategiewahlen und Beliefs im 2x2 Koordinationsspiel mit hohen Auszahlungen.....	64
7.1.2	Ergebnisse des Teilexperiments 2 - Lotteriebewertung und Ermittlung der Risikoneigung bei hohen Auszahlungen.....	65
7.2	Analyse der Ergebnisse des Basisexperiments mit hohen Auszahlungen – Hypothesen 1 - 5.....	66
7.3	Analyse der Ergebnisse – Überprüfung des Einflusses der Höhe der Auszahlung (Hypothese 6) .....	68
7.3.1	Analyse des Einflusses der Auszahlungshöhe auf die Strategiewahl im 2x2 Koordinationsspiel .....	68
7.3.2	Analyse des Einflusses der Auszahlungshöhe auf die Beliefs im 2x2 Koordinationsspiel.....	69
7.3.3	Analyse des Einflusses der Auszahlungshöhe auf die Risikoneigung der Spieler .....	70
7.4	Fazit – Variation der Auszahlungshöhe.....	71
<b>8</b>	<b>EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG III – AUSWIRKUNGEN VERSCHIEDENER ANREIZMECHANISMEN AUF DIE BILDUNG VON BELIEFS .....</b>	<b>73</b>
8.1	Die (verschiedenen) Abfragemechanismen zur Belief-Ermittlung im Experiment .....	73
8.1.1	Belief-Ermittlung ohne Entlohnung (Abfragemechanismus <i>M1</i> ) .....	74
8.1.2	Belief-Ermittlung über eine lineare Entlohnungsfunktion (Abfragemechanismus <i>M2</i> ).....	75
8.1.3	Belief-Ermittlung über eine quadratische Entlohnungsfunktion (Abfragemechanismus <i>M3</i> ) .....	76
8.1.4	Belief-Ermittlung über eine modifizierte quadratische Funktion (Abfragemechanismus <i>M4</i> ) .....	78
8.2	Das Basisexperiment mit verschiedenen Abfragemechanismen zur Belief-Ermittlung - Hypothesen ....	79

8.3	Ergebnisse im Basisexperiment mit verschiedenen Abfragemechanismen zur Belief-Ermittlung .....	81
8.4	Analyse der Ergebnisse des Basisexperiments mit verschiedenen Abfragemechanismen zur Belief-Ermittlung – Hypothesen .....	82
8.4.1	Analyse der Verteilungen der Strategiewahlen in den verschiedenen Treatments .....	83
8.4.2	Analyse der Beliefangaben in den verschiedenen Treatments .....	83
8.4.3	Analyse der Beliefangaben der verschiedenen Abfragemechanismen – Hypothese 7 .....	84
8.4.4	Analyse der Beliefangaben mit und ohne anreizkompatibler Entlohnungsfunktion – Hypothese 8... ..	85
8.5	Fazit - Das Basisexperiment mit verschiedenen Abfragemechanismen zur Belief-Ermittlung .....	87
<b>9</b>	<b>EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG IV – RISIKO, UNSICHERHEIT UND BELIEFS IM 6-PERSONEN KOORDINATIONSSPIEL .....</b>	<b>89</b>
9.1	Das 6-Personen Koordinationsspiel .....	90
9.1.1	Version 1 - Das 6-Personen Koordinationsspiel mit gegebener Wahrscheinlichkeitsverteilung.....	90
9.1.2	Version 2 - Das 6-Personen Koordinationsspiel ohne gegebene Wahrscheinlichkeitsverteilung .....	93
9.2	Das 6-Personen Koordinationsspiel - Hypothesen.....	94
9.3	Das 6-Personen Koordinationsspiel – experimenteller Ablauf .....	94
9.3.1	Treatment 1 - Das 6-Personen Koordinationsspiel mit gegebener Wahrscheinlichkeitsverteilung....	95
9.3.2	Treatment 2 - Das 6-Personen Koordinationsspiel ohne gegebene Wahrscheinlichkeitsverteilung ..	97
9.4	Ergebnisse des 6-Personen Koordinationsspiels.....	98
9.4.1	Ergebnisse des Telexperiments 1 – Lotteriebewertung und Ermittlung der Risikoneigung.....	99
9.4.2	Ergebnisse des Telexperiments 2 im Treatment 1 – Strategiewahlen bei gegebener Wahrscheinlichkeit $p(m)$ im 6-Personen Koordinationsspiel (Version 1).....	100
9.4.3	Ergebnisse des Telexperiments 2 im Treatment 2 – Strategiewahlen ohne gegebene Wahrscheinlichkeit $p(m)$ im 6-Personen Koordinationsspiel (Version 2).....	101
9.5	Analyse der Ergebnisse im 6-Personen Koordinationsspiel – Hypothesen .....	103
9.5.1	Der Einfluss der Risikoneigung auf die Strategieentscheidung – Hypothese H3 .....	104
9.5.2	Der Einfluss der Beliefs auf die Strategieentscheidung – Hypothese H4 .....	105
9.5.3	Zwischenfazit – Evolution der Beliefs der Spieler im 6-Personen Koordinationsspiel.....	106
9.5.4	Der Einfluss des Grades an Unsicherheit auf die Strategieentscheidung – Hypothese H9 .....	108
9.6	Fazit – 6-Personen Koordinationsspiel.....	108
<b>10</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION .....</b>	<b>110</b>
	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>114</b>
	<b>ANHANG A – ANLEITUNGEN ZU DEN EXPERIMENTEN.....</b>	<b>119</b>
	<b>ANHANG B – DATEN AUS DEN EXPERIMENTEN .....</b>	<b>150</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 : Matrix-Darstellung einer Entscheidungssituation (mit einem eindeutigen Nash-Gleichgewicht) .....	8
Abbildung 2 : Matrix-Darstellung einer Entscheidungssituation (mit zwei Nash-Gleichgewichten in reinen Strategien) .....	9
Abbildung 3: Matrix-Darstellung einer modifizierten Entscheidungssituation (mit zwei Nash-Gleichgewichten in reinen Strategien).....	10
Abbildung 4 : Matrix-Darstellung einer Entscheidungssituation (zur Definition der Risikodominanz).....	11
Abbildung 5 : Allgemeine Darstellung der Gleichgewichte und der Beste-Antwort-Korrespondenz in Spielen mit multiplen Gleichgewichten .....	13
Abbildung 6: Ergebnismatrix des 2x2 Koordinationsspiels .....	38
Abbildung 7: Beste-Antwort-Korrespondenzen im 2x2 Koordinationsspiel.....	39
Abbildung 8: Darstellung Ausgangssituation im Koordinationsspiel, erweitert um Beliefs .....	44
Abbildung 9: Die Überführung der Entscheidung im Koordinationsspiel in eine Lotteriewahl aus der Sicht des Zeilenspielers .....	45
Abbildung 10: Verlauf der linearen Entlohnungsfunktion zur Belief-Ermittlung (Abfragemechanismus $M_2$ ) .....	76
Abbildung 11: Verlauf der quadratischen Entlohnungsfunktion zur Belief-Ermittlung (Abfragemechanismus $M_3$ ) .....	77
Abbildung 12: Verlauf der erwarteten Entlohnung bei modifizierter quadratischer Funktion zur Belief-Ermittlung (Abfragemechanismus $M_4$ ).....	79
Abbildung 13: Darstellung der möglichen Auszahlungskonsequenzen im 6-Personen Koordinationsspiel.....	97
Abbildung 14: Darstellung der möglichen Auszahlungskonsequenzen im 6-Personen Koordinationsspiel.....	98



# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: „Multiple price list“ zur Ermittlung der Risikoneigung nach Holt und Laury (2002) .....	24
Tabelle 2: „Multiple price list“ zur Ermittlung der Risikoneigung nach Eckel und Grossman (2002) .....	26
Tabelle 3: Korrespondierende Lotterieberfragungen zum 2x2 Koordinationsspiel .....	46
Tabelle 4: Lotterieberfrage zur Ermittlung der Risikoneigung .....	52
Tabelle 5: Verteilung der Strategiewahlen und der Erwartungen bezüglich der Strategiewahl des anderen Spielers im Basisexperiment .....	54
Tabelle 6: Darstellung der Beliefs im 2x2 Koordinationsspiel .....	54
Tabelle 7: Ergebnisse der Lotterieberwertungen zur Ermittlung der Risikoneigung ..	56
Tabelle 8: Wechsellpunkte zwischen den Lotterieberentscheidungen .....	56
Tabelle 9: Gegenüberstellung der erwarteten und beobachteten Verteilung der Strategiewahlen im 2x2 Koordinationsspiel .....	58
Tabelle 10: Gegenüberstellung der nach den Strategieentscheidungen gruppierten Wechsellpunkte und Beliefs .....	59
Tabelle 11: Darstellung der Auszahlungsoptionen anhand der realisierbaren Auszahlungshöhen .....	63
Tabelle 12: Verteilung der Strategiewahlen und der Erwartungen bezüglich der Strategiewahl des anderen Spielers im Basisexperiment mit hohen Auszahlungen .	64
Tabelle 13: Darstellung der Beliefs im 2x2 Koordinationsspiel mit hohen Auszahlungen .....	65
Tabelle 14: Ergebnisse der Lotterieberwertungen zur Ermittlung der Risikoneigung bei hohen Auszahlungen .....	65
Tabelle 15: Wechsellpunkte zwischen den Lotterieberentscheidungen der 16 Teilnehmer am Experiment mit hohen Auszahlungen .....	66
Tabelle 16: Gegenüberstellung der nach den Strategieentscheidungen gruppierten Wechsellpunkte und Beliefs im Experiment mit hohen Auszahlungen .....	67

Tabelle 17: Nach Treatments geordnete Darstellung der Verteilung der Strategiewahlen.....	69
Tabelle 18: Absolute Häufigkeit der Wechsellpunkte in den Treatments je Lotteriepaa.....	71
Tabelle 19: Verteilung der Strategiewahlen und der Erwartungen bezüglich der Strategiewahl des anderen Spielers im Basisexperiment.....	81
Tabelle 20: Darstellung der normierten Beliefangaben der vier verschiedenen Abfragemechanismen im 2x2 Koordinationsspiel .....	82
Tabelle 21: Nach Treatments geordnete Darstellung der Verteilung der Strategiewahlen.....	83
Tabelle 22: Nach Treatments und Strategiewahl geordnete Darstellung der Beliefangaben (über quadratische Entlohnungsfunktion ermittelt).....	84
Tabelle 23: p-Werte der Analyse der Beliefangaben der verschiedenen Abfragemechanismen in Bezug auf den Einfluss monetärer Entlohnung.....	85
Tabelle 24: p-Werte der Analyse der Beliefangaben der verschiedenen Abfragemechanismen in Bezug auf Anreizkompatibilität .....	86
Tabelle 25: p-Werte der Analyse der Qualität der Kalibrierung der Beliefangaben der verschiedenen Abfragemechanismen.....	87
Tabelle 26: Lotterieabfrage zur Ermittlung der Risikoneigung.....	96
Tabelle 27: Wahrscheinlichkeit $p(m)$ in Abhängigkeit von der Anzahl der Spieler, die die Strategie $B$ im 6-Personen Koordinationsspiel (Version 1) wählen .....	97
Tabelle 28: Ergebnisse der Auswahlentscheidungen zur Ermittlung der Risikoneigung .....	99
Tabelle 29: Wechsellpunkte zwischen den Alternativen in den Auswahlentscheidungen .....	100
Tabelle 30: Strategiewahlen bei gegebener Wahrscheinlichkeit $p(m)$ im 6-Personen Koordinationsspiel (Version 1).....	101
Tabelle 31: Strategiewahlen ohne gegebene Wahrscheinlichkeit $p(m)$ im 6-Personen Koordinationsspiel (Version 2).....	102

Tabelle 32: Beliefs im 6–Personen Koordinationsspiel ohne gegebene Wahrscheinlichkeit $p(m)$ (Version 2).....	103
Tabelle 33: Der Einfluss der Risikoneigung auf die Strategieentscheidungen der Spieler – Ergebnisse der Regressionsanalyse.....	105
Tabelle 34: Der Einfluss der Beliefs auf die Strategieentscheidungen der Spieler – Ergebnisse der Regressionsanalyse.....	106
Tabelle 35: Die Evolution der Beliefs der Spieler im 6–Personen Koordinationsspiel – Ergebnisse der Regressionsanalyse.....	107

„Credo ut intelligam“

Anselm von Canterbury

# 1 Einleitung

Die Frage, wie sich Akteure in unsicheren Entscheidungssituationen verhalten, ist in zahlreichen ökonomischen Situationen von Bedeutung. Typische Beispiele für derartige Situationen sind „Investitionen in Netzwerktechnologien, der Wettbewerb zwischen Handelsplattformen oder Standortentscheidungen von Unternehmern“ (vgl. Heinemann, 2005, S. 210). Neben diesen Situationen kann beispielsweise auch die Neigung zu kriminellen Handlungen, wie Korruption, als eine solche Entscheidungssituation modelliert werden (vgl. Andvig und Moene, 1990 oder Berninghaus et al., 2013). Ihre theoretische Relevanz ziehen diese Situationen aus der ihnen eigenen Struktur, die durch den Zielkonflikt zwischen der, mit einer Entscheidung einhergehenden Unsicherheit und dem resultierenden Ergebnis gekennzeichnet ist.

Die *Spieltheorie* ermöglicht die Übersetzung dieser Situationen mittels einer mathematischen Sprache in ein *Spiel*, anhand dessen eine Vielzahl von Analysen möglich sind. Unter einem Spiel wird ganz allgemein die Darstellung einer (ökonomischen) Konfliktsituation verstanden. Die zuvor exemplarisch genannten ökonomischen Situationen stellen dabei Entscheidungen dar, in denen die Handlungen der einzelnen Akteure– in Relation zum Ergebnis der Handlungen aller beteiligten Akteure– in eine Ordnung überführt werden können. Es lässt sich also zeigen, welche Handlungen vorteilhafter sind als andere (vgl. Heinemann, 2005, S. 210). In der Sprache der Spieltheorie ergeben sich aus den Kombinationen der möglichen Entscheidungen der Akteure verschiedene potenzielle Ergebnisse. Hat in einem dieser möglichen Ergebnisse kein Spieler einen Anreiz von seiner getroffenen Wahl abzuweichen, so ist dieses Ergebnis ein (*Nash–*)*Gleichgewicht* im Spiel. Verfügt ein Spiel über mehr als ein solches Ergebnis, spricht man von *multiplen Gleichgewichten*. Die Gruppe von Spielen, die den Trade-off zwischen Unsicherheit und Ergebnis sowie das Vorhandensein multipler Gleichgewichte abbildet, sind *Koordinationsspiele*.

In Koordinationsspielen haben mindestens zwei Akteure, Spieler genannt, die Wahl zwischen mindestens zwei Entscheidungsalternativen, auch Strategien genannt. Aus den möglichen Kombinationen der Strategiewahlen der Spieler resultieren die möglichen Ergebnisse. Werden zunächst zwei Spieler und je zwei zur Auswahl stehende Strategien unterstellt, ergeben sich so vier Möglichkeiten. In einem Koordinationsspiel führen mindestens zwei dieser Ergebnisse zu Situationen, in

denen keiner der zwei Spieler einen Anreiz hat, von seiner getroffenen Strategiewahl abzuweichen. Es existieren folglich mindestens zwei (Nash-)Gleichgewichte.

In Koordinationsspielen stellt sich die Frage, wie sich die Spieler verhalten, welche Strategiewahl und damit, welche Gleichgewichtsauswahl sie treffen, was dabei ihre Entscheidung beeinflusst oder gar erklärt. Dazu finden sich in der Literatur zahlreiche theoretische und experimentelle Untersuchungen.

Eine der prominentesten Theorien zur Gleichgewichtsauswahl stammt von Harsanyi und Selten (1988). Sie führen zwei Auswahlkriterien ein, das der *Risikodominanz* und das der *Auszahlungsdominanz*. Diese Kriterien führen zu entgegengesetzten Folgerungen in Bezug auf das Verhalten der Spieler (vgl. Gerber et al., 2010 oder Schmidt et al., 2003).

Basierend auf den Informationen, die allen Spielern in einem Koordinationsspiel gemeinsam zur Verfügung stehen, geht das Kriterium der Risikodominanz von der Überlegung aus, dass ein Spieler bewerten kann, welche Strategiewahl im Vergleich zu einer anderen möglichen Strategiewahl riskanter ist (vgl. Straub 1995). Vereinfacht gesagt und auf die Beschreibung eines Nash-Gleichgewichts angewendet, entspricht die Strategiekombination, die das strategische Risiko der Spieler minimiert, dem *risikodominanten Gleichgewicht*. Dieses Kriterium basiert auf der Annahme individueller Rationalität (vgl. Harsanyi und Selten, 1988, S. 356).

Dem gegenüber greift das Kriterium der Auszahlungsdominanz die theoretische Annahme kollektiver Rationalität auf (vgl. Harsanyi und Selten, 1988, S. 356) und beschreibt vereinfacht die Strategiekombination, in der alle Spieler ihre Auszahlung maximieren. Daher wird diese Strategiekombination als *auszahlungsdominantes Gleichgewicht* bezeichnet.

Während Harsanyi und Selten (1988) unter der Annahme bestehender kollektiver Rationalität und der Auszahlungsdominanz argumentieren, dass die Überlegungen zur Risikodominanz irrelevant seien (vgl. S. 356), legen andere Studien ein deutlich größeres Gewicht auf das Kriterium der Risikodominanz (vgl. Carlsson und van Damme, 1993 oder Harsanyi, 1995).

Neben diesen grundlegenden Betrachtungen zur Gleichgewichtsauswahl fassen Gerber et al. (2010) die umfangreichen Untersuchungen zum Verhalten von Spielern in Koordinationsspielen zusammen, indem sie schreiben, dass „die Gleichgewichtsauswahl von den Kommunikationsmöglichkeiten vor dem Spiel, der Anzahl der Spieler, dem Zeithorizont des Spiels sowie der Struktur der Interaktion

zwischen den Spielern abhängt“<sup>1</sup> (vgl. S. 671). Zugleich argumentieren sie, dass nach wie vor kein „genereller Konsens“ (vgl. S. 671) in der Frage der Gleichgewichtsauswahl besteht.

Aus der offenen Frage der Gleichgewichtsauswahl geht hervor, dass das Gleichgewichtsverhalten eines Spielers Wissen über das Verhalten des anderen Spielers benötigt. Da dieses Wissen jedoch nicht als sicheres ex ante Wissen vorhanden ist, müssen sich die Spieler eigene Erwartungen bezüglich des Verhaltens des anderen Spielers bilden. Hieraus folgt, dass die Qualität ihrer Erwartungen einen unmittelbaren Einfluss auf ihre eigene Auszahlung, aber auch auf die Auszahlung des anderen Spielers hat. Diese Erwartungen werden auch als *Belief* bezeichnet und stellen hier subjektive Wahrscheinlichkeiten bezüglich der Strategiewahl des anderen Spielers dar.

Auch die Frage, wie Beliefs ermittelt werden sollten, nimmt in der Literatur einen breiten Raum ein. Gächter und Renner (2010) stellen in diesem Zusammenhang zwei grundlegende Fragen als wesentlich heraus: „(1) Verstärken Anreize die Genauigkeit von Beliefs? und (2) Gibt es Wechselwirkungen zwischen Beliefs und Entscheidungen?“<sup>2</sup> (vgl. S. 364). Angewendet auf das Entscheidungsproblem im Koordinationsspiel wird die Bedeutung der Fragestellung, und damit die der methodischen Umsetzung der Beliefermittlung, offenbar, hängt doch die Auszahlung aller Spieler in einem Koordinationsspiel von ihren Strategiewahlen und damit direkt von ihren Beliefs ab.

Werden all diese Aspekte unter der Annahme eines möglichen Einflusses auf das Entscheidungsverhalten der Spieler zusammengefasst, bleibt, dass die Strategien in einem Koordinationsspiel verschieden riskant sind, die Spieler sich Erwartungen in Bezug auf das Verhalten der anderen Spieler bilden müssen und dass ein Koordinationsspiel eine Entscheidung unter Unsicherheit darstellt.

Hierauf aufbauend untersucht diese Arbeit im Rahmen verschiedener verhaltensökonomischer Experimente die folgenden Fragestellungen:

- (1) Wenn die Strategien unterschiedlich riskant sind, welchen Einfluss hat dann die Risikoneigung eines Spielers auf sein Verhalten im Koordinationsspiel?*
- (2) Wenn die Auszahlung in einem Koordinationsspiel und damit die Strategiewahl eines Spielers davon abhängen, welche Erwartungen dieser Spieler in Bezug auf das Verhalten der anderen Spieler im Spiel hat, welche*

---

<sup>1</sup> eigene Übersetzung aus dem englischen Original

<sup>2</sup> eigene Übersetzung aus dem englischen Original

*Wechselwirkung besteht dann zwischen dem Belief eines Spielers und seinem Verhalten im Spiel?*

*(3) Wenn ein Koordinationsspiel einer Entscheidung unter Unsicherheit entspricht, welchen Einfluss haben dann unterschiedliche Grade an Unsicherheit auf das Verhalten der Spieler?*

Neben diesen grundlegenden Fragestellungen werden weitere Aspekte untersucht, die sich an bereits genannten Einflussfaktoren orientieren. So wird die Höhe der resultierenden Auszahlungen variiert und der Einfluss dieser Variation auf das Verhalten der Spieler betrachtet. In diesem Zusammenhang wird, ausgehend von einem Basisspiel, auch untersucht, in wie weit verschiedene Auszahlungsformen das Verhalten beeinflussen. Dies erfolgt, indem unterschiedlich viele Entscheidungen ausbezahlt werden und damit verbunden auch verschiedene Mechanismen angewendet werden, um die auszahlungsrelevanten Entscheidungen zu ermitteln.

Diesen Aspekt aufgreifend, werden verschiedene Mechanismen betrachtet, um die Beliefs der Spieler zu ermitteln. Diese Mechanismen werden sich unter anderem aufgrund ihrer *Anreizkompatibilität* unterscheiden. Gemeint ist damit, ob die Abfragemechanismen einen Anreiz liefern, die tatsächlichen Erwartungen, also den wahren Belief, zu offenbaren oder strategisch motivierte Anreize für ein abweichendes Verhalten aufweisen.

Das für diese Untersuchungen verwendete Basisspiel wird sich durch eine sehr einfache Struktur auszeichnen, welche es den Spielern möglichst leicht macht, die Struktur des Spiels zu verstehen und die Gleichgewichte im Spiel exakt zu identifizieren.

Um die hier gewonnenen Erkenntnisse weiter zu fundieren, werden diese in einem komplexeren Setting überprüft. Es wird auch untersucht werden, welchen Einfluss eine erhöhte Anzahl an Spielern und die Einführung von wiederholter Interaktion auf die zuvor erzielten Befunde hat.

Um die späteren experimentellen Untersuchungen zur Gleichgewichtsauswahl in Spielen mit multiplen Gleichgewichten analysieren zu können, werden in den nachfolgenden Kapiteln 2 bis 4 die theoretischen Grundlagen und die notwendigen Definitionen eingeführt.

Dabei widmet sich Kapitel 2 einer spieltheoretischen Einführung. Es werden ökonomische Spiele sowie ihre Elemente beschrieben und verschiedene



Gleichgewichtskonzepte vorgestellt. Zusätzlich findet hier eine Abgrenzung der Begriffe Risiko und Unsicherheit statt.

Das Kapitel 3 befasst sich mit der Frage der Ermittlung der Risikoneigung von Entscheidern. Neben einer Einführung zu dieser Fragestellung werden konkrete Varianten zur Ermittlung der Risikoneigung vorgestellt und diskutiert. Außerdem erfolgt hier eine erste Betrachtung zur Frage des Einflusses der Auszahlungshöhe auf die Risikoneigung und das Entscheidungsverhalten der Spieler.

Die Ermittlung von subjektiven Wahrscheinlichkeiten (Beliefs) ist Gegenstand von Kapitel 4. Es wird die Frage der Anreizkompatibilität von Abfragemechanismen erörtert, wobei verschiedene Mechanismen vorgestellt werden.

Im Kapitel 5 wird das Problem der Gleichgewichtsauswahl im Koordinationsspiel beschrieben. Dabei wird das für die sich anschließenden experimentellen Untersuchungen verwendete Basisspiel vorgestellt und entsprechend der spieltheoretischen Einführung analysiert.

Das Basisexperiment dieser Arbeit wird im Kapitel 6 vorgestellt. Hier wird auch der tatsächliche Ablauf des Experiments beschrieben. Die so gewonnenen Daten zum Verhalten der Spieler werden dargestellt und analysiert.

Die zweite experimentelle Untersuchung wird im Kapitel 7 beschrieben. Diese stellt eine Variation des Basisexperiments dar und betrachtet insbesondere eine Veränderung in der Auszahlungshöhe, ohne dabei die Struktur des Spiels zu verändern.

Das Kapitel 8 widmet sich in einer weiteren experimentellen Untersuchung verschiedenen Mechanismen zur Beliefermittlung. Auch hier bildet das Basisexperiment die Grundlage.

Eine Veränderung der Struktur des Spiels hin zu einer erhöhten Anzahl an Spielern und einer wiederholten Interaktion erfolgt in der, im Kapitel 9, beschriebenen experimentellen Untersuchung. Hier wird auch betrachtet, welchen Einfluss eine Veränderung des Grades an Unsicherheit auf das Entscheidungsverhalten hat.

Im abschließenden Kapitel 10 werden die wesentlichen Befunde dieser Arbeit zusammengefasst und diskutiert. An ausgewählten Stellen wird argumentiert werden, welche praktischen Implikationen sich aus einzelnen Erkenntnissen ableiten lassen.

## 2 Theoretische Grundlagen – Modelle, Konzepte und Definitionen

Das nachfolgende Kapitel 2 gibt zunächst eine spieltheoretische Einführung zur Darstellung von Konfliktsituationen als ökonomisches Spiel. Es benennt und beschreibt die Elemente eines Spiels und erörtert das Problem der Gleichgewichtsauswahl in Spielen mit multiplen Gleichgewichten. Ausgehend von einer Spezifikation nach Risiko beziehungsweise Unsicherheit einer Entscheidungssituation werden verschiedene entscheidungstheoretische Prinzipien vorgestellt und ihre Anwendbarkeit auf das Problem der Gleichgewichtsauswahl diskutiert.

### 2.1 Elemente und Beschreibung von ökonomischen Spielen

Die strategische Interaktion von zwei oder mehr Akteuren lässt sich als sogenanntes *Spiel* modellieren. Charakteristisches Merkmal dieser Interaktion ist dabei, dass das Entscheidungskalkül eines Akteurs das Entscheidungskalkül des anderen Akteurs (beziehungsweise der anderen Akteure) beeinflusst (vgl. Meyer, 2011). Die einfachste Form der Darstellung von zwischenmenschlichen Konflikten sind 2x2 Bimatrixspiele (vgl. Vogt, 1995). Die theoretische Basis zur Analyse von ökonomischen Spielen bildet die *Spieltheorie* und die in ihr definierten Annahmen, dass sich die Akteure im Rahmen der ihnen zur Verfügung stehenden Informationen *rational* und *individuell nutzenmaximierend* (vgl. Meyer, 2011) verhalten.

Grundsätzlich lassen sich Spiele nach der formalen Darstellung in *Spiele in Normalform* und in *Spiele in Extensivform* unterscheiden (vgl. Berninghaus et al., 2010). Als wesentliches Unterscheidungsmerkmal der lange Zeit als äquivalent angesehenen Darstellungsformen heben Berninghaus et al. (2010, S. 91) die deutlich detailliertere Beschreibung von Eigenschaften eines Spiels in der Extensivform hervor.

Da die im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Spiele in Normalform gegeben sein werden, beschränkt sich die Vorstellung an dieser Stelle auch auf diese Darstellungsform und folgt in der inhaltlichen Beschreibung sowie der Verwendung von Bezeichnungen dem Lehrbuch von Berninghaus et al. (2010).

Über die Menge der Spieler, deren Strategiemöglichkeiten und deren Auszahlungsfunktionen wird ein Spiel in Normalform formal beschrieben. Die Menge

der Spieler wird als  $I = \{1, \dots, n\}$  festgelegt. Jeder Akteur, der eine Strategie  $\sigma_i$  während des Spiels wählt, wird als Spieler bezeichnet. Mit  $\sigma_i$  wird eine *reine Strategie* bezeichnet. Die Menge aller einem Spieler  $i$  zur Verfügung stehenden reinen Strategien  $\sigma_i$  bildet die Strategiemenge  $\Sigma_i$ . Das Ergebnis der Strategiewahlen aller Spieler wird als Strategieprofil

$$\sigma = (\sigma_1, \dots, \sigma_n) \in \Sigma := \Sigma_1 \times \dots \times \Sigma_n$$

bezeichnet. Das Strategieprofil  $\sigma$  induziert ein Spielergebnis, welches von den Spielern individuell mittels ihrer Auszahlungsfunktionen  $H_i : \Sigma \rightarrow \mathbb{R}$  bewertet wird. Zusammenfassend wird ein Spiel  $G$  in Normalform durch ein  $2n + 1$ -Tupel

$$G = (\Sigma_1, \dots, \Sigma_n; H_1, \dots, H_n; I)$$

beschrieben. Die formale Beschreibung eines Spiels lässt naturgemäß erst einmal offen, welche Strategie ein Spieler in einem bestimmten Spiel wählen sollte. Um die Frage der Strategiewahlen der Spieler zu beantworten, wird also die Strategiekonfiguration  $\sigma \in \Sigma$  gesucht, die als *Lösung* des Spiels, im spieltheoretischen Sinne als *Gleichgewicht*, bezeichnet werden kann.

### 2.1.1 Das Nash-Gleichgewicht als Lösungskonzept von Spielen

Eines der grundlegenden Gleichgewichtskonzepte zur Lösung von Spielen ist das *Nash-Gleichgewicht*<sup>3</sup>. Als Nash-Gleichgewicht wird ein Strategieprofil  $\sigma^* = (\sigma_1^*, \dots, \sigma_n^*)$  dann bezeichnet, wenn  $H_i(\sigma_{-i}^*, \sigma_i^*) \geq H_i(\sigma_{-i}^*, \sigma_i)$ <sup>4</sup> für jede Strategie  $\sigma_i \in \Sigma_i$  eines jeden Spielers  $i \in I$  gilt. Somit spricht man von einem Nash-Gleichgewicht, wenn in einem Strategieprofil  $\sigma^*$  kein Spieler seine Auszahlung erhöhen kann, indem er von seiner Strategie  $\sigma_i^*$  unilateral abweicht.

#### Ein Beispiel:

Ein Spiel  $G$  sei durch die Menge der Spieler mit  $I = \{1, 2\}$  gegeben. Jeder Spieler hat die Wahl zwischen zwei reinen Strategien ( $A$  und  $B$ ), somit hat Spieler  $i$  die Strategiemenge  $\Sigma_i = \{A, B\}$ . Wählen beide Spieler Strategie  $A$ , ergibt sich das Strategieprofil  $\sigma = (A, A)$ . Für die Auszahlungsfunktion  $H_i$  seien folgende Werte angenommen: Wählen beide Spieler die Strategie  $A$ , gilt  $H_1(A, A) = H_2(A, A) = 5$ , wählen beide Spieler die Strategie  $B$ , gilt  $H_1(B, B) = H_2(B, B) = 1$ .

<sup>3</sup> Die Definition und der Nachweis der Existenz eines Nash-Gleichgewichts gehen auf Nash (1951) zurück.

<sup>4</sup> Die Strategieprofile aller Spieler außer  $i$  werden  $\sigma_{-i}$  bezeichnet, es gilt  $\sigma_{-i} := \sigma_1, \dots, \sigma_{i-1}, \sigma_{i+1}, \dots, \sigma_n$ .

Wählt Spieler  $i = 1$  (Spieler  $i = 2$ ) die Strategie  $A$  und der Spieler  $i = 2$  (Spieler  $i = 1$ ) die Strategie  $B$ , gilt  $H_1(A, B) = -3$  ( $H_2(B, A) = -3$ ) und  $H_2(A, B) = 7$  ( $H_1(B, A) = 7$ ).

Damit sind alle zur formalen Darstellung der Entscheidungssituation notwendigen Elemente benannt und das Spiel kann mit Hilfe einer Matrix visualisiert werden.

		Spieler 2	
		Strategie A	Strategie B
Spieler 1	Strategie A	5	-3
	Strategie B	7	1

Abbildung 1 : Matrix-Darstellung einer Entscheidungssituation (mit einem eindeutigen Nash-Gleichgewicht)

Im beschriebenen Spiel entspricht das Strategieprofil  $\sigma^* = (B, B)$  dem Nash-Gleichgewicht und damit der (spieltheoretischen) Lösung des Spiels. Zu dieser Lösung gelangt man, indem für jeden Spieler und jedes Strategieprofil geprüft wird, ob ein Abweichen von der Strategiewahl  $\sigma_i^* = B$  für einen Spieler  $i \in I$  zu einer höheren Auszahlung führt.

Auffällig an der Lösung des Spiels ist, dass diese nicht der effizienten Lösung entspricht. Eine gleichzeitige Wahl von Strategie  $A$  durch beide Spieler würde die Auszahlung für beide erhöhen (die Gesamtauszahlung wäre maximal). Da bei Wahl von Strategie  $A$  durch einen Spieler der andere Spieler jedoch einen Anreiz hat, von der Entscheidung für Strategie  $A$  zugunsten von Strategie  $B$  abzuweichen, ist das Strategieprofil  $\sigma = (A, A)$  nicht die Lösung des Spiels, stellt also kein Nash-Gleichgewicht dar. Somit ist das Strategieprofil  $\sigma^* = (B, B)$  das Nash-Gleichgewicht in diesem Spiel, welches damit nicht zur Gruppe der Koordinationsspiele gehört.

Hat ein Spiel ein eindeutiges Nash-Gleichgewicht, hat also kein Spieler einen Anreiz eine abweichende Strategie zu wählen, so sind die Entscheidungen der Spieler und damit die Lösung des Konflikts identifiziert. Besitzt ein Spiel jedoch mehrere Nash-Gleichgewichte, ist die Strategiewahl der Spieler von ihrer Erwartung, welches Gleichgewicht eintreten wird, abhängig.

Würde im zuvor beschriebenen Spiel  $G$  die Auszahlung  $H_i(A, A)$  von 5 auf 10 erhöht, entspräche auch das Strategieprofil  $\sigma = (A, A)$  einem Nash-Gleichgewicht und das Spiel entspräche dann einem Koordinationsspiel.

## 2.1.2 Multiple Gleichgewichte in Spielen – Gleichgewichtsauswahlproblem in Koordinationsspielen<sup>5</sup>

Im Folgenden sei ein Spiel  $G$  angenommen, das durch die Menge der Spieler mit  $I = \{1,2\}$  gegeben ist. Jeder Spieler hat die Wahl zwischen zwei reinen Strategien ( $A$  und  $B$ ), somit hat Spieler  $i$  die Strategiemenge  $\Sigma_i = \{A,B\}$ . Wählen beide Spieler Strategie  $A$ , ergibt sich das Strategieprofil  $\sigma = (A,A)$ . Für die Auszahlungsfunktion  $H_i$  seien folgende Werte angenommen:

Wählen beide Spieler die Strategie  $A$ , gilt  $H_1(A,A) = H_2(A,A) = a$ . Wählen beide Spieler die Strategie  $B$ , gilt  $H_1(B,B) = H_2(B,B) = b$ . Wählt Spieler  $i = 1$  (Spieler  $i = 2$ ) die Strategie  $A$  und der Spieler  $i = 2$  (Spieler  $i = 1$ ) die Strategie  $B$ , gilt  $H_1(A,B) = 0$  ( $H_2(B,A) = 0$ ) und  $H_2(A,B) = 0$  ( $H_1(B,A) = 0$ ). Zusätzlich gilt:  $a, b > 0$ .

Werden die Elemente des Spiels  $G$  zusammengefasst, ergibt sich die folgende Matrix als Darstellung der Entscheidungssituation:

		Spieler 2	
		Strategie A	Strategie B
Spieler 1	Strategie A	a a	0 0
	Strategie B	0 0	b b

Abbildung 2 : Matrix-Darstellung einer Entscheidungssituation (mit zwei Nash-Gleichgewichten in reinen Strategien)

Wird, wie im Abschnitt 2.1 beschrieben, das Nash-Gleichgewicht gesucht, zeigt sich, dass sowohl  $\sigma^* = (A,A)$  als auch  $\sigma^{**} = (B,B)$  Nash-Gleichgewichte sind und damit Lösungen des Spiels sein können. In diesem *reinen Koordinationsspiel* ist das Koordinieren auf die gleiche Strategie für beide Spieler besser als die Wahl unterschiedlicher Strategien. Welche Strategie jedoch gewählt werden sollte, hängt dabei vom Verhältnis zwischen der Höhe der Auszahlungen  $a$  und  $b$  ab.

Das Entscheidungsproblem ist aus Sicht eines rationalen, nutzenmaximierenden Entscheiders dann am größten, wenn  $a = b$  gilt. In diesem Fall führen beide Strategieprofile  $\sigma^* = (A,A)$  und  $\sigma^{**} = (B,B)$  zur identischen Auszahlung. Somit gibt es kein Element im Spiel, welches die Möglichkeit einer Fehlkoordination sicher ausschließt.

<sup>5</sup> Die Einführung und Beschreibung von Koordinationsspielen basiert auf Berninghaus et al. (2010, S. 25ff) und verwendet weitgehend die dort eingeführten Bezeichnungen.

Gilt jedoch  $a \neq b$ , lassen sich die Strategieprofile  $\sigma^* = (A, A)$  und  $\sigma^{**} = (B, B)$  anhand der jeweils resultierenden Auszahlungshöhe ordnen und ein rationaler, nutzenmaximierender Entscheider wählt dann die Strategie, die zur höheren Auszahlung führt. Die so gefundene Lösung wird als *auszahlungsdominantes* (oder auch *Pareto-dominantes*) Gleichgewicht bezeichnet und stellt die effiziente Lösung des Spiels<sup>6</sup> dar.

Das Spiel  $G$  wird in ein Spiel  $G'$  überführt, indem für die Auszahlungsfunktion nunmehr die folgenden Werte angenommen werden: Wählen beide Spieler die Strategie  $A$ , gilt  $H_1(A, A) = H_2(A, A) = a$ . Wählen beide Spieler die Strategie  $B$ , gilt  $H_1(B, B) = H_2(B, B) = b$ . Wählt Spieler  $i = 1$  (Spieler  $i = 2$ ) die Strategie  $A$  und der Spieler  $i = 2$  (Spieler  $i = 1$ ) die Strategie  $B$ , gilt  $H_1(A, B) = a$  ( $H_2(B, A) = a$ ) und  $H_2(A, B) = 0$  ( $H_1(B, A) = 0$ ), zusätzlich gilt  $a, b > 0$  und  $a < b$ . Damit ergibt sich die folgende Matrix zum Spiel:

		Spieler 2	
		Strategie A	Strategie B
Spieler 1	Strategie A	a a	a 0
	Strategie B	0 a	b b

Abbildung 3: Matrix-Darstellung einer modifizierten Entscheidungssituation (mit zwei Nash-Gleichgewichten in reinen Strategien)

Im Spiel  $G'$  ist das Strategieprofil  $\sigma^{**} = (B, B)$  das auszahlungsdominante Gleichgewicht. Dennoch beobachten verschiedene Studien (vgl. Cooper et al., 1990; Straub, 1995 oder Keser et al., 1998), dass sich Teilnehmer an Experimenten in das Strategieprofil  $\sigma^* = (A, A)$  koordinieren.

Ein solches Verhalten lässt sich mit Hilfe des Konzepts der Risikodominanz, eingeführt von Harsanyi und Selten (1988), erklären.

<sup>6</sup> Effizient daher, da die Gesamtauszahlung in diesem gleichgewichtigen Strategieprofil höher ist als in allen anderen möglichen Strategieprofilen.

### 2.1.3 Konzept der Risikodominanz

Im Konzept der Risikodominanz (Harsanyi und Selten, 1988) wird diese in einem symmetrischen 2x2 Spiel mit den gegebenen Auszahlungen wie folgt formalisiert:<sup>7</sup>

		Spieler 2	
		Strategie A	Strategie B
Spieler 1	Strategie A	a	d
	Strategie B	c	b

Abbildung 4 : Matrix-Darstellung einer Entscheidungssituation (zur Definition der Risikodominanz)

Gegeben sei das Spiel aus Abbildung 4. Wenn für das Gleichgewicht  $\sigma^* = (A, A)$  gilt  $a - c > b - d$ , dann ist  $\sigma^*$  risikodominant. Wird diese Definition auf das Spiel  $G'$  (Abbildung 3) angewendet, so ergibt sich  $a - 0 > b - a$ . Damit ist  $\sigma^* = (A, A)$  das risikodominante Gleichgewicht, wenn zusätzlich  $b < 2a$  gilt. Für  $b > 2a$  wäre  $\sigma^{**} = (B, B)$  sowohl auszahlungs- als auch risikodominant. In diesem Fall wäre das Gleichgewichtsauswahlproblem leichter zu lösen.

### 2.1.4 Gleichgewicht in gemischten Strategien und Beste-Antwort-Korrespondenz

Neben (Nash-)Gleichgewichten in reinen Strategien lassen sich *Gleichgewichte in gemischten Strategien* unterscheiden. Diese Unterscheidung wurde notwendig, da für eine Reihe von Spielen (z.B. *Matching Pennies Games* vgl. Ochs, 1995 oder Goeree et al., 2003) gezeigt wurde, dass in diesen kein Gleichgewicht in reinen Strategien existiert.

Eine gemischte Strategie entspricht dabei einer Wahrscheinlichkeitsfunktion über die Menge der Strategien  $\sigma_i \in \Sigma_i$ <sup>8</sup>. Ausgehend von einer endlichen Menge reiner Strategien  $\Sigma_i = \{\sigma_{i1}, \dots, \sigma_{im_i}\}$ , mit  $m_i := |\Sigma_i|$ , ergibt sich ein  $m_i$ -dimensionaler Vektor, der die Menge aller gemischten Strategien von Spieler  $i$  enthält:

<sup>7</sup> Die Einführung und Beschreibung des Konzepts der Risikodominanz basiert auf Berninghaus et al. (2010, S. 26) und verwendet weitgehend die dort eingeführten Bezeichnungen.

<sup>8</sup> Die Einführung und Beschreibung des Gleichgewichts in gemischten Strategien basiert auf Berninghaus et al. (2010, S. 29ff.) und verwendet weitgehend die dort eingeführten Bezeichnungen.

$$S_i := \left\{ (p_{i1}, \dots, p_{im_i}) \in \mathbb{R}_+^{m_i} \mid \sum_{j=1}^{m_i} p_{ij} = 1 \right\}.$$

Hierbei bezeichnet  $p_{ij}$  die Wahrscheinlichkeit, mit der Spieler  $i$  die reine Strategie  $\sigma_{ij}$  wählt. Somit bezeichnet ein Element  $s_i \in S_i$  eine gemischte Strategie von Spieler  $i$  und entspricht damit einer Wahrscheinlichkeitsverteilung über  $\Sigma_i$ .

Mit der Abgrenzung des Konzepts der gemischten Strategie ist auch eine Anpassung der Auszahlungsfunktion  $H_i(\cdot)$  erforderlich. Diese Auszahlungsfunktion über die gemischten Strategiekonfigurationen  $s = (s_1, \dots, s_n) \in S := S_1 \times \dots \times S_n$  wird als Erwartungswert der  $H_i(\cdot)$  definiert. Ist für jeden Spieler  $i$  eine gemischte Strategie  $s_i := (p_{i1}, \dots, p_{im_i})$  gegeben, dann ist die erwartete Auszahlung  $u_i(s)$  (für Spieler  $i$ , bei gegebener Strategiekonfiguration  $s = (s_1, \dots, s_n)$ ) definiert:

$$u_i(s) := \sum_{j_1=1}^{m_1} \dots \sum_{j_n=1}^{m_n} p_{1j_1} \cdot \dots \cdot p_{nj_n} H_i(\sigma_{1j_1}, \dots, \sigma_{nj_n}).$$

Gilt analog zu Gleichgewichten in reinen Strategien  $H_i(s_{-i}^*, s_i^*) \geq H_i(s_{-i}^*, s_i)$  für jede gemischte Strategie  $s_i \in S_i$  jedes Spielers  $i \in I$ , dann heißt die Strategiekonfiguration  $s^* = (s_1^*, \dots, s_n^*)$  Nash-Gleichgewicht in gemischten Strategien.

Damit gilt, dass ein Nash-Gleichgewicht in gemischten Strategien eine Strategiekonfiguration  $s^*$  ist, in der alle Strategien  $s_i^*$  jedes Spielers  $i$  *wechselseitig* die jeweils *beste Antwort* sind. Aus dieser Überlegung lässt sich die sogenannte *Beste-Antwort-Korrespondenz* ableiten.<sup>9</sup>

In einem Normalform-Spiel  $G$ , mit  $G = \{\Sigma_1, \dots, \Sigma_n; H_1, \dots, H_n; I\}$ , ist die Beste-Antwort-Korrespondenz  $g_i : \Sigma_{-i} \rightarrow \Sigma_i$  definiert durch:

$$g_i(\sigma_{-i}) := \{\sigma_i^* \in \Sigma_i \mid \forall \sigma_i \in \Sigma_i : H_i(\sigma_{-i}, \sigma_i^*) \geq H_i(\sigma_{-i}, \sigma_i)\}.$$

Die zuvor beschriebenen Überlegungen zur Analyse von Spielen mit multiplen Gleichgewichten und zum Gleichgewichtsauswahlproblem lassen sich in der folgenden Abbildung 5 zusammenfassen:

---

<sup>9</sup> Die Einführung und Beschreibung der Beste-Antwort-Korrespondenz basiert auf Berninghaus et al. (2010, S. 29ff.) und verwendet weitgehend die dort eingeführten Bezeichnungen.



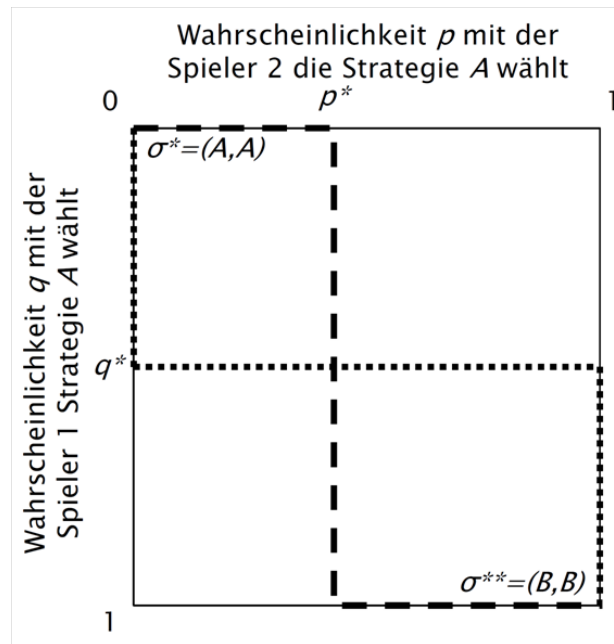


Abbildung 5 : Allgemeine Darstellung der Gleichgewichte und der Beste-Antwort-Korrespondenz in Spielen mit multiplen Gleichgewichten

In Abbildung 5 ist ein 2-Personen Spiel dargestellt, in dem beide Spieler die Wahl zwischen zwei reinen Strategien ( $A$  und  $B$ ) haben. In der Abbildung stellen  $\sigma^* = (A, A)$  und  $\sigma^{**} = (B, B)$  zwei Nash-Gleichgewichte in reinen Strategien dar. Lassen sich die beiden Gleichgewichte in reinen Strategien nicht in eine Ordnung bringen, die eine eindeutige Wahl erlaubt, hängt die Gleichgewichtsauswahl von den Erwartungen der Spieler ab, welches Gleichgewicht der andere Spieler wählen wird.

Die gestrichelte (gepunktete) Linie ordnet jeder gemischten Strategie von Spieler 2 (Spieler 1) die Beste-Antwort-Strategie(n) von Spieler 1 (Spieler 2) zu. Damit stellt die gestrichelte (gepunktete) Linie also die gemischte(n) Strategie(n) dar, bei der (denen) die Auszahlung von Spieler 1 (Spieler 2) maximal ist.

Im Sinne der Beste-Antwort-Korrespondenz wählt Spieler 1 die Strategie  $A$  ( $B$ ), wenn Spieler 2 die Strategie  $A$  ( $B$ ) mit der Wahrscheinlichkeit  $p$  kleiner (größer) als  $p^*$  wählt. Als „Beste-Antwort“ hierauf wählt Spieler 2 die Strategie  $A$  ( $B$ ). Der Schnittpunkt  $(p^*, q^*)$  ist das Nash-Gleichgewicht in gemischten Strategien, das heißt, spielen beide Spieler ihre „Beste-Antwort“ auf  $(p^*, q^*)$ , resultiert wieder  $(p^*, q^*)$ .

Im beschriebenen Koordinationsspiel entscheiden die beiden Spieler simultan über ihre Strategiewahl. Daraus folgt, dass die Wahrscheinlichkeiten, mit denen die einzelnen reinen Strategien gewählt werden, für beide Spieler unbekannt sind. Hieraus ergibt sich, dass die Spieler Erwartungen über die Strategiewahl des anderen

Spielers bilden müssen.<sup>10</sup> Sie müssen also überlegen, wie wahrscheinlich die Wahl der einzelnen reinen Strategien ist.

Für jede reine Strategie  $\sigma_j$  bildet der Spieler  $i$  also eine Erwartung  $\mu_i(\sigma_j)$ . Diese wird in der Literatur als „Belief“ bezeichnet. Dabei ist  $\mu_i(\cdot)$  eine Funktion mit  $\mu_i: \Sigma_j \rightarrow [0,1]$  und  $\sum_{\sigma_k \in \Sigma_j} \mu_i(\sigma_k) = 1$ . Damit entspricht die *Belief-Funktion* eines Spielers  $i$  einer (subjektiven) Wahrscheinlichkeitsverteilung über die Wahl einer reinen Strategie  $\sigma_j \in \Sigma_j$  durch Spieler  $j$ .

## 2.2 Risiko versus Unsicherheit

Die Ausführungen zur Gleichgewichtsauswahl machen deutlich, dass die Strategiewahl eines Spielers in einem Spiel mit multiplen Gleichgewichten einerseits von den resultierenden Konsequenzen (Auszahlungen) abhängt, andererseits aber auch von der Wahrscheinlichkeit, mit der eine jeweilige Konsequenz eintritt. Diese Eintrittswahrscheinlichkeit wiederum hängt von der Strategiewahl des anderen Spielers ab.

In Spielen, wie sie in den vorherigen Abschnitten beschrieben wurden, sind die möglichen Konsequenzen bekannt, nicht jedoch deren Eintrittswahrscheinlichkeit. Daher repräsentieren diese Spiele eine *Entscheidung unter Unsicherheit*. Diese Abgrenzung geht auf Knight (1921) zurück. Knight unterscheidet grundsätzlich zwischen *Entscheidungen unter Risiko* (decision under risk) und *Entscheidungen unter Unsicherheit* (decision under uncertainty). Demnach liegt eine Entscheidung unter Risiko dann vor, wenn für alle möglichen Umweltzustände deren Eintrittswahrscheinlichkeiten a priori bekannt sind. Sind zwar die Umweltzustände bekannt, nicht aber deren Eintrittswahrscheinlichkeiten, liegt eine Entscheidung unter Unsicherheit vor. Nach Knight (1921) lässt sich zusätzlich eine *Entscheidung unter vollkommener Unsicherheit* abgrenzen. Diese ist dann gegeben, wenn dem Entscheider weder alle möglichen Umweltzustände, noch die Eintrittswahrscheinlichkeiten bekannt sind.

Während die zuvor beschriebenen Spiele Repräsentanten für Entscheidungen unter Unsicherheit sind, lassen sich Entscheidungen unter Risiko als *Lotterien* darstellen. Eine Lotterie  $\mathcal{L} = [p_1, \dots, p_n; k_1, \dots, k_n]$ , wobei  $k_i$  der Konsequenz der Entscheidung bei

---

<sup>10</sup> Da beim vorliegenden Koordinationsspiel beide Spieler genau einmal entscheiden, wird im Folgenden die Darstellung so gewählt, dass die Spieler keine Beliefs bzgl. der Entscheidungsknoten einer Informationsmenge, sondern Beliefs bzgl. der gespielten reinen Strategie ihrer Mitspieler treffen. Diese Vereinfachung ändert die weiteren theoretischen Überlegungen nicht.

Eintritt von Umweltzustand  $i$  und  $p_i$  der Eintrittswahrscheinlichkeit des Umweltzustands  $i$  entspricht, bildet somit für eine Entscheidung alle möglichen Konsequenzen in Abhängigkeit von der Eintrittswahrscheinlichkeit ab.

Ein Beispiel:

Ein Entscheider steht vor der Wahl zwischen zwei Alternativen ( $A$  und  $B$ ). Entscheidet er sich für Alternative  $A$ , erhält er mit einer Wahrscheinlichkeit  $p_{A1} = 0,5$  eine Auszahlung (Konsequenz)  $k_{A1} = 100$  und mit einer Wahrscheinlichkeit  $p_{A2} = 0,5$  eine Auszahlung (Konsequenz)  $k_{A2} = 0$ . Wählt er Alternative  $B$ , so erhält er mit einer Wahrscheinlichkeit  $p_{B1} = 0,9$  eine Auszahlung (Konsequenz)  $k_{B1} = 50$  und mit einer Wahrscheinlichkeit  $p_{B2} = 0,1$  eine Auszahlung (Konsequenz)  $k_{B2} = 10$ . Damit hat der Entscheider die Wahl zwischen zwei (binären) Lotterien:

$$\mathcal{L}_A = [(p_{A1} = 0,5), k_{A1} = 100; (p_{A2} = 0,5), k_{A2} = 0]$$

$$(\mathcal{L}_A = [0,5,100; 0,5,0])$$

und

$$\mathcal{L}_B = [(p_{B1} = 0,9), k_{B1} = 50; (p_{B2} = 0,1), k_{B2} = 10]$$

$$(\mathcal{L}_B = [0,9,50; 0,1,10]).$$

### 2.2.1 Eindimensionale Entscheidungsregel – Erwartungswertprinzip<sup>11</sup>

Zur Lösung des Entscheidungsproblems steht dem Entscheider als ein Entscheidungskriterium der *Erwartungswert* zur Verfügung. Für eine Entscheidungsalternative  $i \in I$  wird der Erwartungswert  $E_i$  formal gegeben mit:

$$E_i = E(\mathcal{L}_i) = \sum_{j=1}^n p_{ij} \cdot k_{ij}.$$

Als Entscheidungsregel wird allgemein die Optimierung (Minimierung beziehungsweise Maximierung) vorgesehen. Im Falle von zum Beispiel Gewinnerwartungen zweier Investitionsalternativen wäre die Alternative zu wählen, die den erwarteten Gewinn maximiert, also die Alternative mit dem größeren Erwartungswert. Die Minimierung als Entscheidungsregel wird zum Beispiel im Falle drohender Verluste angewendet.

---

<sup>11</sup> Die eindimensionale Entscheidungsregel über den Erwartungswert wird in der Literatur auch als  $\mu$ -Prinzip bezeichnet. Da im Verlauf dieser Arbeit mit der Variable  $\mu$  jedoch die Erwartungen (*Beliefs*) von Spielern bezeichnet werden, wird an dieser Stelle die Notation  $E(\cdot)$  verwendet. Die Ausführungen zum Erwartungswertprinzip (auch  $\mu$ -Prinzip) basieren weitgehend auf Bitz (1981, S. 90ff.).

Im Beispiel handelt es sich um positive Auszahlungen, daher lautet die Zielfunktion hier:

$$\max_i E_i, \text{ für alle Entscheidungsalternativen } i$$

Für Alternative  $A$  ergibt sich ein Erwartungswert von:

$$E_A = [(p_{A1} =)0,5 \cdot (k_{A1} =)100 + (p_{A2} =)0,5 \cdot (k_{A2} =)0] = 50$$

und für Alternative  $B$  von:

$$E_B = [0,9 \cdot 50 + 0,1 \cdot 10] = 46.$$

Damit ist  $E_A > E_B$  und im Beispiel wählt ein rationaler Entscheider die Alternative  $A$ .

Ein solches Entscheidungsverhalten, allein auf Basis des Erwartungswerts, ist häufig nicht zu beobachten. Als Grund hierfür gilt, dass die eindimensionale Entscheidungsregel des Erwartungswerts andere wesentliche Einflussfaktoren nicht berücksichtigt.

Im hier gewählten Beispiel bietet Alternative  $B$  in jedem Fall eine Auszahlung  $k_{Bj} > 0$ . Es ist durchaus vorstellbar, dass ein Entscheider auf die Chance einer hohen Auszahlung zu Gunsten einer sicheren gering(er)en Auszahlung verzichtet. Daneben fällt auf, dass die Auszahlungswerte in Alternative  $B$  geringer um den Erwartungswert streuen als in Alternative  $A$ .

### 2.2.2 Mehrdimensionale Entscheidungsregel – Erwartungswert-Standardabweichung-Prinzip<sup>12</sup>

Diese Ansätze lassen sich unter dem Begriff *Risiko* zusammenfassen und finden in der Erweiterung des Erwartungswert-Prinzips, dem *Erwartungswert-Standardabweichung-Prinzip*, Anwendung. Auch in diesem Prinzip entspricht  $E$  dem Erwartungswert, zusätzlich wird hier jedoch die *Standardabweichung* berücksichtigt. Als Entscheidungsregel wird hier, im Fall der Maximierung, die Alternative gewählt, die bei gleicher (konstanter) Standardabweichung einen höheren Erwartungswert ausweist. Wird die Abhängigkeit der Alternativenbewertung von der

---

<sup>12</sup> Das Erwartungswert-Standardabweichung-Prinzip wird auch als  $\mu - \sigma$ -Prinzip bezeichnet. Um auch hier Verwechslungen in der Verwendung der Notation zu vermeiden, wird der Erwartungswert weiterhin mit  $E$  bezeichnet. Zusätzlich wird auf die Verwendung von  $\sigma$  als Bezeichnung für die Standardabweichung verzichtet, da bereits die Strategien in einem Spiel damit bezeichnet wurden. Die Ausführungen zum Erwartungswert-Standardabweichung-Prinzip basieren weitgehend auf Bitz (1981).

Standardabweichung betrachtet, lassen sich grundsätzlich zwei Möglichkeiten unterscheiden.

- (1) Ein Entscheider bewertet von zwei Alternativen mit gleichem Erwartungswert diejenige Alternative höher (besser), deren Risiko, in Form der Standardabweichung, geringer ist. Diese Eigenschaft wird als *Risikoaversion* bezeichnet
- (2) Ein Entscheider bewertet von zwei Alternativen mit gleichem Erwartungswert diejenige Alternative höher (besser), deren Risiko, in Form der Standardabweichung, höher ist. Diese Eigenschaft wird als *Risikofreude* bezeichnet.

## 2.3 Zwischenfazit

Die vorstehenden Ausführungen stellen zwei Ansätze zur Entscheidungsfindung in Situationen von Entscheidungen unter Risiko dar. Während das Prinzip des Erwartungswerts das in den Alternativen enthaltene Risiko nicht berücksichtigt, lassen sich bei Anwendung des Erwartungswert–Standardabweichung–Prinzips verschiedene Risikoneigungen unterscheiden und es wird angenommen, dass diese Risikoneigungen die Entscheidung beeinflussen.

Wenn also, wie gezeigt, die Risikoneigung einen Einfluss auf das Entscheidungsverhalten hat, bedarf es für eine Prognose des Entscheidungsverhaltens der Identifikation der Risikoneigung des Entscheiders. Diese Überlegung bezieht sich zunächst auf Entscheidungssituationen unter Risiko.

Mit Blick auf das Problem der Gleichgewichtsauswahl in Spielen mit multiplen Gleichgewichten stellt sich die Frage, ob unter Verwendung der Überlegung zur Risikoneigung des Spielers und der Implementierung von subjektiven Wahrscheinlichkeiten (Beliefs) in die Entscheidungsfindung, eine Prognose der Gleichgewichtsauswahl durch den Spieler möglich ist.

Mit anderen Worten: Wenn ein Spieler durch die Bildung subjektiver Wahrscheinlichkeiten (Beliefs) die Entscheidung unter Unsicherheit in einem Spiel in eine Art subjektive Entscheidung unter Risiko wandelt, er die Auswahlentscheidung also in eine Lotterie mit subjektiven Wahrscheinlichkeiten überführt, lässt sich dann sein Verhalten prognostizieren, wenn seine Risikoneigung bekannt ist?

Um diese Frage untersuchen und beantworten zu können, ist es notwendig, die Risikoneigung von Spielern zu identifizieren. Diesem Punkt widmet sich das

folgende Kapitel 3. Zusätzlich müssen die subjektiven Wahrscheinlichkeiten (Beliefs) ermittelt werden. Hierzu erfolgt daher im Kapitel 4 eine Einführung und Diskussion. Schließlich muss untersucht werden, in welchem Zusammenhang diese Parameter zum tatsächlichen Entscheidungsverhalten stehen. Um diesen Zusammenhang zu untersuchen werden in den Kapiteln 6 bis 9 experimentelle Studien beschrieben und die gewonnenen Daten analysiert.

### 3 Zur Ermittlung der Risikoneigung

Das Identifizieren der Risikoneigung von Entscheidern nimmt in der Literatur einen wachsenden Raum ein, erlaubt das Wissen um die Risikoneigung doch eine Prognose des Verhaltens eines Spielers in Entscheidungssituationen unter Risiko (vgl. Dohmen et al., 2011). Damit ist die Risikoneigung, wie Holt und Laury (2002, S. 1644) schreiben, „ein fundamentales Element in Standardtheorien zu Lotteriebewertung, Anlagebewertung und Bewertung von Verträgen und Versicherungen“<sup>13</sup>.

Soll die Risikoneigung von Akteuren untersucht werden, ist es zunächst notwendig, den Begriff der Risikoneigung und seine Dimensionen näher zu betrachten. Eine erste, eher technische, Einführung der Risikoneigung in Abhängigkeit vom Erwartungswert und der Standardabweichung ist in Abschnitt 2.2.2 gegeben. Danach lässt sich die Risikoneigung zunächst in Risikoaversion und in Risikofreude unterscheiden. Zusätzlich lässt sich Risikoneutralität als dritte Form abgrenzen. Hier gilt: Ist ein Entscheider zwischen zwei Alternativen mit gleichem Erwartungswert, aber verschiedener Standardabweichung indifferent, ist er risikoneutral.

In ökonomischen Studien basiert die Unterscheidung von Spielern, anhand ihrer Risikoeinstellung, häufig auf einer Untersuchung von Entscheidungen über monetäre Konsequenzen. Hier werfen Krahen et al. (1997, S. 3) die Frage auf, „was genau eigentlich Risikoeinstellung ist: Geht die Risikoeinstellung bezüglich Geldrisiken etwa grundsätzlich einher mit einer gleichartigen Einstellung gegenüber gesundheitlichen Risiken?“.

Aus der in der Fragestellung enthaltenen Gegenüberstellung von Geldrisiko und gesundheitlichen Risiken wird deutlich, dass sich verschiedene Dimensionen der Risikoeinstellung abgrenzen lassen. Nach Jackson et al. (1972, S. 486) werden vier Dimensionen unterscheiden: „(1) Geldrisiko, (2) körperliches (gesundheitliches) Risiko, (3) ethisches Risiko und (4) soziales Risiko“<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup> eigene Übersetzung aus dem englischen Original

<sup>14</sup> eigene Übersetzung aus dem englischen Original

### 3.1 Ermittlung der Risikoneigung – Braucht es (monetäre) Anreize?

Aus dem Bestehen der verschiedenen Dimensionen lässt sich ableiten, dass der Kontext, in dem die Risikoneigung ermittelt wird, einen Einfluss auf das Ergebnis hat. Damit stellt sich die Frage, wie die Ermittlung der Risikoneigung gestaltet sein sollte und in welcher Weise Konsequenzen in die Ermittlungsmethode implementiert werden sollten. Bestehende Untersuchungen zur Ermittlung der Risikoneigung nutzen hier verschiedene Ansätze, welche sich grundsätzlich danach unterscheiden lassen, ob dem Entscheider monetäre Anreize für sein Entscheidungsverhalten geboten werden oder nicht.

#### 3.1.1 Ermittlung der Risikoneigung mit Verwendung von (monetären) Anreizen – Vor- und Nachteil

Die Verwendung von (monetären) Anreizen geht auf die Überlegung zurück, dass Menschen etwas tun oder Entscheidungen treffen, weil sie dafür entlohnt werden und dabei nach der für sie optimalen Entlohnung streben. Im Kontext der Ermittlung der Risikoneigung lässt sich darauf aufbauend argumentieren, dass Menschen nur dann ihre wahre Risikoneigung offenbaren, wenn ihre Entscheidungen zu für sie realen Konsequenzen führen. Studien zur Ermittlung der Risikoneigung unter Verwendung von monetären Anreizen basieren häufig auf Laborexperimenten, in denen die Teilnehmer Entscheidungen über Alternativen treffen und entsprechend ihrer Entscheidungen entlohnt (bezahlt) werden.

Die Überlegung zur Entlohnung begründet einen wesentlichen Vorteil der Verwendung von Anreizen (insbesondere von monetären Anreizen) in der Untersuchung des Entscheidungsverhaltens: Mit der Verwendung von monetären Anreizen ist das Entscheidungsobjekt klar bestimmt und der Bezug zum Geldrisiko ist gleichsam direkt gegeben. Es lässt sich also untersuchen, ob ein Spieler versucht seine Auszahlung zu maximieren und in welchem Maße er dabei ein höheres Risiko zu akzeptieren bereit ist, wenn damit die Chance eine höhere Auszahlung zu realisieren verbunden ist.

Andererseits liegt hier aber auch ein wesentlicher Nachteil: Da sich verschiedene Dimensionen der Risikoneigung unterscheiden lassen, werden hier unter Umständen relevante Dimensionen, die sonst bei Entscheidungen im Alltag eine Rolle spielen, nicht berücksichtigt beziehungsweise durch andere Dimensionen in dieser



spezifischen Situation dominiert. Derartige dominierende Einflüsse können sich auch aus der Entscheidungsumgebung in einem Labor ergeben. So entscheidet sich ein Teilnehmer gegebenenfalls für eine Alternative, weil er meint, dies werde vom Experimentator so erwartet.

### 3.1.2 Ermittlung der Risikoneigung ohne Verwendung von (monetären) Anreizen – Vor- und Nachteil

Der Verzicht auf explizite (monetäre) Anreize greift den Nachteil der Verwendung von monetären Anreizen auf. Wird die Risikoneigung nicht durch die Untersuchung von Entscheidungen über reale (monetäre) Auszahlungen ermittelt, ist der direkte Bezug zum Geldrisiko nicht mehr sicher gegeben. Vielmehr hängt die Entscheidung und mit ihr die Risikoneigung von den Assoziationen des Entscheiders zu den verschiedenen Dimensionen der Risikoneigung ab. Damit soll eine allgemeingültige Risikoneigung ermittelt werden. Dem Vorteil der größeren Allgemeingültigkeit steht jedoch der Mangel in der Kontrollmöglichkeit der Assoziationen gegenüber. Während bei der Verwendung von monetären Anreizen die Entscheidung bewusst und exogen in einen Geldkontext gesetzt wird, ist es bei Verzicht auf monetäre Anreize möglich, dass der Entscheider seine Entscheidung unbewusst und endogen in einen spezifischen Kontext bringt, der für den Untersuchenden nicht kontrollierbar und gegebenenfalls nicht gewollt ist.

Studien zur Untersuchung der Risikoneigung ohne die Verwendung monetärer Anreize basieren in der Regel auf Befragungen und verwenden eine möglichst allgemeine Fragestellung zur Risikoeinstellung des Befragten. Als Antwortoption werden häufig Bewertungsskalen verwendet.

## 3.2 Methoden zur Ermittlung der Risikoneigung

Im Rahmen der Entscheidung, welche Methode zur Ermittlung der Risikoneigung zur Anwendung kommen soll, argumentieren Dohmen et al. (2011, S. 531), sei eine Befragung in der Regel hypothetisch, das heißt ohne reale Konsequenz und in ihrem Ergebnis daher, aufgrund der fehlenden Anreizkompatibilität, fragwürdig. Demgegenüber seien Experimente mit einem anreizkompatiblen Design in aller Regel nur mit kleinen Teilnehmerzahlen möglich, was die statistische Aussagekraft schwächt.

Die fehlende Anreizkompatibilität bei der Verwendung von Fragebögen beziehungsweise einer Befragung ergibt sich daraus, dass die Beantwortung der Fragen in solchen Studien zu keiner (auszahlungsrelevanten) Konsequenz führt. Somit könnten Befragte, gerade im Kontext der Abfrage einer Selbsteinschätzung zur eigenen Risikoneigung, zu verzerrten Antworten gelangen. Eine solche Verzerrung in der Darstellung der eigenen Risikoneigung aufgrund fehlender Anreize ließe sich nach Dohmen et al. (2011, S. 523) auf verschiedene Parameter, wie „Unaufmerksamkeit, selbstdienliche Wahrnehmung und strategische Motive“<sup>15</sup> zurückführen.

Die Verwendung von Laborexperimenten und monetären Anreizen zur Ermittlung der Risikoneigung hingegen könnte von den Teilnehmern als so artifiziell wahrgenommen werden, dass sie zu Entscheidungen gelangen, die nicht ihre wahre Risikoneigung widerspiegeln. Auch in diesem Entscheidungsumfeld sind strategische Motive, die die Darstellung der Risikoneigung verzerren, denkbar.

Im Folgenden werden sowohl ausgewählte Methoden, die monetäre Anreize zur Ermittlung der Risikoneigung verwenden, als auch eine Methode, die hierfür keine monetären Anreize verwendet, vorgestellt.

### 3.2.1 Methoden zur Ermittlung der Risikoneigung mit Verwendung von (monetären) Anreizen – „Multiple price list“-Konzept

In experimentellen Studien zur Untersuchung der Risikoneigung, die Methoden mit entscheidungsabhängigen monetären Anreizen verwenden, lassen sich im Wesentlichen fünf verschiedene Verfahren („Multiple Price List“, „Random Lottery Pairs“, „Ordered Lottery Selection“, „Becker-DeGroot-Marschak (BDM) Auktion“ und „Trade-Off Methode“) finden (vgl. Harrison und Rutström, 2008). Da in dieser Arbeit im späteren Verlauf das „Multiple price list“-Konzept Anwendung findet, wird im Folgenden insbesondere dieses näher vorgestellt.

Durch die Anwendung des „Multiple price list“-Konzepts lässt sich die Risikoneigung von Entscheidern (Spielern) ermitteln (vgl. Andersen et al., 2006; Binswanger, 1980; Binswanger, 1981; Eckel und Grossman, 2002; Holt und Laury, 2002 oder Holt und Laury, 2005).

---

<sup>15</sup> eigene Übersetzung aus dem englischen Original

## Die Variante nach Holt und Laury (2002)

Nach Holt und Laury (2002)<sup>16</sup> werden  $i = 1, \dots, n$  Auswahlentscheidungen eines Spielers zwischen zwei Alternativen ( $\mathcal{L}_A$  und  $\mathcal{L}_B$ ) abgefragt. Diese Alternativen werden in Form von binären Lotterien  $\mathcal{L}_X = [p_i, k_{X1}; (1 - p_i), k_{X2}]$  (vgl. Erläuterung in Abschnitt 2.2) gestellt. Hierbei bezeichnet  $p_i$  die Eintrittswahrscheinlichkeiten der Konsequenzen ( $k_{X1}$ ) und  $(1 - p_i)$  bestimmt die Eintrittswahrscheinlichkeiten der Konsequenzen ( $k_{X2}$ ) der jeweiligen Lotterien.

Um zwei Lotterien zu bewerten und zu einer Präferenz zu gelangen, steht dem Entscheider als ein erstes, einfaches und eindimensionales Instrument der Erwartungswert zur Verfügung. Wie in Abschnitt 2.2.1 beschrieben, wählt ein rationaler Entscheider, der auf Basis des Erwartungswerts entscheidet, die Alternative, deren Erwartungswert am größten ist.

Im Kontext der Lotteriebewertung gilt als Entscheidungsregel, dass ein rationaler Entscheider eine Lotterie mit einem höheren Erwartungswert (für ihn besseren Erwartungswert) gegenüber einer Lotterie mit geringerem Erwartungswert (für ihn schlechteren Erwartungswert) präferiert.

Wenn also gilt:

$$E(\mathcal{L}_A) > E(\mathcal{L}_B),$$

dann muss auch gelten:

$$\mathcal{L}_A \succ \mathcal{L}_B.$$

Das „Multiple price list“-Konzept zur Ermittlung der Risikoneigung stellt für eine Anzahl an Entscheidungssituationen  $i = 1, \dots, n$  zwei binäre Lotterien  $\mathcal{L}_A$  und  $\mathcal{L}_B$  gegenüber. Die Liste ist so aufgebaut, dass für die Entscheidung  $i = 1$  gilt:

$$E_1(\mathcal{L}_A) > E_1(\mathcal{L}_B)$$

und für die Entscheidung  $i = n$  gilt:

$$E_n(\mathcal{L}_A) < E_n(\mathcal{L}_B).$$

Dabei entwickeln sich die Erwartungswerte für die Entscheidungen  $i = 2$  bis  $i = n - 1$  gegenläufig. Die Werte der jeweiligen Konsequenzen in allen Entscheidungssituationen  $i = 1, \dots, n$  bleiben hierbei konstant. In den Lotterien sind die Konsequenzen so gewählt, dass eine Lotterie im Vergleich zur anderen ein

---

<sup>16</sup> Die Ermittlung der Risikoneigung mittels der von Holt und Laury (2002 und 2005) vorgeschlagenen Methode wird in der experimentellen Literatur sehr breit verwendet und kann daher als etablierte und akzeptierte Methode angesehen werden, was ursächlich für die spätere Nutzung dieser Methode im Rahmen dieser Arbeit ist.

geringeres Risiko in Form einer geringeren Standardabweichung der Konsequenzen bietet. Zusätzlich gilt für die Konsequenzen die folgende Relation:

$$k_{A1} > k_{B1} \geq k_{B2} > k_{A2}.$$

Die Veränderung der Erwartungswerte wird über eine Veränderung der Eintrittswahrscheinlichkeiten  $p_i$  erreicht. Die Risikoneigung des Entscheiders lässt sich dann über den Wechsel von Lotterie  $\mathcal{L}_A$  zu Lotterie  $\mathcal{L}_B$  ableiten.

Der Entscheider gibt für jede Entscheidungssituation an, ob  $\mathcal{L}_A$  oder  $\mathcal{L}_B$  präferiert wird oder Indifferenz zwischen beiden Alternativen besteht. Es wird untersucht, wann ein Entscheider von Lotterie  $\mathcal{L}_A$  zu Lotterie  $\mathcal{L}_B$  wechselt. Im Sinne einer eindeutigen Risikoneigung sollte ein Entscheider höchstens einmal wechseln.

Ein Beispiel:

In ihrer Untersuchung zur Ermittlung der Risikoneigung verwenden Holt und Laury (2002) die folgende Abfrage:

$i$	Lotterie $\mathcal{L}_A$				Lotterie $\mathcal{L}_B$				Erwartungswert		Differenz
	$p_i$	$k_{A1}$	$1 - p_i$	$k_{A2}$	$p_i$	$k_{B1}$	$1 - p_i$	$k_{B2}$	$E_i(\mathcal{L}_A)$	$E_i(\mathcal{L}_B)$	$E_i(\mathcal{L}_A) - E_i(\mathcal{L}_B)$
1	0,1	3,85	0,9	0,10	0,1	2,00	0,9	1,60	0,48	1,64	-1,17
2	0,2	3,85	0,8	0,10	0,2	2,00	0,8	1,60	0,85	1,68	-0,83
3	0,3	3,85	0,7	0,10	0,3	2,00	0,7	1,60	1,23	1,72	-0,49
4	0,4	3,85	0,6	0,10	0,4	2,00	0,6	1,60	1,60	1,76	-0,16
5	0,5	3,85	0,5	0,10	0,5	2,00	0,5	1,60	1,98	1,80	0,17
6	0,6	3,85	0,4	0,10	0,6	2,00	0,4	1,60	2,35	1,84	0,51
7	0,7	3,85	0,3	0,10	0,7	2,00	0,3	1,60	2,73	1,88	0,84
8	0,8	3,85	0,2	0,10	0,8	2,00	0,2	1,60	3,10	1,92	1,18
9	0,9	3,85	0,1	0,10	0,9	2,00	0,1	1,60	3,48	1,96	1,52
10	1	3,85	0	0,10	1	2,00	0	1,60	3,85	2,00	1,85

Tabelle 1: „Multiple price list“ zur Ermittlung der Risikoneigung nach Holt und Laury (2002)<sup>17</sup>

Entsprechend des Erwartungswert-Prinzips sind Entscheider,

- die in der ersten Zeile  $\mathcal{L}_A$  gegenüber  $\mathcal{L}_B$  präferieren, *risikofreudig*,

<sup>17</sup> eigene Darstellung: Die von Holt und Laury (2002) verwendete Notation und Reihenfolge der Darstellung der Lotterien ist an die in dieser Arbeit eingeführte angepasst.

- die in der neunten Zeile  $\mathcal{L}_B$  gegenüber  $\mathcal{L}_A$  präferieren, *risikoavers*,
- die zwischen der vierten und fünften Zeile von  $\mathcal{L}_B$  nach  $\mathcal{L}_A$  wechseln, *risikoneutral*.

Zwischen diesen Extremausprägungen lassen sich Abstufungen in Form von moderater Risikofreude beziehungsweise moderater Risikoaversion identifizieren. So ist ein Entscheider, der in Zeile 2 und 3  $\mathcal{L}_A$  gegenüber  $\mathcal{L}_B$  präferiert, moderat risikofreudig. Ein Entscheider, der in Zeile 5 bis 8  $\mathcal{L}_B$  gegenüber  $\mathcal{L}_A$  präferiert, ist moderat risikoavers.<sup>18</sup> Die Zeile 10 dient in dieser Abfrage nur Kontrollzwecken.

### Die Variante nach Eckel und Grossman (2002)

Alternativ zu Holt und Laury (2002) schlagen Eckel und Grossman (2002) eine etwas andere Anwendung des „Multiple price list“-Konzepts vor. Sie verwenden zur Untersuchung der Risikoneigung zwei Treatments (ein „Verlust“ und ein „kein Verlust“ Treatment) mit je  $i = 1, \dots, 5$  binären Lotterien. Ein Entscheider spielt eines dieser Treatments und muss sich dort für genau eine Lotterie entscheiden. Bei diesen Lotterien betragen die Eintrittswahrscheinlichkeiten  $p = 0,5$  für beide Konsequenzen ( $k_{i1}$  und  $k_{i2}$ ) jeder Lotterie. Beide Treatments beginnen mit einer risikolosen (sicheren) Lotterie. Über die weiteren vier Lotterien werden die Konsequenzen dann so variiert, dass das Risiko von Lotterie zu Lotterie steigt. Der Unterschied zwischen den Treatments ergibt sich daraus, dass im Treatment „Verlust“ je eine Konsequenz in Lotterie  $i = 4, 5$  einer negativen Auszahlung (Verlust) entspricht. Im Treatment „kein Verlust“ beträgt die geringste mögliche Auszahlung *Null*. Da diese Arbeit die Frage der Verluste nicht näher untersucht, wird an dieser Stelle auf die Darstellung des Verlust-Treatments verzichtet. Damit stellt sich die Abfrage wie folgt dar:

---

<sup>18</sup> Eine solche feinere Abstufung ist bei Holt und Laury (2002) nicht vorgenommen und dient hier primär der Vergleichbarkeit dieser Variante mit der nach Eckel und Grossman (2002)

$i$	Lotterie $\mathcal{L}$ „kein Verlust“				Erwartungswert $E_i(\mathcal{L})$	Risiko (Standard- abweichung)
	$p$	$k_{i1}$	$1 - p$	$k_{i2}$		
1	0,5	16	0,5	16	16	0,00
2	0,5	24	0,5	12	18	4,24
3	0,5	32	0,5	8	20	8,48
4	0,5	40	0,5	4	22	12,73
5	0,5	48	0,5	0	24	16,97

Tabelle 2: „Multiple price list“ zur Ermittlung der Risikoneigung nach  
Eckel und Grossman (2002)<sup>19</sup>

Wie der Darstellung in Tabelle 2 zu entnehmen ist, erhöhen sich die Erwartungswerte von Lotterie zu Lotterie konstant um den Wert 2. Die Variable „Risiko“ ermittelt sich hier über die Standardabweichung der Erwartungswerte der Lotterien. Auch der Wert dieser Variable steigt von Lotterie zu Lotterie (d.h. die Lotterien werden riskanter).

Um die Risikoneigung abzuleiten, geben Eckel und Grossman (2002) folgende Interpretation hinsichtlich des Auswahlverhaltens der Entscheider:

- *Extrem risikoaverse* Entscheider wählen Option  $i = 1$ . Diese Entscheider verzichten lieber auf Anteile der erwarteten Auszahlung, wenn sich dadurch das Risiko verringert (komplett eliminiert).
- *Moderat risikoaverse* Entscheider würden sich für eine der Optionen  $i = 2,3,4$  entscheiden. Diese Entscheider würden also einen Anstieg des Risikos zu Gunsten der erwarteten Auszahlung bis zu einem gewissen Grad akzeptieren.
- *Risikoneutrale* oder *risikofreudige* Entscheider würden Option  $i = 5$  wählen. Ein risikoneutraler Entscheider würde hier die erwartete Auszahlung maximieren. Ein risikofreudiger Entscheider wählt die riskantere Option auch dann, wenn die erwartete Auszahlung gleich oder geringer ist als in einer Option mit geringerem Risiko.<sup>20</sup>

Neben den zwei hier beschriebenen Ansätzen nach Holt und Laury (2002) sowie Eckel und Grossman (2002) gibt es noch weitere Studien, die das „Multiple price

<sup>19</sup> eigene Darstellung: Die von Eckel und Grossman (2002) verwendete Notation und Darstellung ist an die hier zuvor eingeführte Form angepasst.

<sup>20</sup> Zur Interpretation und Ableitung der Risikoneigung anhand der Lotteriewahl vgl. Eckel und Grossman (2002, Seite 284–285).

list“-Konzept zur Ermittlung der Risikoneigung verwenden (vgl. Andersen et al., 2006), auf deren detaillierte Beschreibung hier verzichtet wird.

### 3.2.2 Methoden zur Ermittlung der Risikoneigung ohne Verwendung von (monetären) Anreizen – „Self reporting risk preferences“

Studien, die Verfahren ohne (entscheidungsabhängige) monetäre Anreize nutzen, verwenden einzelne Fragestellungen zum Risikoverhalten aus zum Beispiel Panel-Umfragen, und damit die Selbsteinschätzung der Befragten, um aus der Beantwortung auf die Risikoneigung zu schließen (vgl. Dohmen et al., 2011). Andere Studien verwenden eigene Fragebögen mit dem gleichen Ziel (vgl. Fausti und Gillespie, 2006 oder Berninghaus et al., 2011) und integrieren diese in eine experimentelle Untersuchung.

#### „Self reporting risk preferences“ – Ermittlung mittels Fragebogen

Die Verwendung von Fragebögen zur Ermittlung der Risikoneigung ist in der verhaltensökonomischen Literatur deutlich weniger verbreitet als die Nutzung von zuvor beschriebenen Methoden.

Dennoch gibt es einige Studien, die auf diese Methode zurückgreifen. So verwenden Dohmen et al. (2011) das deutsche „Sozio-Ökonomische Panel“ (SOEP) und die dort enthaltene Fragestellung zur Risikoneigung. Dort wird gefragt: „Wie schätzen Sie sich persönlich ein: Sind Sie im Allgemeinen ein risikobereiter Mensch oder versuchen Sie, Risiken zu vermeiden?“<sup>21</sup>. Als Antwort stehen den Befragten Werte auf eine Skala von Null („gar nicht risikobereit“) bis Zehn („sehr risikobereit“) zur Auswahl. Die Abstufung zwischen diesen Extremwerten erlaubt dann eine differenzierte Betrachtung und Interpretation der Risikoneigung des Befragten.

Zusätzlich untersuchen Dohmen et al. (2011) die Risikoneigung der Teilnehmer an dieser Studie mittels des „Multiple price list“-Konzepts. Hierfür zeigten Dohmen et al. (2011) den Teilnehmern 20 Auswahlentscheidungen, in denen eine Lotterie einer sicheren Auszahlung gegenüberstand. In allen  $i = 1, \dots, 20$  Auswahlentscheidungen war die Lotterie mit  $\mathcal{L}_i = [0,5,300 \text{ (Euro)}; 0,5,0 \text{ (Euro)}]$  gegeben. Die sichere Alternative war in  $i = 1$  mit *Null Euro* gegeben und erhöhte sich von Entscheidung zu Entscheidung um den Wert 10 und entsprach in Entscheidung  $i = 20$  damit 190 *Euro*.

---

<sup>21</sup> Die vollständigen Fragebögen des SOEP sind unter <http://panel.gsoep.de/soepinfo2010/> verfügbar.

Auch in dieser Form des „Multiple price list“-Konzepts lässt sich aus dem Wechsellpunkt zwischen den Alternativen direkt auf die Risikoneigung schließen.

Dohmen et al. (2011) zeigen in ihrer Studie, dass die durch die allgemeine Risikoabfrage ermittelte Risikoneigung das Verhalten in den verschiedenen Auswahlentscheidungen zwischen einer Lotterie und einer sicheren Auszahlung gut vorhersagen kann. Die Studie sagt jedoch auch, dass „die Abfrage der Risikoneigung in einem spezifischeren Kontext zu einem stärkeren Maß [i.S.v. Messinstrument] der Risikoneigung im korrespondierenden Kontext führt“<sup>22</sup>. Diese Schlussfolgerung greift die Argumentation von Jackson et al. (1972) auf, wonach es verschiedene Dimensionen der Risikoneigung gibt und diese auf die Selbsteinschätzung wirken.

### 3.3 Der Einfluss der (monetären) Anreize auf das Entscheidungsverhalten und die Risikoneigung

Die Verwendung von finanziellen Anreizen, wie sie typischerweise in Experimenten genutzt werden, geht mit verschiedenen Problemstellungen einher. Budescu (1999, S. 43) fasst die grundsätzliche Überlegung zur Verwendung von monetären Anreizen wie folgt zusammen: „Sollten Teilnehmer bezahlt werden? Wenn ja, wie viel sollte ihnen gezahlt werden? Ist eine Bezahlung notwendig und/ oder wichtig?“<sup>23</sup>.

Um diese Fragen zu beantworten, untersuchten Camerer und Hogarth (1999) 74 veröffentlichte Studien auf den Effekt, den monetäre Anreize auf das Entscheidungsverhalten von Teilnehmern an verschiedenen Experimenten hatten. Wenig überraschend, konnten Camerer und Hogarth (1999) keine klare Antwort ableiten, fanden in den untersuchten Studien aber unter anderem, dass finanzielle Anreize vergleichbar mit anderen experimentellen Faktoren sind und sowohl als Substitut wie auch als Komplement wirken können (vgl. Budescu, 1999). Entgegen anderer Studien (vgl. Gneezy und Rustichini, 2000)<sup>24</sup> zeigten Camerer und Hogarth (1999), dass höhere Anreize nicht notwendigerweise einen stärkeren Einfluss auf das Verhalten haben als geringe Anreize. Dieser Befund steht im Besonderen jenen aus Untersuchungen mit hypothetischen Auszahlungen entgegen, die einen systematischen, in Teilen monotonen, Zusammenhang zwischen der

---

<sup>22</sup> eigene Übersetzung aus dem englischen Original, vgl. Dohmen et al. (2011, S. 542)

<sup>23</sup> eigene Übersetzung aus dem englischen Original

<sup>24</sup> Gneezy und Rustichini (2000) bestätigen in ihrer Studie die Vorhersage einer höheren Leistung bei höherem Anreiz. Sie zeigen jedoch auch, dass die Leistung im Falle der Einführung von monetären Anreizen (unabhängig von der Höhe) niedriger sein kann.



(hypothetischen) Auszahlungshöhe und dem beobachteten Verhalten zeigen (vgl. Hershey und Schoemaker, 1980).

Diese kurze Zusammenfassung der Befunde verschiedener Studien zeigt, dass es einerseits Studien gibt, die reale Auszahlungen verwenden und dass sich andererseits Studien finden lassen, die auf hypothetische Auszahlungen zurückgreifen. Beiden Varianten gemein ist, dass sie dem Entscheider eine Entscheidung über monetäre Konsequenzen abverlangen.

### 3.3.1 Gegenüberstellung – reale Auszahlung und hypothetische Auszahlung

Werden in einem Laborexperiment reale (Auszahlungs-)Konsequenzen verwendet, werden die Entscheidungen der Teilnehmer tatsächlich ausgespielt und ausgezahlt. Damit wird der Teilnehmer mit der Konsequenz seiner Entscheidung tatsächlich konfrontiert und somit lässt sich argumentieren, dass die Optimierung seiner Auszahlung, unter den spezifischen Bedingungen der jeweiligen Entscheidungssituation, sein zentrales Handlungsmotiv ist.

Handelt es sich hingegen um hypothetische (Auszahlungs-)Konsequenzen, wird der Entscheider also nicht tatsächlich mit diesen Konsequenzen seiner Entscheidung konfrontiert, sondern soll sich lediglich vorstellen, er würde damit konfrontiert, ist der beschriebene Optimierungsgedanke nicht notwendig gegeben.

Auch wenn beide Varianten grundsätzlich Raum für eine Vielzahl alternativer Handlungsmotive lassen, kann nur im Fall realer Konsequenzen ein tatsächlicher Einfluss der Auszahlung (und deren Höhe) unterstellt werden. Somit erfüllt auch nur diese Variante die Forderung der Anreizkompatibilität.

Gerade die Forderung nach einem anreizkompatiblen Design der Untersuchung, und damit die indirekte Forderung nach der Realisierung der Konsequenzen einer Entscheidung, ist jedoch nicht in jeder Situation zu erfüllen. Exemplarisch seien hier Studien aus dem Bereich der Gesundheitsökonomie benannt, welche die Auswirkung von verschiedenen Handlungsalternativen oder Therapieformen auf die Lebensqualität einer Person in der Zukunft untersuchen. Aber auch Studien, die das Verhalten im Kontext sehr hoher Auszahlungsbeträge untersuchen, stehen regelmäßig vor der Frage, wie diese Auszahlungen in einem Laborexperiment realisiert werden sollen. Hier bleibt in der Regel nur die Verwendung von hypothetischen Auszahlungen, um das Verhalten untersuchen zu können, auch wenn hier nicht sichergestellt beziehungsweise kontrolliert werden kann, dass diese

hypothetischen Entscheidungen als tatsächliches Äquivalent zu realen Entscheidungen über hohe Auszahlungskonsequenzen wahrgenommen werden.

Edwards (1953) hat in diesem Zusammenhang gezeigt, dass sich die Bereitschaft Risiken einzugehen ändert, wenn die Teilnehmer an einem Experiment um reales Geld spielen und nicht in der hypothetischen Situation befragt werden. Dies deutet auf ein unterschiedliches strategisches Verhalten von Spielern in realen beziehungsweise hypothetischen Situationen hin. Ein Ergebnis, welches auch Slovic (1969) zeigte. Dem gegenüber haben Baettie und Loomes (1997) in einem direkten Vergleich von realen und hypothetischen Lotterieentscheidungen keinen Unterschied im Entscheidungsverhalten ihrer Teilnehmer gefunden. Diese kleine Auswahl deutet die Vielfalt der Befunde an.

### 3.3.2 Einfluss der Auszahlungshöhe auf die Risikoneigung und das Entscheidungsverhalten

Nicht zuletzt aufgrund der Schwierigkeit einer Implementierung hoher Auszahlungen in ein Laborexperiment, gibt es bisher nur wenige Studien zur Fragestellung des Einflusses der Auszahlungshöhe in Entscheidungen unter Risiko beziehungsweise in Entscheidungen unter Unsicherheit. Die bestehenden Befunde dieser Studien sind nicht einheitlich. Diese Uneinheitlichkeit fasst Camerer, (1995, S. 635) wie folgt zusammen:

*„The effect of paying subjects is likely to depend on the task they perform. In many domains, paid subjects probably do exert extra mental effort which improves their performance, but in my view choice over money gambles is not likely to be a domain in which effort will improve adherence to rational axioms.“*

Werden die Befunde spezifisch auf den Einfluss der Auszahlungshöhe auf das Risikoverhalten hin betrachtet, leiten Kühberger et al. (2002, S. 1167) aus der Literatur ab, dass die Auszahlungshöhe einen Einfluss auf das Entscheidungsverhalten hat und Teilnehmer sich risikofreudiger bei kleinen Auszahlungen als bei hohen Auszahlungen verhalten.

Damit kann grundsätzlich festgehalten werden, dass die Auszahlungshöhe einen Einfluss hat, dieser jedoch wesentlich von der Entscheidungssituation abhängen kann.

### 3.4 Zwischenfazit

Die Betrachtungen zur Ermittlung der Risikoneigung von Entscheidern machen deutlich, dass die Risikoneigung verschiedene Dimensionen hat. Sollen Entscheidungen also in Bezug auf eine bestimmte Dimension, zum Beispiel in einem Umfeld monetärer Entscheidungen getroffen und in Relation zu anderen Parametern aus diesem Kontext gestellt werden, ist die Verwendung anreizkompatibler Methoden, die direkt auf die Dimension des Geldrisikos abzielen, vorzuziehen.

Um die Konsequenzen (Auszahlungen) der Entscheidungsalternativen zu implementieren, ist die Verwendung von realen Auszahlungen vorzuziehen, da hier die Nachteile einer nicht-anreizkompatiblen Methode, wie sie die Verwendung hypothetischer Auszahlungen darstellt, nicht zum Tragen kommen.

## 4 Zur Ermittlung von subjektiven Wahrscheinlichkeiten (Beliefs)

Die Implementierung von Beliefabfragen in experimentellen Untersuchungen, und damit die Ermittlung von subjektiven Wahrscheinlichkeiten, findet in der Literatur zur Untersuchung von menschlichem Entscheidungsverhalten eine immer breitere Anwendung. Als einen Grund hierfür führt Wang (2011, S. 30) an, dass die Implementierung direkter Messungen der Beliefs stärkere Aussagen und Tests in Bezug auf das Interaktionsverhalten erlaube, als dies auf der Grundlage von Rückschlüssen aus den Verhaltensdaten allein möglich sei.

Wie in den theoretischen Ausführungen des Kapitels 2 gezeigt, sind subjektive Wahrscheinlichkeiten von besonderer Bedeutung für die Prognosen der Gleichgewichtsauswahl von Spielern in Spielen mit multiplen Gleichgewichten.

Dabei stellt die Ermittlung der Beliefs ein wesentliches methodisches Problem dar. Um dieses Problem zu präzisieren, formulieren Gächter und Renner (2010, S. 364) zwei zentrale Fragen:

- (1) Erhöhen Anreize die Genauigkeit von Beliefs?
- (2) Gibt es Interaktionseffekte zwischen Beliefs und Entscheidungen?<sup>25</sup>

Die aufgeworfenen Fragen lassen sich aber auch unter dem Aspekt untersuchen, inwieweit die Beliefabfrage selbst, unabhängig vom Vorhandensein und der Höhe von Anreizen, das Verhalten ändert. So kann argumentiert werden, dass Spieler mit ihrer Strategiewahl lediglich ihre zuvor angegebenen Beliefs zu „rationalisieren“ versuchen. Die gleiche Argumentation hält auch, wenn die Beliefs nach der Strategiewahl erhoben werden und dann die Beliefs die Strategiewahl „rationalisieren“. Mit der Frage nach dem Einfluss der Beliefsabfrage geht einher, ob verschiedene Ermittlungsmethoden beziehungsweise Anreizmechanismen unterschiedliche Einflüsse ausüben.

### 4.1 Theoretische Fundierung eines möglichen Einflusses verschiedener Anreizmechanismen

Als ein Indikator für den Einfluss des verwendeten Anreizmechanismus dient die Genauigkeit, ist diese doch im Sinne „guter“ Entscheidungen von besonderem

---

<sup>25</sup> (1) und (2) – eigene Übersetzung aus dem englischen Original

Interesse. In diese Richtung formulieren Gneiting und Raftery (2007, S. 359), „sei das Ziel von Vorhersagen, die Schärfe dieser Vorhersage und die ihr unterliegende Kalibrierung zu maximieren. Kalibrierung bezieht sich hierbei auf die statistische Konsistenz zwischen der vorhergesagten Verteilung und den Beobachtungen und ist damit eine gemeinsame Eigenschaft der Prognose und der realisierten Ereignisse beziehungsweise Werte. Die Schärfe bezieht sich auf die [statistische] Konzentration der vorhergesagten Verteilung und ist damit eine Eigenschaft der Prognose“<sup>26</sup>.

Dieser Zielsetzung folgt auch die Abfrage von Beliefs, stellen diese doch eine Vorhersage in Bezug auf das Verhalten anderer Spieler dar.

Um diese Vorhersagen zu ermitteln und dabei den Einfluss verschiedener Anreizmechanismen zu untersuchen, können Beliefs in Experimenten direkt abgefragt werden.<sup>27</sup> Für die angegebenen Beliefs werden die Teilnehmer über verschiedene Entlohnungsfunktionen (Anreizmechanismen) vergütet. Diese Funktionen lassen sich danach unterscheiden, ob sie die Entlohnung in Abhängigkeit von der Genauigkeit (im Sinne von Schärfe) ermitteln oder davon unabhängig sind.

Die prominenteste Variante für eine von der Genauigkeit abhängige Entlohnung ist die Verwendung einer quadratischen Entlohnungsfunktion (quadratic scoring rule – QSR). Als eine der ersten Referenzen zur Verwendung quadratischer Funktionen findet sich bei Brier (1950) deren Anwendung zur Untersuchung der Genauigkeit von Wettervorhersagen. Die Grundidee der QSR beschreibt Selten (1998, S. 44) so, dass der ermittelte Wert (Score) „die Nähe der vorhergesagten Wahrscheinlichkeitsverteilung zur beobachteten widerspiegelt“<sup>28</sup>. Dabei habe eine Bewertungsfunktion anreizkompatibel zu sein, was bedeute, dass nur eine korrekte Vorhersage den maximalen Wert (Score) erzielen könne, Abweichungen zwischen Vorhersage und tatsächlichem Wert also zu geringeren (Scoring-)Werten führten (vgl. Selten, 1998, S. 44). Eine Anforderung, die die quadratische Entlohnungsfunktion erfüllt. Dem gegenüber zeigt schon Brier (1950), dass eine lineare Funktion die Anforderung der Anreizkompatibilität nicht notwendig erfüllt.

---

<sup>26</sup> eigene Übersetzung aus dem englischen Original

<sup>27</sup> Neben der direkten Ermittlung lassen sich auch indirekte Verfahren in der Literatur finden. Diese ermitteln aus dem beobachteten Verhalten (als Rückschluss) die Beliefs. Da im Rahmen dieser Arbeit ausschließlich eine direkte Ermittlung erfolgt, beschränkt sich die Darstellung zur Frage der Beliefermittlung auch auf diese.

<sup>28</sup> eigene Übersetzung aus dem englischen Original

#### 4.1.1 Anreizkompatibilität einer quadratischen Entlohnungsfunktion

Ausgehend von der von Brier (1950) erstmals verwendeten quadratischen Scoring-Funktion, die durch Selten (1998) axiomatisiert wurde, zeigen Palfrey und Wang (2009) die Anreizkompatibilität der Funktion im Kontext der Beliefrage. Hierfür definieren sie die folgenden Variablen:<sup>29</sup>

$i = 1, 2, \dots, n$	bezeichnet die $n$ möglichen Ereignisse
$J = \{1, \dots, n\}$	Anzahl der Spieler
$\mu(p) = (\mu(p_1), \dots, \mu(p_n))$	bezeichnet die Beliefs (Prognosen) der Spieler, wobei $\mu(p_i)$ der angegebenen Erwartung über den Eintritt von Ereignis $i$ entspricht
$S = (S_1, S_2, \dots, S_n)$	die Scoring Regel $S$ besteht aus einer Anzahl Scoring Funktionen, wobei $S_i(\mu(p))$ den (Score-)Wert in Abhängigkeit vom angegebenen Belief $\mu(p)$ bestimmt, wenn Ereignis $i$ eintritt
$\pi = (\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n)$	bezeichnet die wahren Beliefs eines Spielers, wobei $\pi_i$ dem wahren Belief in Bezug auf Ereignis $i$ entspricht
$I_k$	ist eine Indikatorfunktion mit $I_k = 1$ , wenn das vorhergesagte Ereignis auch dem eingetretenen Ereignis $k$ entspricht und $I_k = 0$ , wenn nicht

Aus Sicht von Spieler  $j = 1$  bietet ein beliebiges 2x2 Spiel zwei mögliche (prognostizierbare) Ereignisse: Ereignis  $A$  – der Spieler  $j = 2$  wählt Strategie  $A$  und Ereignis  $B$  – der Spieler  $j = 2$  wählt Strategie  $B$ . Damit kann Spieler  $j = 1$  zwei, den Ereignissen entsprechende Beliefs ( $\mu_1(p_A)$  und  $\mu_1(p_B)$ ) angeben, wobei gilt

$$\mu_1(p_A) + \mu_1(p_B) = 1.$$

Ausgehend von der allgemeinen Darstellung der quadratischen Entlohnungsfunktion

$$S_i(\mu(p)) = \alpha - \beta \sum_{k=1}^n (I_k - \mu(p_k))^2 \quad (\text{mit } \alpha, \beta > 0)$$

---

<sup>29</sup> Die nachfolgende Darstellung zum Nachweis der Anreizkompatibilität der quadratischen Entlohnungsfunktion (4.1.1) sowie der linearen Entlohnungsfunktion (4.1.2) und die verwendete Notation basieren in Teilen auf den Ausführungen von Palfrey und Wang (2009, Seite 101).

ergeben sich unter Verwendung von  $\alpha = 1$  und  $\beta = 0,5^{30}$  die folgenden (Score-)Werte:

$$S_A = 1 - \mu_1(p_B), \text{ wenn Ereignis A eintritt}$$

$$S_B = 1 - \mu_1(p_A), \text{ wenn Ereignis B eintritt}$$

Ausgehend hiervon, so argumentieren Palfrey und Wang (2009), ließe sich zeigen, dass ein Spieler seine erwartete Auszahlung (erwarteten Score-Wert) dann maximiert, wenn er  $\mu(p) = \pi$  angibt. Damit hat der Spieler keinen Anreiz einen anderen als den wahren Belief  $\pi$  anzugeben.

#### 4.1.2 Anreizkompatibilität einer linearen Entlohnungsfunktion

Ausgehend von den unter 4.1.1 eingeführten Definitionen und Notationen, ergibt sich die allgemeine Form einer linearen Entlohnungsfunktion wie folgt:

$$S_i(p) = \alpha - \beta \sum_{k=1}^n I_k \cdot p_k \text{ (mit } \beta > 0\text{)}.$$

Wird für  $\alpha = 0$  und  $\beta = 1$  gewählt, so entspricht der lineare (Score-)Wert dem angegebenen Belief für das realisierte Ereignis. Diese Funktion ist nicht anreizkompatibel, denn ein Spieler mit einem Belief  $\pi$  maximiert seinen erwarteten (Score-)Wert, wenn er das wahrscheinlichste Ereignis am stärksten gewichtet. Hält ein Spieler jedoch die zwei Ereignisse für gleich wahrscheinlich, ist jeder mögliche Belief  $\pi$  optimal. Damit optimiert diese Funktion nicht die Genauigkeit (Schärfe und Konzentration) der Vorhersage und ist deshalb nicht anreizkompatibel.

## 4.2 Zwischenfazit

Eine möglichst genaue Vorhersage (in Bezug auf Schärfe und Konzentration) ist im Sinne einer guten Entscheidungsfindung von besonderem Interesse. Dabei zeigen die vorstehenden Ausführungen, dass die Art der Ermittlung, und hier insbesondere der verwendete Anreizmechanismus, eine zentrale Rolle spielt.

Es wurde gezeigt, dass die Anreizkompatibilität eines Mechanismus gegeben sein muss, um als Entlohnungsfunktion Verwendung zu finden. Mit der quadratischen Entlohnungsfunktion wurde ein Beispiel einer anreizkompatiblen Funktion vorgestellt. Neben dieser gibt es noch weitere anreizkompatible Mechanismen, so

---

<sup>30</sup> Die verwendeten Werte für  $\alpha$  und  $\beta$  entsprechen den Werten aus Palfrey und Wang (2009, Seite 101). Die Verwendung von  $\alpha$  erlaubt die Ermittlung eines positiven Score-Werts. Die Verwendung von  $\beta$  ermöglicht eine Skalierung des Einflusses der Abweichung auf den Score-Wert. Dies ist insbesondere für die Ermittlung einer Auszahlung basierend auf dem Score-Wert hilfreich.

zum Beispiel die logarithmische Scoring Funktion. Mit der linearen Entlohnungsfunktion wurde ein Beispiel für eine nicht-anreizkompatible Funktion gegeben.

Um im Rahmen der Gleichgewichtsauswahl in Spielen mit multiplen Gleichgewichten den Einfluss der Beliefabfrage und damit des verwendeten Mechanismus zu überprüfen, ist es notwendig verschiedene Mechanismen auf ihren Einfluss auf die Entscheidungen von Spielern zu prüfen. Hier erscheint auch die Verwendung einer linearen Funktion, aufgrund ihrer relativ einfachen Struktur, sinnvoll.



## 5 Gleichgewichtsauswahl im Koordinationsspiel

In den folgenden Abschnitten wird die Gleichgewichtsauswahl von Spielern in verschiedenen Koordinationsspielen untersucht. Koordinationsspiele sind dabei typische Vertreter von Spielen mit multiplen Gleichgewichten. Ausgehend von den in Kapitel 1 motivierten zentralen Fragestellungen, werden in diesem Kapitel verschiedene Spielsituationen entworfen. Im Rahmen dieser Spielsituationen werden die in den Kapiteln 2, 3 und 4 vorgestellten Parameter so variiert, dass ihr Einfluss auf das Verhalten und damit auf das Spielergebnis untersucht werden kann.

Für diese Spielsituationen wurden experimentelle Studien durchgeführt, die über die folgenden Teilaspekte dargestellt werden:

- 1 Darstellung der Spielsituation und Abgrenzung der (spiel-)theoretischen und verhaltensökonomischen Annahmen und Modelle. Es wird dargestellt, zu welchen Vorhersagen bezüglich des Verhaltens der Spieler beziehungsweise des Spielausgangs einzelne Modelle gelangen, um ausgehend hiervon Hypothesen bezüglich des Verhaltens von Spielern beziehungsweise des Spielergebnisses abzuleiten.
- 2 Beschreibung des experimentellen Ablaufs. Hier wird dargelegt, wie die theoretischen Spielsituationen in Laborexperimenten umgesetzt wurden.
- 3 Auswertung der experimentellen Befunde mit dem Ziel, die aufgestellten Hypothesen zu widerlegen oder zu bestätigen.

Es wird wesentlich auf vier experimentelle Studien, die aus verschiedenen Telexperimenten bestehen, eingegangen werden. In der ersten Studie wird ein symmetrisches 2x2 Koordinationsspiel betrachtet. Die zweite Studie basiert auf der ersten, variiert diese jedoch in der Höhe der für die Spieler zu erzielenden Auszahlungen. Die dritte Studie basiert gleichsam auf der ersten, nutzt allerdings verschiedene Auszahlungsmechanismen. In der vierten Studie wird ein 6-Personen-Koordinationsspiel verwendet.

Die vorgenommenen Variationen erlauben es einerseits, deren Einfluss auf das Verhalten von Spielern in derselben Spielsituation zu untersuchen, andererseits ist es möglich, bestehende (theoretische) Annahmen bezüglich einer Implementierung dieser Variationen zu untersuchen.

## 5.1 Das 2x2 Koordinationsspiel – Basisspiel<sup>31</sup>

Um das grundlegende Entscheidungsverhalten von Spielern in einem (Koordinations-)Spiel zu untersuchen, eignet sich ein möglichst einfach gehaltenes Spieldesign als Startpunkt am besten. Ein symmetrisches 2x2 Koordinationsspiel, als Einmal-Spiel gespielt, bildet daher den Ausgangspunkt.

		Spaltenspieler	
		A	B
Zeilenspieler	A	200 200	0 120
	B	120 0	150 150

Abbildung 6: Ergebnismatrix des 2x2 Koordinationsspiels<sup>32</sup>

In diesem nichtkooperativen, symmetrischen Spiel ist die Menge der Spieler mit  $I = \{1,2\}$  gegeben. Jeder Spieler hat die Wahl zwischen zwei reinen Strategien ( $A$  und  $B$ ), somit hat Spieler  $i$  die Strategiemenge  $\Sigma_i = \{A, B\}$ . Wie in der Ergebnismatrix (Abbildung 6) dargestellt, sind für die Auszahlungsfunktion  $H_i$  die folgenden Werte gegeben:

- Wählen beide Spieler die Strategie  $A$ , gilt  $H_1(A, A) = H_2(A, A) = 200$ .
- Wählen beide Spieler die Strategie  $B$ , gilt  $H_1(B, B) = H_2(B, B) = 150$ .
- Wählt Spieler  $i = 1$  (Spieler  $i = 2$ ) die Strategie  $A$  und der Spieler  $i = 2$  (Spieler  $i = 1$ ) die Strategie  $B$ , gilt  $H_1(A, B) = 0$  ( $H_2(B, A) = 0$ ) und  $H_2(A, B) = 120$  ( $H_1(B, A) = 120$ ).

Um die Struktur des Spiels und gleichzeitig das Problem der Gleichgewichtsauswahl beziehungsweise der Strategiewahl durch die Spieler zu verdeutlichen, eignet sich die Darstellung der „Beste-Antwort-Korrespondenzen“ des Spiels (vgl. Abschnitt 2.1.4.).

<sup>31</sup> Auszüge der Untersuchung dieses 2x2 Koordinationsspiels finden sich auch in Neumann und Vogt (2009).

<sup>32</sup>  $A$  und  $B$  sind die möglichen Strategiewahlen der Spieler. Die Zahlenwerte entsprechen dem Spielausgang für die jeweilige Kombination der Strategiewahlen. Hierbei repräsentieren die links stehenden Zahlen den Spielausgang der Zeilenspieler, die rechts stehenden entsprechend denen des Spaltenspielers.

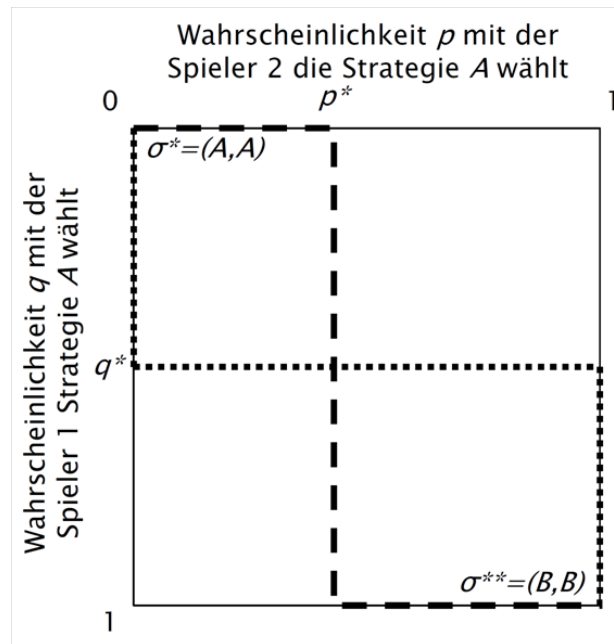


Abbildung 7: Beste-Antwort-Korrespondenzen im 2x2 Koordinationsspiel

In Abbildung 7 stellt die gestrichelte (gepunktete) Linie die optimale Wahrscheinlichkeit, mit welcher der Zeilenspieler (Spaltenspieler) die Strategie A wählt, als Funktion der Wahrscheinlichkeit, mit welcher der Spaltenspieler (Zeilenspieler) die Strategie A wählt, dar. Ausgehend von dieser „Beste-Antwort-Korrespondenz“ wählt der Zeilenspieler die Strategie A (B), wenn er erwartet, dass der Spaltenspieler die Strategie mit der Wahrscheinlichkeit  $p$  größer (kleiner) als  $p^*$  wählt. Der Wert von  $p^*$  entspricht dabei der Wahrscheinlichkeit, mit welcher der Zeilenspieler seine Strategiewahl im Gleichgewicht in gemischten Strategien mischt. Über die gleiche Argumentation lässt sich zeigen, dass der Wert von  $q^*$  der Wahrscheinlichkeit entspricht, mit der der Spaltenspieler seine Strategiewahl im Gleichgewicht in gemischten Strategien mischt.

Der Wert von  $p^*$  lässt sich über den folgenden Ausdruck, unter Verwendung der Auszahlungsfunktion  $H_1(\cdot)$ , berechnen:

$$H_1(A,A) \cdot p + H_1(A,B) \cdot (1-p) = H_1(B,A) \cdot p + H_1(B,B) \cdot (1-p).$$

Dabei entspricht  $H_1(A,A)$  beispielsweise der (Auszahlungs-)Konsequenz des Zeilenspielers (Spieler  $i = 1$ ) bei Wahl von Strategie A, gegeben der Spaltenspieler (Spieler  $i = 2$ ) wählt Strategie A. Ausgehend von der Ergebnismatrix in Abbildung 6, ergeben sich somit die folgenden Werte:  $H_1(A,A) = 200$ ,  $H_1(A,B) = 0$ ,  $H_1(B,A) = 120$  und  $H_1(B,B) = 150$ .

Werden diese in die Gleichung eingesetzt, ergibt sich:

$$200 \cdot p + 0 \cdot (1-p) = 120 \cdot p + 150 \cdot (1-p)$$

$$p^* = \frac{150}{[200 + 150 - 120]}$$

$$p^* = 0,65.$$

Unter Verwendung des Erwartungswert-Prinzips zeigt sich, dass für Werte  $p > 0,65$  der Erwartungswert von Strategie  $A$  größer ist als der von Strategie  $B$ . Entsprechend entgegengesetzt verhält es sich für Werte  $p < 0,65$ .

Die Abbildung 7 zeigt, dass das Spiel zwei Nash-Gleichgewichte in reinen Strategien, das Strategieprofil  $\sigma^* = (A, A)$  und das Strategieprofil  $\sigma^{**} = (B, B)$ , hat. Da im Strategieprofil  $\sigma^* = (A, A)$  beide Spieler ein höheres Spielergebnis realisieren als in jedem anderen möglichen Strategieprofil, ist  $\sigma^* = (A, A)$  das auszahlungsdominante (pareto-perfekte) Gleichgewicht. Zusätzlich zeigt Abbildung 7, dass  $(p^*, q^*)$  dem Gleichgewicht in gemischten Strategien entspricht.

Aus der Argumentation der „Beste-Antwort-Korrespondenz“ folgt, dass die Strategiewahlen der Spieler einerseits von ihren Erwartungen (Beliefs) bestimmt werden und andererseits von den Werten  $p^*$  und  $q^*$  abhängen. Die Werte  $p^*$  und  $q^*$  wiederum ergeben sich aus der Auszahlungsfunktion der Spieler. Damit lässt sich die Strategiewahl der Spieler als Funktion ihrer Beliefs und ihrer Risikoneigung beschreiben. Entsprechend dieser Funktion ist die Strategiewahl eines Spielers davon abhängig, wie optimistisch (oder pessimistisch) sein Belief ist, also wie sehr er glaubt, dass der andere Spieler die korrespondierende Strategie wählt. Die gleiche Argumentation, nur mit entgegengesetzten Vorzeichen, lässt sich auch für den Einfluss der Risikoneigung führen. Es gilt also:

- Je optimistischer ein Spieler ist, dass der andere Spieler beispielsweise Strategie  $A$  ( $B$ ) wählt, desto sicherer wählt er auch die Strategie  $A$  ( $B$ ).
- Je *risikofreudiger* (*risikoaverser*) ein Spieler ist, desto sicherer wählt er die riskante Strategie  $A$  (beziehungsweise die sichere Strategie  $B$ ).

Aus der Gegenüberstellung dieser Punkte folgt, dass die Strategiewahl eines Spielers nicht notwendig über nur einen der beiden Parameter erklärt werden kann (vgl. Berninghaus et al., 2011). In Anlehnung an Diskinson (2009) führt dies zur Frage nach dem Zusammenwirken der Parameter Risikoneigung und Beliefs.

### 5.1.1 Das Maß der Risikodominanz

Um die Risikodominanz eines Gleichgewichts gegenüber einem anderen Gleichgewicht zu bestimmen, schlägt Selten (1995) eine Alternative zum Kriterium

der Risikodominanz von Harsanyi und Selten (1988) vor. Wird die obige Notation auf das von Selten (1995) vorgeschlagene angewendet, bestimmt sich die Risikodominanz  $R$  des Gleichgewichts  $\sigma^{**} = (B, B)$  über das Gleichgewicht  $\sigma^* = (A, A)$  wie folgt bestimmen:

$$R = \log \left[ \frac{H_1(B, B) - H_1(A, B)}{H_1(A, A) - H_1(B, A)} \right]$$

Hier entspricht  $R$  dem Maß der Risikodominanz,  $H_1$  entspricht der Auszahlung von Spieler  $i = 1$  für die jeweiligen Strategiekombinationen.

Die Interpretation dieses Maßes, entsprechend der von Selten (1995) vorgegebenen Axiomatik, führt zu folgenden Aussagen:

- ist  $R > 0$ , ist das Strategieprofil  $\sigma^{**} = (B, B)$  risikodominant
- ist  $R = 0$ , ist das Gleichgewicht in gemischten Strategien  $(p^*, q^*)$  risikodominant
- ist  $R < 0$ , ist das Strategieprofil  $\sigma^* = (A, A)$  risikodominant

Ausgehend von der gegebenen Ergebnismatrix (Abbildung 6), entspricht  $H_1(B, B) = 150$ ,  $H_1(A, B) = 0$ ,  $H_1(A, A) = 200$  und  $H_1(B, A) = 120$ . Wird  $R$  für die gegebene Ergebnismatrix bestimmt, so erhält man:

$$R = \log \left[ \frac{150 - 0}{200 - 120} \right] = \log(1,875) \approx 0,27$$

Damit ist  $R > 0$  und somit ist das Strategieprofil  $\sigma^{**} = (B, B)$  risikodominant gegenüber dem Strategieprofil  $\sigma^* = (A, A)$  und auch gegenüber dem Gleichgewicht in gemischten Strategien  $(p^*, q^*)$ . Schmidt et al. (2003) führen aus, dass  $R$  kein Maß für die Risikopräferenz ist, vielmehr beschreibt es das relative Risiko zwischen den zwei Gleichgewichten in reinen Strategien.<sup>33</sup>

### 5.1.2 Das Maß der Auszahlungsdominanz

Um die Rolle der Auszahlungsdominanz eines Gleichgewichts über ein anderes Gleichgewicht zu betrachten, schlagen Schmidt et al. (2003) ein Maß für die Auszahlungsdominanz vor. Sie gehen bei ihren Überlegungen davon aus, dass jede

---

<sup>33</sup> Um das Risikodominanzmaß anwenden zu können, argumentiert Selten (1995), sei es notwendig, dass die Ergebniswerte nicht als monetäre Werte, sondern als von-Neumann-Morgenstern Nutzenwerte gegeben sind. Eine ausführlichere Diskussion dieses Punktes findet sich in Schmidt et al. (2003). Schmidt et al. argumentieren jedoch, dass die Berechnung über die monetären Werte dann keinen Einfluss auf die Aussage des Maßes hat, wenn angenommen wird, dass die Nutzenfunktion der Entscheider monoton steigend sei. Die hier gewählte Darstellung des Maßes der Risikodominanz und die Interpretation sind an die, von Schmidt et al. (2003) gewählte Form angelehnt.

Wahl eines Gleichgewichts, welches nicht dem auszahlungsmaximalen Gleichgewicht entspricht, zu einem Effizienzverlust führen muss. Dieser Effizienzverlust, als prozentualer Anteil berechnet, dient dann als Maß der Auszahlungsdominanz  $P$ . Angewendet auf die gegebene Ergebnismatrix ergibt sich:

$$P = \left[ \frac{H_1(A, A) - H_1(B, B)}{H_1(A, A)} \right]$$

Entsprechend der Ergebnismatrix ergibt sich für  $H_1(A, A) = 200$  und  $H_1(B, B) = 150$  ein Maß der Auszahlungsdominanz:

$$P = \left[ \frac{200 - 150}{200} \right] = \frac{1}{4}$$

Wie Schmidt et al. (2003) ausführen, ist der genaue Wert von  $P$  nicht von zentraler Bedeutung.<sup>34</sup> Vielmehr unterstellen die Autoren, dass, je größer der Effizienzverlust sei, desto wahrscheinlicher sei es, dass sich die Spieler in das auszahlungsdominante Gleichgewicht koordinieren (vgl. Schmidt et al., 2003, S.284).

### 5.1.3 Zwischenfazit zum Maß der Risikodominanz und zum Maß der Auszahlungsdominanz

Werden die beiden vorgestellten Maße nun zur Prognose der Strategiewahlen der Spieler verwendet, so führt die alleinige Verwendung des Maßes der Risikodominanz zur Erwartung, dass das Strategieprofil  $\sigma^{**} = (B, B)$  gewählt wird. Demgegenüber führt eine alleinige Verwendung des Maßes der Auszahlungsdominanz zur Erwartung, dass das Strategieprofil  $\sigma^* = (A, A)$  gewählt wird (vgl. Schmidt et al., 2003, S.285). Die Anwendung eines der beiden Maße würde also zu einer perfekten Koordination in eines der beiden Nash-Gleichgewichte in reinen Strategien führen.

## 5.2 Ermittlung der Risikoneigung

Ausgehend von den in Kapitel 3 beschriebenen Ansätzen zur Ermittlung der Risikoneigung, wird im Folgenden auf das „Multiple price list“-Konzept, in Anlehnung an Holt und Laury (2002) eingegangen werden. Um zu einem solchen Design zu gelangen, werden einzelne Entscheidungen aus dem Koordinationsspiel

---

<sup>34</sup> Der exakte Wert von  $P$  ist dann von Bedeutung, wenn das Verhalten von Spielern in verschiedenen Koordinationsspielen untersucht werden soll, erlaubt er dann doch eine Prognose hinsichtlich einer etwaigen Verschiebung der Strategiewahlen von Spielern in Relation zum resultierenden Effizienzverlust.

isoliert und durch Verwendung subjektiver Wahrscheinlichkeiten aus dem Kontext einer Entscheidung unter Unsicherheit in eine Entscheidungssituation unter Risiko überführt. Für ausgewählte Eintrittswahrscheinlichkeiten wird die strategische Unsicherheit des Koordinationsspiels in das Risiko einer Lotterie gewandelt, was die Anwendung der in Abschnitt 3.2.1 beschriebenen Variante nach Holt und Laury (2002) erlaubt.

### 5.2.1 Vom Koordinationsspiel zur Lotterie

Wie in Abschnitt 5.1 beschrieben, hat im Koordinationsspiel jeder Spieler  $i = (1,2)$  die Wahl zwischen zwei möglichen (reinen) Strategien  $\{A, B\}$ . Dabei hängt das resultierende Ergebnis von Spieler  $i = 1$  jedoch nicht allein von seiner eigenen Strategiewahl ab, sondern ergibt sich erst aus der Kombination mit der Strategiewahl von Spieler  $i = 2$ . Da Spieler  $i = 1$  jedoch keine Informationen über das genaue Verhalten vom Spieler  $i = 2$  hat, kann er nur annehmen, dass Spieler  $i = 2$  die Strategie  $A$  mit einer Wahrscheinlichkeit  $\mu_1(p_{A2})$  und die Strategie  $B$  mit einer Wahrscheinlichkeit  $\mu_1(p_{B2})$  wählt.<sup>35</sup> Dabei bezeichnet die Wahrscheinlichkeit  $\mu_1(\cdot)$  den Belief (die Erwartung) von Spieler  $i = 1$  über die Wahrscheinlichkeiten  $p_{A2}$  ( $p_{B2}$ ), mit der Spieler  $i = 2$  die reine Strategie  $A$  (reine Strategie  $B$ ) wählt. Ausgehend hiervon kann das Entscheidungsproblem aus Sicht von Spieler  $i = 1$  als Entscheidung zwischen zwei Lotterien dargestellt und interpretiert werden. Die Lotterien ergeben sich aus Sicht von Spieler 1 wie folgt:<sup>36</sup>

- Bei Wahl der Strategie  $A$  durch Spieler 1 erhält dieser:

$$\mathcal{L}_A = [\mu_1(p_{A2}), 200; \mu_1(p_{B2}), 0].$$

- Bei Wahl der Strategie  $B$  durch Spieler 2 erhält dieser:

$$\mathcal{L}_B = [\mu_1(p_{A2}), 150; \mu_1(p_{B2}), 120].$$

Für die in den Lotterien verwendeten Beliefs gilt:

$$0 \leq \mu_1(p_{A2}) \leq 1 \text{ beziehungsweise } 0 \leq \mu_1(p_{B2}) \leq 1$$

und:

$$\mu_1(p_{A2}) = 1 - \mu_1(p_{B2}).$$

---

<sup>35</sup> Entsprechend gilt aus Sicht von Spieler  $i = 2$ , dass Spieler  $i = 1$  die Strategie  $A$  mit Wahrscheinlichkeit  $\mu_2(p_{A1})$  und Strategie  $B$  mit Wahrscheinlichkeit  $\mu_2(p_{B1})$  wählt.

<sup>36</sup> Die korrespondierenden Lotterien für Spieler  $i = 2$  ergeben sich in gleicher Weise, es ändert sich nur der Index der Eintrittswahrscheinlichkeit.

Mittels dieser Überlegung lässt sich eine Anzahl an Lotterien so entwickeln, dass sie der zur Anwendung des „Multiple price list“-Konzepts notwendigen Form entsprechen.

### 5.2.2 Beispiel für die Überführung der Entscheidung im Koordinationsspiel in eine Lotterie

Um die Entscheidung des Zeilenspielers (Spieler  $i = 1$ ) aus dem Koordinationsspiel in eine Lotterie zu überführen, sei zunächst die Ausgangssituation gemäß Abbildung 6 betrachtet.<sup>37</sup>

Da der Zeilenspieler keine Information darüber hat, welche Strategie der Spaltenspieler (Spieler  $i = 2$ ) wählt (beziehungsweise über die Wahrscheinlichkeiten der Strategiewahl des Spaltenspielers), muss er sich einen Belief bezüglich der Strategiewahl bilden.

Wie in Abbildung 8 dargestellt, wird an dieser Stelle beispielhaft angenommen, der Zeilenspieler  $i = 1$  erwartet, dass der Spaltenspieler  $i = 2$  die reine Strategie  $A$  (reine Strategie  $B$ ) mit  $\mu_1(p_{A2}) = 0,9$  ( $\mu_1(p_{B2}) = 0,1$ ) wählt.

		Spaltenspieler (Spieler $i = 2$ )	
		$A$ $\mu_1(p_{A2}) = 0,9$	$B$ $\mu_1(p_{B2}) = 0,1$
Zeilenspieler (Spieler $i = 1$ )	$A$	200 200	0 120
	$B$	120 0	150 150

Abbildung 8: Darstellung Ausgangssituation im Koordinationsspiel, erweitert um Beliefs

Ausgehend von diesen Beliefs erwartet der Zeilenspieler also, dass er mit Wahrscheinlichkeit  $\mu_1(p_{A2}) = 0,9$  eine Auszahlung von 200 und mit Wahrscheinlichkeit  $1 - \mu_1(p_{A2}) = 0,1$  eine Auszahlung von 0 realisiert, wenn er Strategie  $A$  wählt. Entsprechend erwartet er, dass er mit Wahrscheinlichkeit  $\mu_1(p_{B2}) = 0,1$  eine Auszahlung von 150 und mit Wahrscheinlichkeit  $1 - \mu_1(p_{B2}) = 0,9$  eine Auszahlung von 120 realisiert, wenn er Strategie  $B$  wählt. Diese Beziehungen sind in Abbildung 9 zusammengefasst.

<sup>37</sup> Die Überführung der Entscheidung des Spaltenspielers funktioniert entsprechend.



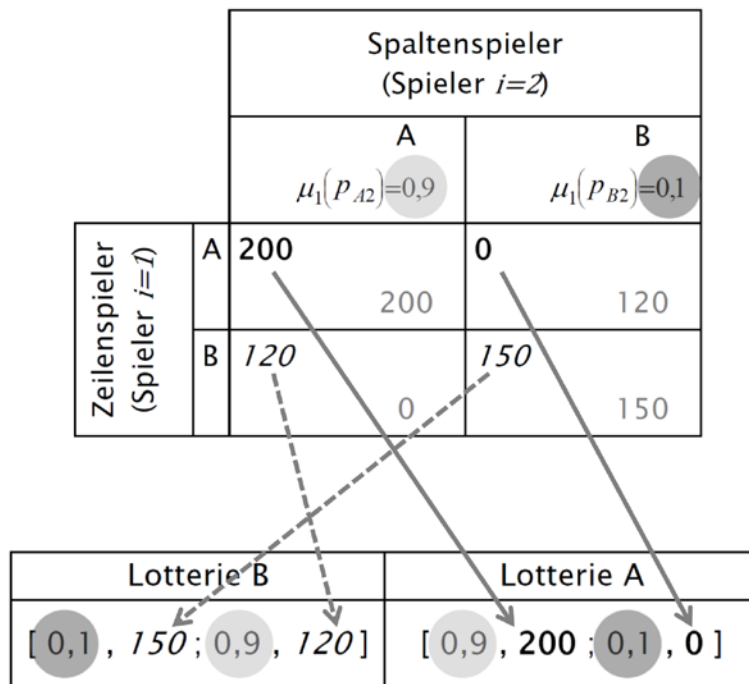


Abbildung 9: Die Überführung der Entscheidung im Koordinationsspiel in eine Lotteriewahl aus der Sicht des Zeilenspielers

In der Abbildung 9 ist die Ergebnismatrix mit den beispielhaft angenommenen Beliefs dargestellt. Die Pfeile zeigen an, an welchen Stellen sich die Auszahlungskonsequenzen des Koordinationsspiels in den korrespondierenden Lotterien wiederfinden. Über die Hervorhebung ist kenntlich gemacht, wo sich die Beliefs in den Lotterien wiederfinden.

Nach diesem Schema lassen sich für die möglichen Entscheidungen der Spieler im Koordinationsspiel für beliebige (verschiedene) Beliefs die korrespondierenden Lotterien ableiten.

### 5.2.3 Von der Lotteriewertung zur Risikoneigung

Entsprechend des „Multiple price list“-Konzepts lassen sich mittels der Überlegungen aus 5.2.1 verschiedene Lotterien entwickeln, über deren Bewertung Rückschlüsse auf die Risikoneigung des Spielers möglich sind. Die zur Bildung der Lotterien notwendigen Wahrscheinlichkeiten  $\mu_i(\cdot)$  repräsentieren dabei mögliche Beliefs bezogen auf die Wahrscheinlichkeit, mit der der andere Spieler die korrespondierende Strategie wählt. Dabei gilt  $\mu_i(\cdot) \in [0,1]$ . In der nachfolgenden Tabelle 3 entspricht die Lotterie  $\mathcal{L}_A$  der Wahl von Strategie A und die Lotterie  $\mathcal{L}_B$  der Wahl von Strategie B im Koordinationsspiel.

$j$	Lotterie $\mathcal{L}_A$				Lotterie $\mathcal{L}_B$				Erwartungswert		Differenz
	$\mu_1(p_{A2})$	$k_{A1}$	$\mu_1(p_{B2})$	$k_{A2}$	$\mu_1(p_{B2})$	$k_{B1}$	$\mu_1(p_{A2})$	$k_{B2}$	$E_i(\mathcal{L}_A)$	$E_i(\mathcal{L}_B)$	$E_i(\mathcal{L}_A) - E_i(\mathcal{L}_B)$
1	0,9	200	0,1	0	0,1	150	0,9	120	180	123	57
2	0,8	200	0,2	0	0,2	150	0,8	120	160	126	34
3	0,7	200	0,3	0	0,3	150	0,7	120	140	129	11
4	0,6	200	0,4	0	0,4	150	0,6	120	120	132	-12
5	0,5	200	0,5	0	0,5	150	0,5	120	100	135	-35
6	0,4	200	0,6	0	0,6	150	0,4	120	80	138	-58
7	0,3	200	0,7	0	0,7	150	0,3	120	60	141	-81
8	0,2	200	0,8	0	0,8	150	0,2	120	40	144	-104
9	0,1	200	0,9	0	0,9	150	0,1	120	20	147	-127

Tabelle 3: Korrespondierende Lotterieabfragen zum 2x2 Koordinationsspiel

Ausgehend von den Erläuterungen und Interpretationen aus dem Abschnitt 3.2.1 ist ein Spieler risikoavers, wenn er in Zeile  $j = 1$  die Lotterie  $\mathcal{L}_B$  wählt. Wählt ein Spieler in Zeile  $j = 9$  die Lotterie  $\mathcal{L}_A$ , ist er risikofreudig. Ein risikoneutraler Spieler würde zwischen Zeile  $j = 3$  und Zeile  $j = 4$  indifferent zwischen den Lotterien sein und in diesem Bereich von der riskanten Lotterie  $\mathcal{L}_A$  zur sicheren Lotterie  $\mathcal{L}_B$  wechseln. Ein früherer Wechsel steht hierbei für ein (moderat) risikoaverses Verhalten, ein späterer Wechsel steht für ein (moderat) risikofreudiges Verhalten des Spielers. Wie in Abschnitt 3.2.1 erörtert, sollten Spieler entsprechend ihrer Risikoneigung nur maximal einmal in der Lotteriebewertung wechseln und damit einen eindeutigen Wechsellpunkt zeigen. Dieser Wechsellpunkt, auch Schwellenwert genannt, dient dann als Indikator für die Risikoneigung.

Bleibt die Annahme erhalten, dass die dargestellten Lotterieentscheidungen möglichen Entscheidungssituationen, wie sie im Koordinationsspiel tatsächlich auftreten können, entsprechen, dann sollte das Verhalten im Spiel mittels der identifizierten Risikoneigung erklärbar sein.

### 5.3 Ermittlung der Beliefs

Wie in Kapitel 2 erörtert, hängt das Ergebnis des Spiels nicht nur von der Entscheidung eines Spielers ab, sondern es ergibt sich erst aus der Kombination der

Strategieentscheidungen beider Spieler. Die Entscheidung, welche Strategie ein Spieler wählt, hängt wiederum davon ab, welche Erwartungen er bezüglich der Strategiewahl des anderen Spielers hat (und umgekehrt). Das heißt, die eigene Strategiewahl ist also eine Reaktion auf die eigenen Erwartungen bezüglich des Verhaltens des anderen Spielers. Will man also das Verhalten von Spielern analysieren, ist es notwendig ihre Erwartungen zu ermitteln. Wie in Kapitel 4 gezeigt, lassen sich die Beliefs direkt ermitteln.

In Anlehnung an die von Nyarko und Schotter (2002) verwendete Prozedur werden in einem ersten Ansatz zur direkten Ermittlung der Beliefs zwei Informationen abgefragt. Zum einen die Erwartung von Spieler  $i = 1$  (2) bezüglich der Strategiewahl  $\{A, B\}$  von Spieler  $i = 2$  (1) und zum anderen die Sicherheit von Spieler  $i = 1$  (2) bezüglich dieser erwarteten Strategiewahl.

Als Maß für seine Sicherheit gibt der Spieler einen Wert  $\mu(p)$  mit  $\mu(p) \in [0,1]$ <sup>38</sup> an, der seiner Sicherheit entspricht (dabei repräsentiert der Wert  $\mu(p) = 0$  *absolute Unsicherheit* und  $\mu(p) = 1$  *absolute Sicherheit* in Bezug auf die eigene Erwartung).

Um einen Anreiz zur Angabe des wahren Beliefs zu geben, werden die Beliefangaben über die folgenden quadratischen Funktionen entlohnt:

- Entspricht die vom Spieler  $i = 2$  gewählte Strategie der, die Spieler  $i = 1$  erwartet:

$$\pi = 1 - (1 - \mu(p))^2$$

- Entspricht die vom Spieler  $i = 2$  gewählte Strategie nicht der, die Spieler  $i = 1$  erwartet:

$$\pi = 1 - (\mu(p))^2$$

Beide Auszahlungsfunktionen gehen von einem Ausgangswert 1 aus. Die Auszahlung ist dann maximal ( $\pi = 1$ ), wenn die Strategiewahl des anderen Spielers richtig vorhergesagt wird und der Spieler sich maximal sicher ( $\mu(p) = 1$ ) ist. Die Auszahlung ist dann minimal ( $\pi = 0$ ), wenn die Strategiewahl des anderen Spielers mit maximaler Sicherheit ( $\mu(p) = 1$ ) falsch vorhergesagt wird.<sup>39</sup> Ausgehend von den Erläuterungen in Abschnitt 4.1.1 erfüllt diese Funktion die Anforderung nach

---

<sup>38</sup> Zur einfacheren Darstellung im Experiment machen die Teilnehmer ihre Angaben in Prozent, d.h. sie geben Werte zwischen 0 und 100 an. Die höchste Genauigkeit der Angaben ist dabei ein Prozentpunkt.

<sup>39</sup> Aus den Funktionen folgt außerdem, dass die richtige Vorhersage der Strategiewahl des anderen Spielers mit minimaler Sicherheit ( $\mu(p) = 0$ ) zur minimalen Auszahlung ( $\pi = 0$ ) führt sowie, dass die falsche Vorhersage der Strategiewahl mit minimaler Sicherheit ( $\mu(p) = 0$ ) zur maximalen Auszahlung ( $\pi = 1$ ) führt.

Anreizkompatibilität für den risikoneutralen Entscheider. Somit ist es für einen risikoneutralen Spieler optimal, seinen wahren Belief anzugeben.<sup>40</sup>

Die Funktionen bieten eine sichere Auszahlung von  $\pi = 0,75$ , wenn der Spieler unabhängig von der Erwartung bezüglich der Strategiewahl seine Sicherheit mit  $\mu(p) = 0,50$  angibt.<sup>41</sup> Für einen nicht risikoneutralen Entscheider kann es damit besser sein, Werte für  $\mu(p)$  anzugeben, die nicht dem wahren Belief entsprechen, dafür aber eine höhere sichere Auszahlung garantieren.

## 5.4 Hypothesen

In diesem Abschnitt werden Hypothesen bezüglich des Verhaltens der Spieler im Koordinationsspiel aufgestellt.

Für das gegebene symmetrische 2x2 Koordinationsspiel wurde in Abschnitt 5.1 gezeigt, dass das Spiel zwei Gleichgewichte in reinen Strategien hat, von denen eines  $(A,A)$  riskanter als das andere  $(B,B)$  ist. Unter Verwendung der vorgestellten Maße zur Risikodominanz und zur Auszahlungsdominanz sowie deren Interpretation lassen sich zwei Hypothesen bezüglich des Verhaltens der Spieler im Spiel ableiten:

*H1: Das Verhalten im Spiel folgt allein dem Kriterium der Risikodominanz und daher koordinieren sich die Spieler perfekt in das risikodominante Gleichgewicht.*

*H2: Das Verhalten im Spiel folgt allein dem Kriterium der Auszahlungsdominanz und daher koordinieren sich die Spieler perfekt in das auszahlungsdominante Gleichgewicht.*

Ausgehend von dieser Risikostruktur im Spiel kann unterstellt werden, dass die Risikoneigung eines Spielers sein Verhalten im Spiel maßgeblich beeinflusst. Um diesen Einfluss zu untersuchen, lassen sich, wie in Abschnitt 5.2 gezeigt, Entscheidungssituationen aus dem Kontext der Entscheidung unter Unsicherheit in eine Entscheidung unter Risiko überführen wodurch dann die Risikoneigung ermittelt werden kann. Handelt es sich also tatsächlich um äquivalente Entscheidungssituationen, muss das Verhalten in Situationen unter Risiko dem Verhalten in der äquivalenten Situation unter Unsicherheit entsprechen. Daher lautet die dritte Hypothese:

---

<sup>40</sup> Eine formale Herleitung der Anreizkompatibilität findet sich bei Selten (1998).

<sup>41</sup> Neben der Risikoaversion des Spielers kann auch die Wahrscheinlichkeitsgewichtung des Spielers zu abweichenden Beliefangaben führen.

*H3: Die Risikoneigung eines Spielers bestimmt sein Verhalten im Spiel.*

Folgt man der Argumentation, dass das (Gleichgewichts-)Verhalten in einem Koordinationsspiel Wissen über das Verhalten der anderen Spieler voraussetzt, dieses Wissen jedoch nicht (beziehungsweise nicht vollständig) vorliegt, dann erscheint es plausibel, dass Beliefs als Ersatz für das sichere Wissen von den Spielern verwendet werden. Diese Annahme führt dann zur vierten Hypothese:

*H4: Die Beliefs der Spieler bezüglich des Verhaltens der anderen Spieler bestimmen ihr Verhalten.*

Aufbauend auf der Annahme, dass die Beliefs das Verhalten bestimmen, stellt sich die Frage, ob die Spieler die beste Antwort auf ihre Beliefs spielen, ob die Strategiewahl also die optimale Reaktion auf die eigene Erwartung ist. Um diesen Aspekt zu untersuchen, wird die folgende Hypothese aufgestellt:

*H5: Die Spieler spielen die (theoretisch) beste Antwort auf ihre Beliefs.*

Um diese Hypothesen zu überprüfen und so fundierte Erkenntnisse zum Verhalten von Spielern im Koordinationsspiel zu erhalten, wurde eine experimentelle Untersuchung (Basisexperiment) durchgeführt.

## 6 Experimentelle Untersuchung I – Basisexperiment zu Risiko, Unsicherheit und Beliefs im 2x2 Koordinationsspiel

Dieser Abschnitt befasst sich mit der experimentellen Untersuchung zum 2x2 Koordinationsspiel, welches als Ausgangspunkt für die weiteren Untersuchungen dient.

Da der grundsätzliche Ablauf der im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Experimente weitgehend gleich ist, wird dieser im Folgenden beschrieben. An späteren Stellen wird diese Arbeit auf diesen Ablauf verweisen, ohne ihn, mit Ausnahme bedeutender Abweichungen, nochmals näher zu erörtern.

Alle im Rahmen der Arbeit durchgeführten Experimente wurden im MaXLab (Magdeburger Experimentallabor für Wirtschaftsforschung) durchgeführt. Die Teilnehmer an diesen Studien wurden mittels der Software ORSEE (Greiner, 2004) aus dem Teilnehmerpool des MaXLab rekrutiert. Dieser besteht vorwiegend aus Studierenden verschiedener Fakultäten der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Für die am Computer durchgeführten Experimente oder Teilerperimente wurden Programme unter Verwendung der Experimentalssoftware z-Tree (Fischbacher, 2007) erstellt.

### 6.1 Der experimentelle Ablauf

Der Ablauf der Experimente wurde möglichst identisch gehalten, um etwaige Einflüsse, die sich aus einem geänderten Ablauf ergeben könnten, zu vermeiden. Der Ablauf gestaltete sich dabei wie folgt:

Nach Feststellung der Vollzähligkeit der eingeladenen Teilnehmer wurde jedem eine Teilnehmernummer zugewiesen. Diese Nummer entsprach zugleich der Platznummer im Labor.

Nachdem die Teilnehmer ihre Plätze eingenommen hatten, wurden ihnen die allgemeinen Regeln des MaXLab kurz erläutert.<sup>42</sup> Anschließend wurden die Instruktionen zum Experiment verteilt, welche die Teilnehmer selbstständig zu lesen hatten. Etwaige Fragen einzelner Teilnehmer wurden so besprochen, dass die

---

<sup>42</sup> Diese Regeln beziehen sich insbesondere auf das Verhalten während des Experiments. So wurden die Teilnehmer beispielsweise aufgefordert, nicht mit anderen Teilnehmern zu kommunizieren und ihre Mobilfunkgeräte auszuschalten.

übrigen Teilnehmer hiervon nicht beeinflusst wurden. Wenn kein Teilnehmer mehr Fragen zu den Instruktionen hatte, wurden durch den Experimentator ggf. noch einige Hinweise zum Experiment beziehungsweise den Instruktionen gegeben und anschließend startete das Experiment.

Die Auszahlung des von den Teilnehmern verdienten Geldbetrages erfolgte im Anschluss an das Experiment, mit jedem Teilnehmer individuell. So wurde sichergestellt, dass aus der Auszahlung keine Rückschlüsse auf das Experiment und das Verhalten anderer Teilnehmer am Experiment möglich waren. Dieser Aspekt der Anonymisierung wurde den Teilnehmern im Rahmen der Erläuterung zum Experiment mitgeteilt und war den Teilnehmern somit vor Beginn des eigentlichen Experiments bekannt.

## 6.2 Das Basisexperiment<sup>43</sup>

Ausgehend von den in Abschnitt 5.4 aufgestellten Hypothesen wurden für dieses Basisexperiment zwei Teilexperimente entwickelt. Im ersten Teilexperiment wurde das Verhalten der Teilnehmer im 2x2 Koordinationsspiel ermittelt und die Beliefs abgefragt. Das zweite Teilexperiment diente der Ermittlung der Risikoneigung mit Hilfe des beschriebenen „Multiple price list“-Konzepts.

### 6.2.1 Teilexperiment 1 – Strategiewahlen und Beliefs im 2x2 Koordinationsspiel

In diesem Teilexperiment spielten je zwei zufällig zugeordnete Spieler das in Abschnitt 5.1 beschriebene symmetrische 2x2 Koordinationsspiel. Hierfür wurde jedem Spieler mitgeteilt, ob er als Zeilen- oder als Spaltenspieler agiert. Die in der Ergebnismatrix gegebenen Werte wurden für die Auszahlung mit dem Kurs  $1 \text{ Punkt} = 1 \text{ Eurocent}$  umgerechnet. Hieraus ergab sich bei Wahl von Strategie  $A$  eine erwartete Auszahlung von  $E(A) = 200p$  und bei Wahl von Strategie  $B$  eine erwartete Auszahlung von  $E(B) = 120 + 30p$ . Damit bot die Strategie  $B$  eine minimale (sichere) Auszahlung von  $1,20 \text{ Euro}$ .

Nachdem die Teilnehmer ihre Strategiewahl getroffen hatten, wurden sie aufgefordert anzugeben, was sie glauben, welche Strategie  $\{A, B\}$  der andere Spieler

---

<sup>43</sup> Ablauf, Analyse und Ergebnisse des in diesem (und weiteren) Abschnitt(en) vorgestellten Experiments finden sich auch in Neumann und Vogt (2009). Die Anleitung zum Basisexperiment befindet sich im Anhang A1.

gewählt hat. Zusätzlich sollten sie angeben, wie sicher sie sich bei dieser Angabe sind. Hierfür sollten sie einen Wert aus dem Intervall  $[0,1]$ <sup>44</sup> angeben, der ihrer Sicherheit entsprach, wobei *Null* absolute Unsicherheit und *1* absolute Sicherheit bedeutete. Für diese Angabe wurden die Teilnehmer entsprechend der in Abschnitt 5.3 vorgestellten quadratischen Funktion entlohnt. Die hier erzielte Punktzahl wurde mittels desselben Kurses  $1 \text{ Punkt} = 1 \text{ Eurocent}$  umgerechnet. Ausgehend von den in Abschnitt 5.3 vorgestellten quadratischen Entlohnungsfunktionen war hier, unabhängig von der Richtigkeit der Beliefangabe, eine sichere Auszahlung in Höhe von  $0,75 \text{ Euro}$  möglich.

### 6.2.2 Telexperiment 2 – Lotteriebewertung und Ermittlung Risikoneigung

Im zweiten Telexperiment hatten die Teilnehmer für neun Lotteriepaarungen anzugeben, welche Lotterie sie präferieren oder sie indifferent zwischen den Lotterien eines Paares sind.

Lotteriepaar	Lotterie $\mathcal{L}_A$	Lotterie $\mathcal{L}_B$	Ihre Entscheidung:		
			A	B	indifferent
1	[0,9,200; 0,1,0]	[0,1,150; 0,9,120]			
2	[0,8,200; 0,2,0]	[0,2,150; 0,8,120]			
3	[0,7,200; 0,3,0]	[0,3,150; 0,7,120]			
4	[0,6,200; 0,4,0]	[0,4,150; 0,6,120]			
5	[0,5,200; 0,5,0]	[0,5,150; 0,5,120]			
6	[0,4,200; 0,6,0]	[0,6,150; 0,4,120]			
7	[0,3,200; 0,7,0]	[0,7,150; 0,3,120]			
8	[0,2,200; 0,8,0]	[0,8,150; 0,2,120]			
9	[0,1,200; 0,9,0]	[0,9,150; 0,1,120]			

Tabelle 4: Lotterieabfrage zur Ermittlung der Risikoneigung<sup>45</sup>

Die Herleitung der Lotterien erfolgte in der in Abschnitt 5.2 beschriebenen Weise. Von den neun Lotterien wurde am Ende des Experiments eine ausgewählt, die

<sup>44</sup> Im Experiment wurden die Teilnehmer gebeten, ihre Angaben in Prozent (im Intervall  $[0,100]$ ) anzugeben, was dem leichteren Verständnis für die Teilnehmer dienen sollte. Im Sinne einer einheitlichen Darstellung innerhalb dieser Arbeit wurde diese Darstellungsform entsprechend angepasst.

<sup>45</sup> Zum besseren Verständnis für die Teilnehmer wurde die Darstellung im Experiment so geändert, dass in den Lotterien zuerst die Konsequenz und dann die zugehörige Eintrittswahrscheinlichkeit angegeben war. Zusätzlich waren die Eintrittswahrscheinlichkeiten als Prozentwerte angegeben. Darüber hinaus ist zu beachten, dass im Experiment die Bezeichnung *A* und *B* der Lotterien entgegengesetzt zum Koordinationsspiel verwendet wurde (die riskante Strategie im Koordinationsspiel war Strategie *A*, die riskante Lotterie war Lotterie *B*). Im Sinne einer einheitlichen Darstellung in dieser Arbeit, ist diese Zuordnung getauscht wurden.



auszahlungsrelevant wurde. Hierfür wurde aus einer Urne mit neun nummerierten Bällen einer gezogen. Die Nummer des gezogenen Balls entsprach dann der Lotteripaarung, deren Bewertung durch den Teilnehmer anschließend ausgespielt wurde. Hatte der Teilnehmer sich für eine der beiden Lotterien entschieden, wurde diese ausgespielt. Hierfür wurde erneut ein Ball aus einer Urne gezogen. Die Urne enthielt eine Anzahl an roten und blauen Bällen, wobei rote Bälle einer Realisierung von Konsequenz 1 der Lotterie entsprachen und blaue Bälle der Konsequenz 2. Die Anzahl an roten beziehungsweise blauen Bällen ergab sich aus den jeweiligen Eintrittswahrscheinlichkeiten der Konsequenzen. So enthielt die Urne beispielsweise für die Lotterie  $\mathcal{L} = [0,7,200; 0,3,0]$  sieben rote und drei blaue Bälle.

War ein Teilnehmer für die ermittelte Lotteripaarung indifferent zwischen den beiden Lotterien, so wurde durch einen Münzwurf entschieden, welche Lotterie gespielt wurde. Auch die in den Lotterien gegebenen Werte der jeweiligen Konsequenz wurden mit demselben Kurs  $1 \text{ Punkt} = 1 \text{ Eurocent}$  umgerechnet. Wie im Koordinationsspiel, bot auch hier die sichere Lotterie  $B$  einen sicheren Auszahlungsbetrag von  $1,20 \text{ Euro}$ .

## 6.3 Ergebnisse des Basisexperiments

An diesem Basisexperiment nahmen 36 Probanden teil. Dieses Experiment wurde in sechs Sessions mit je sechs Teilnehmern durchgeführt. Eine Session dauerte insgesamt etwa 25 Minuten und ausgehend vom Umrechnungskurs  $1 \text{ Punkt} = 1 \text{ Eurocent}$  war über das gesamte Experiment eine maximale Auszahlung in Höhe von  $5 \text{ Euro}$  realisierbar. Aufgrund der beschriebenen Auszahlungsmechanismen bot das Gesamtexperiment eine sichere Auszahlungsoption von  $3,15 \text{ Euro}$ .

### 6.3.1 Ergebnisse Teilerperiment 1 – Strategiewahlen und Beliefs im 2x2 Koordinationsspiel

Die Teilnehmer hatten in einem Koordinationsspiel die Wahl zwischen einer riskanten und einer sicheren Strategie. Die Verteilung der Strategiewahlen und die angegebenen Beliefs bezüglich der Strategiewahlen der anderen Spieler ergaben sich wie folgt:

	Anzahl an Spielern (rel. Anteil in Prozent)
Spieler, welche die (riskante) Strategie <i>A</i> wählten:	21 (58,33%)
Spieler, welche die (sichere) Strategie <i>B</i> wählten:	15 (41,67%)
Spieler, die erwarten, dass der andere Strategie <i>A</i> wählt:	24 (66,67%)
Spieler, die erwarten, dass der andere Strategie <i>B</i> wählt:	12 (33,33%)

Tabelle 5: Verteilung der Strategiewahlen und der Erwartungen bezüglich der Strategiewahl des anderen Spielers im Basisexperiment

Dabei zeigte sich zusätzlich, dass 86,11 Prozent der Teilnehmer die Erwartung hatten, der ihnen zugeloste Spieler würde die gleiche Strategie wählen. Die verbleibenden 13,89 Prozent erwarteten entsprechend, dass der zugeloste Spieler die Alternativstrategie zur eigenen Entscheidung wählen würde.

Zur Darstellung der zu den Beliefs (Tabelle 6) angegebenen Sicherheit wurden die Angaben aller Teilnehmer normiert. Hierfür wurden alle Angaben so umgerechnet, dass der resultierende Wert der Sicherheit, die maximale Auszahlung in der riskanten Strategie *A* zu realisieren, entspricht.

	Median des als Wahrscheinlichkeit dargestellten Wertes der Sicherheit die max. Auszahlung in der (riskanten) Strategie <i>A</i> zu realisieren:
Spieler, die die (riskante) Strategie <i>A</i> wählten:	0,80
Spieler, die die (sichere) Strategie <i>B</i> wählten:	0,30

Tabelle 6: Darstellung der Beliefs im 2x2 Koordinationsspiel

### Ein Beispiel zur Normierung:

Spieler 1 vermutet, dass Spieler 2 die sichere Strategie *B* wählt und gibt hierzu eine Sicherheit von 0,75 an. Dies entspricht einem Belief  $\mu_1(p_{B2}) = 0,75$ .

Normierung:

Die Normierung soll so erfolgen, dass sie angibt, wie sicher sich der Spieler ist, dass sein Gegenüber die riskante Strategie *A* wählt, er also die maximal mögliche Auszahlung realisiert.

Im Beispiel vermutet Spieler 1, dass Spieler 2 die sichere Strategie *B* wählt, daher wird für die Normierung das Gegenereignis betrachtet. Die gleiche Überlegung greift auch für die Sicherheit. Da Spieler 2 nur die Wahl zwischen den Strategien *A* und *B*

hat, folgt aus der Sicherheit von 0,75 in Bezug auf die Wahl von Strategie  $B$ , dass Spieler 1 mit einer Sicherheit von 0,25 erwartet, dass Spieler 2 die riskante Strategie  $A$  wählt.

Formal:

$$\mu(p) = \text{angegebener Zahlenwert}$$

$$\mu_1(p_{A2}) = 1 - \mu_1(p_{B2}) = 0,25$$

Bezogen auf die Erwartung von Spieler 1 folgt daraus:

Erwartung:

„Spieler 2 wählt Strategie  $B$  mit  
 $\mu_1(p_{B2}) = 0,75$ “

Erwartung:

„Spieler 2 wählt Strategie  $A$  mit  
 $\mu_1(p_{A2}) = 0,25$ “

Der so normierte Wert entspricht dann der Eintrittswahrscheinlichkeit der maximalen Konsequenz (200 Punkte) bei Wahl der riskanten Strategie  $A$ .

### 6.3.2 Ergebnisse Telexperiment 2 – Lotteriebewertung und Ermittlung der Risikoneigung

Die Ergebnisse der Abfrage der Lotteriebewertungen sind in Tabelle 7 gegeben. Es zeigt sich, dass die Mehrzahl der Teilnehmer für die Lotteriepaaire 1 und 2 die riskante Lotterie  $\mathcal{L}_A$  wählt und für die Paare 4 bis 9 die sichere Lotterie  $\mathcal{L}_B$  bevorzugt. Bei einer Eintrittswahrscheinlichkeit von

$$p(k_{A1}) = p(k_{B2}) \approx 0,65$$

und

$$p(k_{A2}) = p(k_{B1}) \approx 0,35$$

sind die Erwartungswerte beider Lotterien gleich (also zwischen den Lotteriepaairen 3 und 4) und somit sollte ein risikoneutraler Spieler hier indifferent sein. Wie in Abschnitt 5.2.3 gezeigt, steht ein Wechsel vor Lotteriepaaire 4 für ein (moderat) risikoaverses Verhalten.

Lotteriepaaar	Lotterie $\mathcal{L}_A$	Lotterie $\mathcal{L}_B$	Anzahl der Spieler, die:		
			$\mathcal{L}_A$ wählten	$\mathcal{L}_B$ wählten	indifferent waren
1	[0,9,200; 0,1,0]	[0,1,150; 0,9,120]	<b>31</b>	5	0
2	[0,8,200; 0,2,0]	[0,2,150; 0,8,120]	<b>29</b>	7	0
3	[0,7,200; 0,3,0]	[0,3,150; 0,7,120]	<b>16</b>	<b>17</b>	3
4	[0,6,200; 0,4,0]	[0,4,150; 0,6,120]	1	<b>30</b>	5
5	[0,5,200; 0,5,0]	[0,5,150; 0,5,120]	0	<b>30</b>	6
6	[0,4,200; 0,6,0]	[0,6,150; 0,4,120]	0	<b>33</b>	3
7	[0,3,200; 0,7,0]	[0,7,150; 0,3,120]	1	<b>35</b>	0
8	[0,2,200; 0,8,0]	[0,8,150; 0,2,120]	1	<b>35</b>	0
9	[0,1,200; 0,9,0]	[0,9,150; 0,1,120]	1	<b>35</b>	0

Tabelle 7: Ergebnisse der Lotteriebewertungen zur Ermittlung der Risikoneigung

Die Ergebnisse zeigen, dass alle Teilnehmer einen eindeutigen Wechsellpunkt haben. Dieses Resultat bestätigt damit andere Studien (vgl. Heinemann et al., 2004 und Heinemann et al., 2009), die ein solches Schwellenwertverhalten bei Experimententeilnehmern zeigen.

Lotteriepaaar	Anzahl der Spieler, die von der riskanten Lotterie $\mathcal{L}_A$ zur sicheren Lotterie $\mathcal{L}_B$ wechseln <sup>46</sup>	Anzahl der Spieler, die von der sicheren Lotterie $\mathcal{L}_B$ zur riskanten Lotterie $\mathcal{L}_A$ wechseln
1	2	0
2	4	0
3	13	0
4	16	0
5	1	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0

Tabelle 8: Wechsellpunkte zwischen den Lotterieentscheidungen

Werden die konkreten Wechsellpunkte in Tabelle 8 betrachtet, zeigt sich, dass der Wechsel zur sicheren Lotterie bei 35 (von 36) Teilnehmern spätestens mit dem

<sup>46</sup> Als Wechsellpunkt wurde hier auch das Lotteriepaaar bewertet, bei dem ein Spieler erstmals von der Entscheidung für die riskante Lotterie zur Antwortoption „Indifferent“ wechselte.

vierten Lotteriepaaer erfolgt. Ausgehend von diesen Befunden lassen sich die Teilnehmer an diesem Experiment im Mittel als risikoavers klassifizieren.

## 6.4 Analyse der Ergebnisse des Basisexperiments – Hypothesen

Im Folgenden werden die zuvor beschriebenen Ergebnisse anhand der in Abschnitt 5.4 aufgestellten Hypothesen zum Verhalten der Teilnehmer beschrieben und analysiert.

### 6.4.1 Erklärung des Verhaltens mittels der Kriterien Risiko- und Auszahlungsdominanz

Die beiden ersten Hypothesen wurden aus den Kriterien Risikodominanz und Auszahlungsdominanz abgeleitet. Die Grundüberlegung war, wie in Abschnitt 5.1.1 erläutert, dass bei alleiniger Anwendung des Kriteriums der Risikodominanz (Auszahlungsdominanz) eine perfekte Koordination in das risikodominante Gleichgewicht  $\sigma^{**} = (B, B)$  (in das auszahlungsdominante Gleichgewicht  $\sigma^* = (A, A)$ ) zu beobachten ist. Entsprechend lauteten die Hypothesen:

*H1: Das Verhalten im Spiel folgt allein dem Kriterium der Risikodominanz und daher koordinieren sich die Spieler perfekt in das risikodominante Gleichgewicht.*

*H2: Das Verhalten im Spiel folgt allein dem Kriterium der Auszahlungsdominanz und daher koordinieren sich die Spieler perfekt in das auszahlungsdominante Gleichgewicht.*

Wie in Tabelle 5 dargestellt, wählen 58,33% (41,67%) der Teilnehmer die riskante Strategie A (die sichere Strategie B). In Tabelle 9 ist die beobachtete Verteilung der Strategiewahlen den, ausgehend von den beiden Auswahlkriterien, erwarteten Verteilungen gegenübergestellt.

Um eine signifikante Aussage in Bezug auf die beiden Hypothesen treffen zu können, wird zunächst die Stärke des Zusammenhangs von erwarteter und beobachteter Verteilung mittels des *Phi – Koeffizienten* ( $\phi$ )<sup>47</sup> bestimmt. Folgt die beobachtete Verteilung aus der erwarteten, sollte der *Phi – Koeffizient* nahe dem Wert  $\phi = 1$  liegen und damit einen perfekten Zusammenhang belegen.

---

<sup>47</sup> Eine Beschreibung des Phi-Koeffizienten findet sich bei Backhaus et al. (2011).

	prozentualer Anteil der Auswahl von Strategie	
	A (riskant)	B (sicher)
erwartete Verteilung bei alleiniger Anwendung <i>Risikodominanz</i>	0	100
erwartete Verteilung bei alleiniger Anwendung <i>Auszahlungsdominanz</i>	100	0
<b>beobachtete Verteilung</b>	<b>58,33</b>	<b>41,67</b>

Tabelle 9: Gegenüberstellung der erwarteten und beobachteten Verteilung der Strategiewahlen im 2x2 Koordinationsspiel

Wird der Zusammenhang zwischen der erwarteten Verteilung bei Anwendung *Risikodominanz* und der beobachteten Verteilung bestimmt, ergibt sich ein Wert von  $\phi = (-)0,6417$ . Dieser Wert deutet auf einen mittleren Zusammenhang.

Überprüft man diesen Zusammenhang durch Anwendung eines Binomial-Tests, so erhält man erst unter Zulassung einer Fehlerwahrscheinlichkeit von 0,54, dass die beobachtete Verteilung aus der erwarteten Verteilung (auf einem Signifikanzniveau von 10%) folgt.

Daher wird Hypothese 1 abgelehnt, mit dem Schluss, dass die Strategiewahlen der Spieler nicht allein dem Kriterium der Risikodominanz folgen. Somit ist auch keine perfekte Koordination auf das risikodominante Gleichgewicht zu beobachten.

Wird die gleiche Auswertung in Bezug auf das Kriterium der *Auszahlungsdominanz* durchgeführt, zeigt sich erneut ein mittlerer Zusammenhang zwischen erwarteter und beobachteter Verteilung der Strategiewahlen ( $\phi = 0,5130$ ). Um einen, auf einem 10% Niveau, signifikanten Zusammenhang beider Verteilungen mittels Binomialtest zeigen zu können, ist es hier nötig eine Fehlerwahrscheinlichkeit von 0,46 zuzulassen.

Ausgehend von diesen Befunden wird auch Hypothese 2 abgelehnt und es folgt hieraus, dass das Verhalten der Spieler auch nicht allein dem Kriterium der Auszahlungsdominanz folgt, mit dem beobachteten Ergebnis, dass auch keine perfekte Koordination auf das auszahlungsdominante Gleichgewicht stattfindet.

#### 6.4.2 Erklärung des Verhaltens der Spieler mittels der Risikoneigung beziehungsweise der Beliefs

Um den Einfluss der Risikoneigung auf das Verhalten der Spieler beziehungsweise das Erklärungspotenzial der Risikoneigung in Bezug auf die Verteilung der Strategiewahlen zu überprüfen, werden die Daten zunächst nach den Strategiewahlen der Spieler gruppiert. Anschließend werden die Mediane der Wechsellpunkte in den Lotterieentscheidungen gegenübergestellt.

	Anzahl der Spieler	Median der Wechsellpunkte der Lotteriebewertungen	Median der Beliefs der Spieler im Spiel
Wahl der riskanten Strategie A	21 (58,33%)	0,70	0,80
Wahl der sicheren Strategie B	15 (41,67%)	0,75	0,30

Tabelle 10: Gegenüberstellung der nach den Strategieentscheidungen gruppierten Wechsellpunkte und Beliefs

Im Folgenden wird die Hypothese 3 überprüft, welche wie folgt formuliert war:

*H3: Die Risikoneigung eines Spielers bestimmt sein Verhalten im Spiel.*

Wendet man einen Wilcoxon-Test auf die Wechsellpunkte der nach ihren Strategiewahlen gruppierten Teilnehmer an, so zeigt sich, dass diese nicht signifikant verschieden sind. Daraus folgt, dass die Risikoneigung der Teilnehmer nicht verschieden ist. Daher kann die Risikoneigung die beobachtete Verteilung der Strategiewahlen, und damit das Verhalten der Spieler im Spiel, nicht allein erklären, mit der Folge, dass die Hypothese 3 abgelehnt wird.

Um die Hypothese 4 zu überprüfen, wird die gleiche Auswertung, diesmal unter Verwendung der normierten Beliefs der Spieler, durchgeführt.

Die Hypothese 4 lautete:

*H4: Die Beliefs der Spieler bezüglich des Verhaltens der anderen Spieler bestimmen ihr Verhalten.*

Es zeigt sich, dass die Beliefs der Spieler in der Gruppe, welche die riskante Strategie A wählen, signifikant verschieden von den Beliefs der Spieler in der anderen Gruppe sind (Wilcoxon-Test, 1% Signifikanzniveau). Dies bedeutet, dass die Spieler der

Gruppe, welche die sichere Strategie  $B$  wählten, die Eintrittswahrscheinlichkeit für die maximale Auszahlung in der riskanten Strategie  $A$  als signifikant geringer einschätzten als die Spieler der anderen Gruppe. Ausgehend von dieser Einschätzung haben diese Spieler dann die Strategie  $B$  gewählt. Somit bestimmen die Beliefs der Spieler ihre Strategiewahlen im Koordinationsspiel.

Die Hypothese 4 kann somit nicht abgelehnt werden.

#### 6.4.3 Erklärung des Verhaltens der Spieler im Koordinationsspiel als beste Antwort auf die Beliefs

Die Auswertung im Abschnitt 0 hat gezeigt, dass die Entscheidungen der Teilnehmer im Spiel über ihre Beliefs bestimmt werden. Sie kompensieren also den Mangel an notwendigen Informationen durch die eigenen Erwartungen und reagieren darauf. Um zu untersuchen, ob diese Reaktion optimal in Bezug auf die eigene Erwartung erfolgt, wurde Hypothese 5 aufgestellt:

*H5: Die Spieler spielen die (theoretisch) beste Antwort auf ihre Beliefs.*

Um diese Hypothese zu überprüfen, wurde zunächst für jeden Spieler die beim anderen Spieler erwartete Strategiewahl der dazu angegebenen Sicherheit in Bezug auf diese Erwartung gegenübergestellt. Anschließend wurden die theoretisch besten Antworten zugeordnet und die Zahl der Übereinstimmungen (Abweichungen) bestimmt. Hier zeigt sich, dass 24 von 36 Teilnehmern die beste Antwort auf ihre Beliefs spielen. Bei zwölf Teilnehmern ist ein abweichendes Verhalten zu beobachten. Lässt man eine Fehlerwahrscheinlichkeit von  $\leq 0,25$  zu, zeigt ein Binomial-Test auf einem Signifikanzniveau von 5%, dass die Teilnehmer die beste Antwort auf ihre Beliefs spielen.

Daher kann Hypothese 5 nicht abgelehnt werden.

Betrachtet man die Gruppe derer, die nicht die beste Antwort spielen genauer, so zeigt sich, dass neun von zwölf Teilnehmern einen Belief von 0,5 angegeben haben, also genau jenen Wert, der die sichere Auszahlung (unabhängig von der Richtigkeit des eigenen Beliefs) im Rahmen der Beliefabfrage bietet. Daher kann das abweichende Verhalten auch als eine Art Auszahlungsoptimierung interpretiert werden. Diese Betrachtung greift die in Abschnitt 2.2 geführte Argumentation zur Frage der Anreizkompatibilität der Entlohnungsfunktion auf. In diesem Fall hätte die Auszahlungsfunktion dazu geführt, dass diese Teilnehmer einen Belief so angeben,



dass er ihre Auszahlung in ihrem Sinne optimiert.<sup>48</sup> Dieser Belief muss dann nicht notwendig dem wahren Belief entsprechen.

## 6.5 Fazit zum Basisexperiment

In dieser als Basisexperiment durchgeführten Untersuchung spielten je zwei Spieler ein symmetrisches 2x2 Koordinationsspiel, in welchem beide Spieler die Wahl zwischen einer riskanten Strategie *A* und einer sicheren Strategie *B* hatten.

Die Analyse des Verhaltens der Spieler anhand von verschiedenen Hypothesen führte zu drei zentralen Ergebnissen:

- 1) Die Risikoneigung der Teilnehmer kann die Verteilung der Strategiewahlen im Koordinationsspiel nicht (allein) erklären.
- 2) Die Beliefs der Spieler bezüglich des Verhaltens des anderen Spielers können das beobachtete Verhalten erklären.
- 3) Die Mehrzahl der Spieler spielt die beste Antwort auf die eigenen Beliefs.

Ausgehend von diesen Ergebnissen des Basisexperiments werden im Folgenden verschiedene Parameter variiert und es wird überprüft werden, wie diese Variationen auf das Verhalten der Spieler, und damit auf die Ergebnisse, wirken.

---

<sup>48</sup> Die Optimierung der Auszahlung kann hier von zwei wesentlichen Aspekten getrieben sein, zum einen der Risikoneigung und zum anderen der Minimierung des kognitiven Aufwands.

## 7 Experimentelle Untersuchung II – Variation der Auszahlungshöhe

Dieses Kapitel widmet sich der ersten Variation des Basisexperiments. Wie in Abschnitt 5 bereits kurz beschrieben, basiert auch diese Untersuchung auf dem Basisexperiment, verwendet jedoch einen geänderten Umrechnungskurs. Mit diesem Kurs ergeben sich deutlich höhere Auszahlungsbeträge. Da jedoch nur der Umrechnungskurs geändert wird, bleibt die (spiel-)theoretische Analyse des verwendeten 2x2 Koordinationsspiels unverändert.<sup>49</sup>

Die Verwendung des identischen Spieldesigns und des gleichen experimentellen Ablaufs, unter ausschließlicher Veränderung der Auszahlungshöhe, erlaubt es, etwaige Änderungen im Verhalten der Teilnehmer auf die Variation der Auszahlung zurückzuführen. Der Einfluss der Auszahlungshöhe auf das Verhalten greift dabei die allgemeine Frage auf, ob menschliches Entscheidungsverhalten in hypothetischen Situationen untersucht werden kann oder ob es grundsätzlich reale Entscheidungssituationen braucht. Hier stellt sich also die Frage, welche Rolle die Konsequenzen einer Entscheidung auf die Entscheidung haben.

Im Rahmen der Argumentation in Abschnitt 3.3.1 wurde gezeigt, dass reale Konsequenzen (hier reale Auszahlungen) gegenüber hypothetischen Auszahlungen vorzuziehen sind. Darüber hinaus wurde im Abschnitt 3.3.2 diskutiert, welchen Einfluss die Auszahlungshöhe auf das Entscheidungsverhalten hat. Es wurde argumentiert, dass ein solcher Einfluss in bestimmten Entscheidungssituationen vorliegt. Jedoch konnte keine allgemeingültige Aussage getroffen werden, in welchen spezifischen Situationen dieser zu beobachten ist.

Ausgehend von der Annahme, dass die Auszahlungshöhe das Verhalten von Entscheidern beeinflussen kann, und insbesondere von der Überlegung, dass kleine, als trivial bewertete Auszahlungen Entscheider zu riskanterem Verhalten animieren (vgl. Kühberger et al., 2002), wird in der folgenden experimentellen Studie die Auszahlungshöhe variiert. Die Ergebnisse werden mit denen des Basisexperiments aus Kapitel 6 verglichen.

---

<sup>49</sup> Die Anleitung zum Basisexperiment mit hohen Auszahlungen befindet sich im Anhang A2.

## 7.1 Das Basisexperiment mit hohen Auszahlungen – Hypothesen

An diesem Experiment nahmen 16 Probanden teil. Der Ablauf folgte dem im Abschnitt 6.1 beschriebenen. Wie im Basisexperiment spielten die Spieler das 2x2 Koordinationsspiel. Ihre Beliefs wurden abgefragt und ihre Risikoneigung mittels Lotteriebewertungen ermittelt.

In diesem Experiment wurden die im Verlauf erspielten Punkte über den Kurs  $1 \text{ Punkt} = 0,45 \text{ Euro}$  umgerechnet und es wurde ausgelost, ob die Strategieentscheidung im Spiel, die Beliefabfrage oder die Lotteriebewertung auszahlungsrelevant wurde. Damit konnten die Teilnehmer eine maximale Auszahlung von  $90 \text{ Euro}$  (im Vergleich zu  $5 \text{ Euro}$  im Basisexperiment) realisieren. Als sichere Auszahlung bot das Experiment  $40,50 \text{ Euro}$  (im Vergleich zu  $3,15 \text{ Euro}$ ).

Da der geänderte Umrechnungskurs die Struktur des Spiels nicht beeinflusst, erfolgt die Analyse im Rahmen dieser zweiten experimentellen Untersuchung anhand der in Abschnitt 5.4 formulierten Hypothesen. Zusätzlich zu diesen wird aus der theoretischen Betrachtung in Abschnitt 3.3.2 die folgende Hypothese 6 abgeleitet:

*H6: Die Höhe der zu erzielenden Auszahlung beeinflusst das Verhalten der Teilnehmer.*

Es lässt sich an dieser Stelle argumentieren, dass die Verwendung des Zufallsmechanismus zur Ermittlung nur eines auszahlungsrelevanten Teilerperiments das Entscheidungsverhalten der Teilnehmer über das Gesamtexperiment beeinflusst (vgl. Battalio et al., 1990). Im hier verwendeten Design hat jede der drei Auszahlungsoptionen eine Eintrittswahrscheinlichkeit von  $z = 0,33$ . Damit ließe sich die Gesamtauszahlung als eine Lotterie über die drei Auszahlungsoptionen und deren jeweiliger Auszahlungskonstellationen beschreiben.

	Auszahlungsoptionen:		
	2x2 Koordinationsspiel	Beliefabfrage	Lotteriebewertung
minimale Auszahlung	0 Euro	0 Euro	0 Euro
sichere Auszahlung	54 Euro	40,50 Euro	54 Euro
maximale Auszahlung	90 Euro	54 Euro	90 Euro

Tabelle 11: Darstellung der Auszahlungsoptionen anhand der realisierbaren Auszahlungshöhen

Auch wenn nicht auszuschließen ist, dass die Verwendung des Zufallsmechanismus das Entscheidungsverhalten beeinflusst, bleibt der deutliche Unterschied in der

Auszahlungshöhe. Sollte sich das Verhalten der Spieler in dieser Untersuchung also systematisch vom Verhalten der Teilnehmer am Basisexperiment unterscheiden, ist die Frage zu klären, welcher Anteil der Veränderung auf die Auszahlungshöhe und welcher Anteil auf die Verwendung des Zufallsmechanismus zurückzuführen ist.

### 7.1.1 Ergebnisse des Teilexperiments 1 – Strategiewahlen und Beliefs im 2x2 Koordinationsspiel mit hohen Auszahlungen

Wieder hatten die Teilnehmer die Wahl zwischen der riskanten Strategie *A* und der sicheren Strategie *B* im Koordinationsspiel.

	Anzahl an Spielern (rel. Anteil in Prozent)
Spieler, welche die (riskante) Strategie <i>A</i> wählten:	8 (50,00%)
Spieler, welche die (sichere) Strategie <i>B</i> wählten:	8 (50,00%)
Spieler, die erwarten, dass der andere Strategie <i>A</i> wählt:	9 (56,25%)
Spieler, die erwarten, dass der andere Strategie <i>B</i> wählt:	7 (43,75%)

Tabelle 12: Verteilung der Strategiewahlen und der Erwartungen bezüglich der Strategiewahl des anderen Spielers im Basisexperiment mit hohen Auszahlungen

Von den Teilnehmern an diesem Experiment erwarteten 93,75%, dass der ihnen zugeloste Spieler die gleiche Strategie wählen würde wie sie.

Die Darstellung der Beliefs erfolgt wieder für die entsprechend ihrer Strategiewahl gruppierten Spieler. Die ermittelten Beliefs wurden in Tabelle 13 so normiert, dass auch in dieser Darstellung (analog zur Darstellung im Basisexperiment – Abschnitt 6.3.1) der resultierende Wert der Sicherheit, die maximale Auszahlung in der riskanten Strategie *A* zu realisieren, entspricht. Der so normierte Wert entspricht dann der Eintrittswahrscheinlichkeit der maximalen Konsequenz (200 Punkte) bei Wahl der Strategie *A*.

	Median des als Wahrscheinlichkeit dargestellten Wertes der Sicherheit, die max. Auszahlung in der (riskanten) Strategie A zu realisieren:
Spieler, die die (riskante) Strategie A wählten:	0,78
Spieler, die die (sichere) Strategie B wählten:	0,30

Tabelle 13: Darstellung der Beliefs im 2x2 Koordinationsspiel mit hohen Auszahlungen

### 7.1.2 Ergebnisse des Telexperiments 2 – Lotteriebewertung und Ermittlung der Risikoneigung bei hohen Auszahlungen

Die Ergebnisse der Abfrage der Lotteriebewertungen mit hohen Auszahlungskonsequenzen sind in Tabelle 14 gegeben, die zugehörigen Wechsellpunkte sind in Tabelle 15 abgebildet. Wie in Abschnitt 5.2.3 gezeigt, steht ein Wechsel vor Lotteripaar 4 für (moderat) risikoaverses Verhalten.

Es wird deutlich, dass die Mehrzahl der Spieler vor beziehungsweise mit dem vierten Lotteripaar von der riskanten Lotterie A zur sicheren Lotterie B wechselt und somit ein im Mittel risikoaverses Verhalten zeigt.

Lotteripaar	Lotterie $\mathcal{L}_A$	Lotterie $\mathcal{L}_B$	Anzahl der Spieler, die:		
			$\mathcal{L}_A$ wählten	$\mathcal{L}_B$ wählten	indifferent waren
1	[0,9,200; 0,1,0]	[0,1,150; 0,9,120]	<b>14</b>	2	0
2	[0,8,200; 0,2,0]	[0,2,150; 0,8,120]	<b>13</b>	3	0
3	[0,7,200; 0,3,0]	[0,3,150; 0,7,120]	<b>6</b>	<b>9</b>	1
4	[0,6,200; 0,4,0]	[0,4,150; 0,6,120]	1	<b>14</b>	1
5	[0,5,200; 0,5,0]	[0,5,150; 0,5,120]	0	<b>15</b>	1
6	[0,4,200; 0,6,0]	[0,6,150; 0,4,120]	0	<b>16</b>	0
7	[0,3,200; 0,7,0]	[0,7,150; 0,3,120]	0	<b>16</b>	0
8	[0,2,200; 0,8,0]	[0,8,150; 0,2,120]	0	<b>16</b>	0
9	[0,1,200; 0,9,0]	[0,9,150; 0,1,120]	0	<b>16</b>	0

Tabelle 14: Ergebnisse der Lotteriebewertungen zur Ermittlung der Risikoneigung bei hohen Auszahlungen

Auch im Kontext der hohen Auszahlungskonsequenzen lässt sich für alle Teilnehmer an diesem Experiment ein eindeutiger Wechsellpunkt identifizieren. Auch

hier führt das Erreichen eines Schwellenwertes also zum Wechsel im Verhalten, was erneut die Ergebnisse der Studien von Heinemann et al. (2004 und 2009) bestätigt.

Lotteriepaaar	Anzahl der Spieler, die von der riskanten Lotterie <i>A</i> zur sicheren Lotterie <i>B</i> wechseln <sup>50</sup>	Anzahl der Spieler, die von der sicheren Lotterie <i>B</i> zur riskanten Lotterie <i>A</i> wechseln
1	2	0
2	1	0
3	7	0
4	5	0
5	1	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0

Tabelle 15: Wechsellpunkte zwischen den Lotterieentscheidungen der 16 Teilnehmer am Experiment mit hohen Auszahlungen

## 7.2 Analyse der Ergebnisse des Basisexperiments mit hohen Auszahlungen – Hypothesen 1 – 5

Im Folgenden werden die zuvor beschriebenen Ergebnisse anhand der in Abschnitt 5.4 aufgestellten Hypothesen zum Verhalten der Teilnehmer untersucht. Somit erfolgt im ersten Schritt eine analoge Auswertung dieser Ergebnisse, wie sie schon im Basisexperiment erfolgte.

Da in diesem Abschnitt die gleiche Analyse wie im Abschnitt 6.4 zur Anwendung kommt, beschränkt sich die Darstellung hier auf die Ergebnisse, ohne die Hypothesen nochmals zu benennen.

Wird die beobachtete Verteilung der Strategiewahlen den nach Risiko- und Auszahlungsdominanzkriterium erwarteten Verteilungen gegenübergestellt, zeigt sich in Bezug auf beide Kriterien ein nur mittlerer Zusammenhang ( $\phi = 0,5774$ ). Um auf einem Signifikanzniveau von 10% einen Zusammenhang zwischen erwarteter und beobachteter Verteilung feststellen zu können, ist es notwendig eine Fehlerwahrscheinlichkeit von mindestens 0,33 zuzulassen. Daraus folgt, dass auch

---

<sup>50</sup> Als Wechsellpunkt wurde hier auch das Lotteriepaaar bewertet, bei dem ein Spieler erstmals von der Entscheidung für die riskante Lotterie zur Antwortoption „Indifferent“ wechselte.

im Kontext hoher Auszahlungen die Strategiewahlen der Spieler nicht allein vom Kriterium der Risikodominanz (der Auszahlungsdominanz) bestimmt werden.

Somit wird Hypothese 1 (Hypothese 2) abgelehnt.

Zur Überprüfung des Einflusses der Risikoneigung auf das Verhalten (Hypothese 3) werden die Daten erneut nach den Strategiewahlen gruppiert und die Wechsellpunkte in den Lotterieentscheidungen den Beliefs im Spiel gegenübergestellt.

	Anzahl der Spieler	Median der Wechsellpunkte der Lotteriebewertungen	Median der Beliefs der Spieler im Spiel
Wahl der riskanten Strategie <i>A</i>	8 (50,00%)	0,70	0,78
Wahl der sicheren Strategie <i>B</i>	8 (50,00%)	0,75	0,30

Tabelle 16: Gegenüberstellung der nach den Strategieentscheidungen gruppierten Wechsellpunkte und Beliefs im Experiment mit hohen Auszahlungen

Die Verwendung eines Wilcoxon-Tests auf die Wechsellpunkte der Teilnehmer zeigt, dass diese nicht signifikant verschieden sind. Somit kann die Verteilung der beobachteten Strategiewahlen nicht allein über die Risikoneigung erklärt werden, was zu einer Ablehnung der Hypothese 3 führt.

Wird ein Wilcoxon-Test auf die erhobenen Beliefs der Spieler angewendet, so zeigt sich, dass diese signifikant verschieden zwischen den aufgestellten Gruppen sind (Signifikanzniveau 3%). Wie schon im Experiment mit den kleinen Auszahlungen schätzen auch hier die Spieler, welche die sichere Strategie *B* wählen, die Eintrittswahrscheinlichkeit für die maximale Auszahlung in Strategie *A* signifikant geringer ein als die Spieler, die Strategie *A* wählen und entscheiden sich daher für die sichere Strategie *B*. Somit haben die Beliefs einen bestimmenden Einfluss auf das Verhalten.

Die Hypothese 4 kann nicht abgelehnt werden.

Die Hypothese 5 dient der Überprüfung, ob die Teilnehmer die Beste –Antwort auf ihre Beliefs spielen. Hierzu werden aus der Erwartung bezüglich der Strategiewahl und der dazu angegebenen Sicherheit, also den Beliefs, die theoretisch besten Antworten abgeleitet und diese dann den gespielten Strategien gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass 75% der Spieler die Beste –Antwort auf die eigenen Beliefs spielen. Lässt man, wie in der Untersuchung zum Basisexperiment, eine

Fehlerwahrscheinlichkeit von 0,25 zu, so bestätigt ein Binomial-Test diesen Befund auf einem Signifikanzniveau von  $< 1\%$ .

Daher wird Hypothese 5 nicht abgelehnt.

Aus den Untersuchungen zu den Hypothesen 1 bis 5 lassen sich, bezogen auf die jeweils untersuchten Parameter, keine Unterschiede zwischen dem Verhalten der Spieler im Basisexperiment und dem Experiment mit hohen Auszahlungen zeigen. In beiden Experimenten konnte das Verhalten weder durch das Kriterium der Auszahlungs- noch durch das der Risikodominanz erklärt werden. Auch zeigt sich in beiden Experimenten, dass die Beliefs und nicht die Risikoneigung das wesentliche Erklärungspotenzial aufweisen. Gleichsam zeigt sich, dass die Mehrzahl der Spieler die Beste-Antwort auf die Beliefs, entsprechend ihrer Risikoneigung, spielt. Um diese Eindrücke zusätzlich zu überprüfen und zu stärken, wird im Folgenden der Einfluss der Auszahlungshöhe explizit untersucht.

### 7.3 Analyse der Ergebnisse – Überprüfung des Einflusses der Höhe der Auszahlung (Hypothese 6)

Um den Einfluss der Auszahlungshöhe auf das Entscheidungsverhalten zu untersuchen, werden die Ergebnisse des Basisexperiments mit kleinen Auszahlungen (im Folgenden Treatment 1 genannt) den Ergebnissen des Basisexperiments mit hohen Auszahlungen (im Folgenden Treatment 2 genannt) gegenübergestellt. Diese Gegenüberstellung erfolgt für jede der drei erhobenen Entscheidungen separat.

#### 7.3.1 Analyse des Einflusses der Auszahlungshöhe auf die Strategiewahl im 2x2 Koordinationsspiel

In Tabelle 17 sind die Verteilungen der Strategiewahl in den beiden Treatments dargestellt. In beiden Treatments wurde das gleiche 2x2 Koordinationsspiel gespielt. Es unterschieden sich jedoch die Kurse, mit denen die im Koordinationsspiel realisierten Punkte in den Auszahlungsbetrag (in Euro) umgerechnet wurden (Kurs im Treatment 1:  $1 \text{ Punkt} = 1 \text{ Eurocent}$ , Kurs im Treatment 2:  $1 \text{ Punkt} = 45 \text{ Eurocent}$ ).



	Anzahl der Spieler, die:	
	Strategie A wählten	Strategie B wählten
Treatment 1 (kleine Auszahlungen)	21	15
Treatment 2 (hohe Auszahlungen)	8	8

Tabelle 17: Nach Treatments geordnete Darstellung der Verteilung der Strategiewahlen

Ausgehend von der in Abschnitt 3.3 geführten Argumentation, wurde in Abschnitt 0 die Hypothese 6 formuliert. Diese lautet:

*H6: Die Höhe der zu erzielenden Auszahlung beeinflusst das Verhalten der Teilnehmer.*

Im Kontext der Strategiewahlentscheidung im 2x2 Koordinationsspiel würde sich der verändernde Einfluss der Auszahlungshöhe auf das Verhalten anhand einer signifikant verschiedenen Verteilung der Strategiewahlen zeigen.

Werden die in Tabelle 17 dargestellten Verteilungen mittels eines  $X^2$ -Tests überprüft, zeigt sich, dass kein signifikanter Unterschied in den Verteilungen besteht.

Die Hypothese 6 muss daher abgelehnt werden.

Dies bedeutet, dass eine Erhöhung der Auszahlungssumme das Verhalten im 2x2 Koordinationsspiel nicht signifikant beeinflusst.

### 7.3.2 Analyse des Einflusses der Auszahlungshöhe auf die Beliefs im 2x2 Koordinationsspiel

Zur Analyse des Einflusses der Auszahlungshöhe auf die Erwartungen der Spieler bezüglich der Strategiewahl des ihnen zugelosten Spielers und der dazugehörigen Angabe der Sicherheit werden diese Daten im ersten Schritt einheitlich normiert. Hierfür werden alle Angaben in die Form gebracht, die ausdrückt, wie sicher sich der Teilnehmer ist, dass sein Gegenüber die riskante Strategie A wählt. Dieser normierte Wert entspricht also der Erwartung des Spielers in Bezug auf die Eintrittswahrscheinlichkeit des auszahlungsdominanten Gleichgewichts (also seiner Chance auf die maximal mögliche Auszahlung).<sup>51</sup>

Werden die so normierten 36 Beliefs aus Treatment 1 und die 16 normierten Beliefs aus Treatment 2 mittels Wilcoxon-Test analysiert, zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Treatments.

<sup>51</sup> Die normierten Beliefs aus Treatment 1 und Treatment 2 sind im Anhang B3 dargestellt.

Damit wird auch in der Untersuchung der Beliefs die Hypothese 6 abgelehnt.

Das heißt, eine Erhöhung der zu erreichenden Auszahlung beeinflusst die Erwartungen der Teilnehmer nicht.

### 7.3.3 Analyse des Einflusses der Auszahlungshöhe auf die Risikoneigung der Spieler

Die Risikoneigung der Spieler wird mittels des „Multiple price list“-Konzepts erhoben. Hierfür hatten die Teilnehmer neun Lotteriepaaire zu bewerten und anzugeben, welche Lotterie sie für dieses Paar bevorzugen beziehungsweise wann sie indifferent zwischen den beiden Lotterien sind.

Die Struktur und Interpretation der Lotterien ist in Abschnitt 5.2 ausführlich beschrieben. Dort ist auch beschrieben, dass der Punkt, an dem die Teilnehmer von der riskanten Lotterie *A* zur sicheren Lotterie *B* wechseln, als Indikator für die Risikoneigung dient.

Um den Einfluss der Auszahlungshöhe auf die Lotteriebewertungen und damit auf die Risikoneigung zu untersuchen, werden die beobachteten Wechsellpunkte in den beiden Treatments untersucht. Wie in Abschnitt 6.3.2 und Abschnitt 7.1.2 gezeigt, kann für alle Teilnehmer in beiden Treatments ein eindeutiger Wechsellpunkt identifiziert werden. Alle Teilnehmer wechseln dabei von der riskanten zur sicheren Alternative beziehungsweise präferieren von Anfang an die sichere Alternative. In Tabelle 18 sind die absoluten Häufigkeiten der Wechsellpunkte für jedes Lotteriepaaire dargestellt.

Lotteriepaar	Absolute Häufigkeit der Wechsellpunkte je Lotteriepaar in:	
	Treatment 1 (kleine Auszahlungen)	Treatment 2 (hohe Auszahlungen)
1	2	2
2	4	1
3	13	7
4	16	5
5	1	1
6	0	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0

Tabelle 18: Absolute Häufigkeit der Wechsellpunkte in den Treatments je Lotteriepaar

Ein Wilcoxon-Test zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Verteilungen der Wechsellpunkte im Vergleich der beiden Treatments.

Die Hypothese 6 ist somit auch für die Untersuchung der Risikoneigung abzulehnen. Damit zeigt sich auch die Risikoneigung robust gegenüber einer Erhöhung der Auszahlungssumme in den Lotteriekonsequenzen.

## 7.4 Fazit – Variation der Auszahlungshöhe

Die vergleichende Analyse des Verhaltens von Probanden im Basisexperiment mit kleinen Auszahlungen (Treatment 1) und im Basisexperiment mit hohen Auszahlungen (Treatment 2) zeigt für alle drei untersuchten Entscheidungsobjekte keinen signifikanten Unterschied. Dieses Ergebnis ist insbesondere in Bezug auf die Risikoneigung so nicht zu erwarten gewesen, lässt sich aus der bestehenden Literatur doch ableiten, dass Menschen mit steigenden Auszahlungsbeträgen risikoaverser agieren. Dies geht aus den hier untersuchten Daten nicht hervor.

Dass sich das Verhalten im 2x2 Koordinationsspiel nicht verändert, ist hingegen leichter mit bestehenden Ergebnissen in Einklang zu bringen. Unterstellt man einen Einfluss immer dann, wenn mehr Anstrengung zu einem für den Entscheider besseren Ergebnis führt, dann ist dieser Zusammenhang hier nicht gegeben. Die Struktur des verwendeten Spiel ist bewusst sehr einfach gehalten. Da auch durch größere kognitive Anstrengungen keine Informationen in Bezug auf das Entscheidungsverhalten des anderen Spielers generiert werden können, hängt die

Auszahlung also nicht am Anstrengungsniveau des Spielers beziehungsweise lässt sich durch die Wahl eines höheren Anstrengungsniveaus nicht verbessern.

Über diese Überlegung ist auch zu erklären, dass die Beliefangaben durch die Variation der Auszahlungshöhe nicht beeinflusst werden. Hätte man hier noch erwarten können, dass eine häufigere Wahl des Beliefwertes, der zur sicheren Auszahlung führte, die Verteilung signifikant verändert, ist auch dies nicht beobachtbar. Ein Befund, der zumindest einen schwachen Indikator für die Anreizkompatibilität der verwendeten Beliefabfrage darstellt.

Somit bleiben die drei zentralen Ergebnisse des Basisexperiments bestehen:

- 1) Die Risikoneigung der Teilnehmer kann die Verteilung der Strategiewahlen im Koordinationsspiel nicht (allein) erklären.
- 2) Die Beliefs der Spieler bezüglich des Verhaltens des anderen Spielers können das beobachtete Verhalten erklären.
- 3) Die Mehrzahl der Spieler spielt die beste Antwort auf die eigenen Beliefs.

Sie werden mit einem vierten Ergebnis ergänzt:

- 4) Die Variation der Auszahlungshöhe, in Form einer Erhöhung der Auszahlungsbeträge, verändert das beobachtete Verhalten der Spieler nicht.

## 8 Experimentelle Untersuchung III – Auswirkungen verschiedener Anreizmechanismen auf die Bildung von Beliefs

Die vorhergehenden zwei Untersuchungen haben gezeigt, dass die Beliefs das wesentliche Erklärungspotenzial für die Strategiewahlen von Entscheidern im betrachteten 2x2 Koordinationsspiel aufweisen.

Im Folgenden wird nun untersucht, inwieweit die Art der Ermittlung, und hier insbesondere die Frage einer auf der Genauigkeit der Beliefs basierenden Entlohnung, die Beliefangaben der Entscheider beeinflusst.

Die in den Kapiteln 6 und 7 vorgestellten Untersuchungen bieten Anhaltspunkte für ein Zusammenwirken von Beliefs und Strategiewahlen in einem 2x2 Koordinationsspiel. Der im Kapitel 7.2 gezeigte höhere Anteil an Spielern, welche die Beste-Antwort auf ihre Beliefs spielten (75% im Experiment mit hohen Auszahlungen, 66% im Basisexperiment), könnte als (schwaches) Indiz für einen positiven Einfluss der Anreize auf die Genauigkeit von Beliefs interpretiert werden. Gleichwohl zeigt die vergleichende Analyse beider Experimente keinen signifikanten Unterschied, weder im Verhalten der Spieler noch in deren Beliefs und liefert damit keinen nachweisbaren Einfluss der Auszahlungshöhe. Hieraus lässt sich jedoch nicht schlussfolgern, dass ein Verzicht auf monetäre Anreize zu abweichenden Ergebnissen geführt hätte.

Um den Einfluss des Anreizmechanismus (der Entlohnung) auf die Genauigkeit der Beliefangabe zu untersuchen, werden verschiedene Abfragemechanismen, basierend auf den in Kapitel 4 vorgestellten, verwendet und die darüber erhobenen Beliefs vergleichend analysiert.<sup>52</sup>

### 8.1 Die (verschiedenen) Abfragemechanismen zur Belief-Ermittlung im Experiment

Ausgehend von den verschiedenen Überlegungen zur Anreizkompatibilität und zur Eignung verschiedener Funktionen im Rahmen von verhaltensökonomischen Experimenten werden im Folgenden vier verschiedene Abfragemechanismen

---

<sup>52</sup> Die Anleitung zum Basisexperiment mit verschiedenen Abfragemechanismen zur Belief-Ermittlung befindet sich im Anhang A3.

vorgestellt. Alle Abfragen der Beliefs  $\mu(\sigma_{-i})$  basieren auf der Frage nach den Erwartungen  $\mu(\cdot)$  eines Spielers  $i$  bezüglich der Strategiewahl  $\sigma_{-i} = (A, B)$  eines zugelosten Spielers  $-i$  in einem 2x2 Koordinationsspiel. Die Strategie  $\widetilde{\sigma}_{-i}$  entspricht dabei der tatsächlich von Spieler  $-i$  gewählten Strategie.

Der Aspekt der Anreizkompatibilität bezieht sich im Rahmen der Ermittlung von Beliefs auf die Angabe des *wahren Beliefs*  $\pi(\sigma_{-i})$  (vgl. Palfrey und Wang, 2009, S. 99). Eine anreizkompatible Methode zur Ermittlung der Beliefs darf demnach keine Anreize bieten Beliefs anzugeben, die vom wahren Belief abweichen.

Alle verwendeten Abfragemechanismen ermitteln einen Belief  $\mu(\sigma_{-i})$ , der möglichst dem wahren Belief  $\pi(\sigma_{-i})$  entsprechen sollte. Zur besseren Unterscheidung werden die jeweiligen Beliefs  $\mu(\cdot)$  in den verschiedenen Abfragemechanismen unterschiedlich bezeichnet.

In allen folgenden Abfragemechanismen waren die Spieler gebeten anzugeben, was sie erwarten, welche Strategie  $\sigma_{-i} = (A, B)$  der ihnen zugeloste Spieler  $-i$  wählen wird. Zusätzlich waren sie aufgefordert einen Wert  $\mu$  aus dem Intervall  $[0,1]$ , wobei 0 für *absolut unsicher* und 1 für *absolut sicher* stand, so anzugeben, dass dieser ihre Sicherheit bezogen auf die erwartete Strategiewahl widerspiegelt.<sup>53</sup> Diese beiden Angaben (erwartete Strategiewahl und zugehörige Sicherheit) bilden dann den Belief  $\mu(\sigma_{-i})$  eines Spielers.

### 8.1.1 Belief-Ermittlung ohne Entlohnung (Abfragemechanismus $M_1$ )

Eine Möglichkeit zur Ermittlung von Beliefs ist das „einfache“ Abfragen. Dieser Mechanismus dient als Referenzpunkt für die spätere Untersuchung des Einflusses von monetären Anreizen auf die Beliefangaben.

Aus der im Abschnitt 8.1 beschriebenen Formulierung der Beliefabfrage folgt, dass ein Spieler  $i$ , der sich absolut sicher ist, dass der ihm zugeloste Spieler die Strategie  $A$  wählt, entsprechend einen Belief  $\mu(\sigma_{-i} = A) = 1$  angibt. Ist er sich absolut unsicher, dass der zugeloste Spieler die Strategie  $A$  wählt, führt dies, im Sinne dieser Abfrage, zu einer Beliefangabe von  $\mu(\sigma_{-i} = A) = 0$ . Zusätzlich ergibt sich aus der Formulierung der Beliefabfrage, dass gilt:

$$\mu(\sigma_{-i} = A) = 1 - \mu(\sigma_{-i} = B).^{54}$$

<sup>53</sup> Zum besseren Verständnis waren die Teilnehmer im Experiment in allen Abfragemechanismen aufgefordert, einen Wert aus dem Intervall  $[0,100]$  anzugeben.

<sup>54</sup> Bei diesem Design des Abfragemechanismus bestand die Befürchtung, dass einzelne Teilnehmer einen Wert  $\mu(\sigma_{-i}) = 0,5$  als Maßzahl für „absolute Unsicherheit“ in Bezug auf die Strategiewahl des anderen Spielers

Die Beantwortung dieser Abfrage wurde nicht entlohnt und so hat die Genauigkeit des Beliefs bestenfalls einen Einfluss auf die Auszahlung im zugrundeliegenden Spiel.

In diesem Abfragemechanismus ( $M_1$ ) haben die Spieler also keinen (ökonomischen) Anreiz ihre wahren Beliefs  $\pi(\sigma_{-i})$  offenzulegen.<sup>55</sup> Es besteht aber auch kein Anreiz für eine strategisch motivierte abweichende Angabe, da der andere Spieler die Beliefangabe nicht erfährt. Da es auch zu keiner weiteren Interaktion zwischen den Spielern kommt, stellt die Beliefangabe auch kein Signal innerhalb des Spiels dar. Die Beliefs im Abfragemechanismus ( $M_1$ ) haben somit kein für die Gesamtauszahlung im Spiel relevantes Entscheidungspotenzial.

### 8.1.2 Belief-Ermittlung über eine lineare Entlohnungsfunktion (Abfragemechanismus $M_2$ )

Auch dieser Abfragemechanismus ( $M_2$ ) verwendet die Formulierung der Beliefabfrage, die im Abschnitt 8.1 beschrieben ist.

Im Abfragemechanismus  $M_2$  hängt die Entlohnungsfunktion davon ab, ob  $\sigma_{-i}$ , die Erwartung des Spielers  $i$  in Bezug auf die Strategiewahl  $\sigma_{-i} = (A, B)$  des anderen Spielers  $-i$ , mit  $\tilde{\sigma}_{-i}$ , der tatsächlichen Strategiewahl von Spieler  $-i$ , übereinstimmt.

Die Entlohnungsfunktion  $P(\sigma, \mu)$  ergibt sich als:

$$P(\sigma, \mu) = \begin{cases} \mu(\sigma_{-i}) \cdot 100, & \text{wenn } \sigma_{-i} = \tilde{\sigma}_{-i} \\ 100 - (\mu(\sigma_{-i}) \cdot 100), & \text{wenn } \sigma_{-i} \neq \tilde{\sigma}_{-i} \end{cases}$$

Wie Abbildung 10 zeigt, bietet die Auszahlungsfunktion eine, von der Qualität der Erwartung unabhängige, sichere Auszahlung für  $\mu(\sigma_{-i}) = 0,5$ .

---

interpretieren. Um hier eine einheitliche Interpretation des Mechanismus sicherzustellen, wurde dieser Punkt im Rahmen der Instruktionen im Vorfeld der Entscheidungsfindung im Experiment vom Experimentator gesondert erörtert.

<sup>55</sup> Im Rahmen dieser Arbeit bezeichnet  $\pi(\sigma_{-i})$  den *wahren Belief* eines Spielers  $i$  bezüglich der Wahl einer reinen Strategie durch Spieler  $-i$ . Der *angegebene Belief* eines Spielers  $i$  bezüglich der Wahl einer reinen Strategie durch Spieler  $-i$  wird mit  $\mu(\sigma_{-i})$  bezeichnet. Beide Angaben müssen nicht notwendig den gleichen Wert aufweisen.

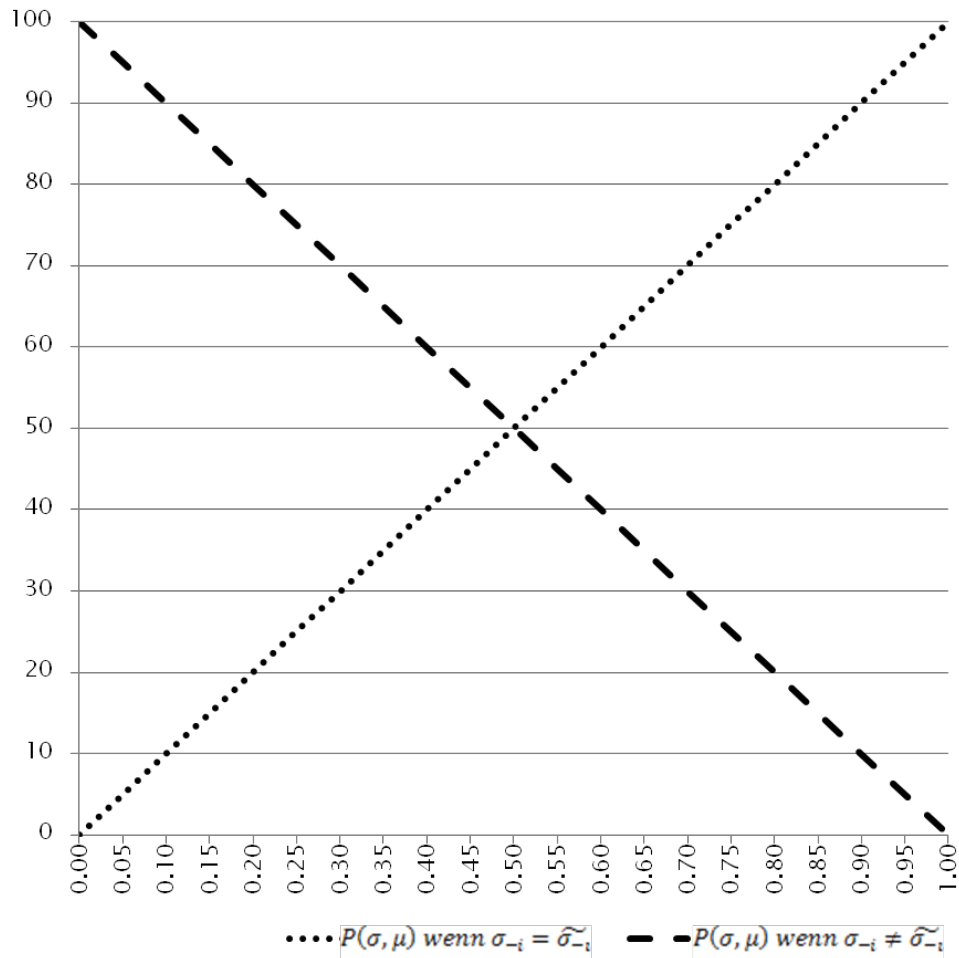


Abbildung 10: Verlauf der linearen Entlohnungsfunktion zur Belief-Ermittlung  
(Abfragemechanismus  $M_2$ )

Abweichungen vom wahren Belief  $\pi(\sigma_{-i})$  bewertet die Funktion über den gesamten Funktionsverlauf in einem konstanten Verhältnis. Über diese Funktion wird eine hohe Genauigkeit also nicht zusätzlich honoriert.

Somit ist dieser Abfragemechanismus nicht anreizkompatibel.<sup>56</sup>

### 8.1.3 Belief-Ermittlung über eine quadratische Entlohnungsfunktion (Abfragemechanismus $M_3$ )

Im Mechanismus ( $M_3$ ) werden die Beliefs  $\mu(\sigma_{-i})$  der Teilnehmer erneut über die in Abschnitt 8.1 beschriebene Abfrage ermittelt. Die Entlohnung dieser Beliefangabe erfolgt hier auf der Grundlage einer quadratischen Funktion.

<sup>56</sup> Eine formale Argumentation, dass eine lineare Scoring-Funktion nicht anreizkompatibel ist, findet sich bei Selten (1998).



Wie im zuvor beschriebenen Mechanismus ( $M_2$ ) hängt die Entlohnung auch in diesem Mechanismus ( $M_3$ ) davon ab, ob die erwartete Strategiewahl  $\sigma_{-i}$  und die tatsächliche Strategiewahl  $\tilde{\sigma}_{-i}$  übereinstimmen.

Die Entlohnungsfunktion ergibt sich als:

$$P(\sigma, \mu) = \begin{cases} (1 - (1 - \mu(\sigma_{-i}))^2) \cdot 100, & \text{wenn } \sigma_{-i} = \tilde{\sigma}_{-i} \\ (1 - (\mu(\sigma_{-i}))^2) \cdot 100, & \text{wenn } \sigma_{-i} \neq \tilde{\sigma}_{-i} \end{cases}$$

Bei der Angabe eines Beliefs von  $\mu(\sigma_{-i}) = 0,5$  bietet diese Funktion eine von der tatsächlichen Entscheidung des anderen Spielers und vom wahren Belief unabhängige Entlohnung (vgl. Abbildung 11).

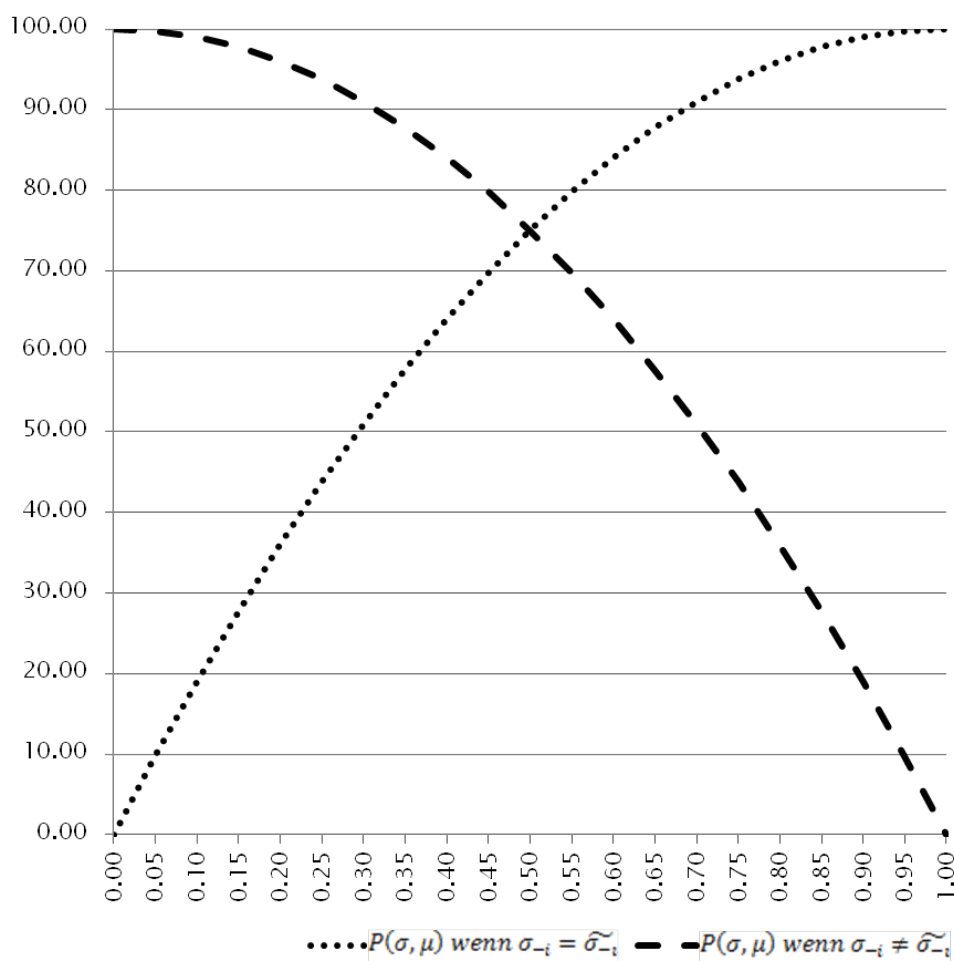


Abbildung 11: Verlauf der quadratischen Entlohnungsfunktion zur Belief-Ermittlung (Abfragemechanismus  $M_3$ )

In diesem Abfragemechanismus werden geringere Abweichungen weniger stark bewertet als große. Daher ist diese Funktion, wie bereits in Abschnitt 5.3 argumentiert, anreizkompatibel in dem Sinn, dass es für einen risikoneutralen,

geldnutzenmaximierenden Entscheider optimal ist, seinen wahren Belief  $\pi(\sigma_{-i})$  anzugeben.

#### 8.1.4 Belief-Ermittlung über eine modifizierte quadratische Funktion (Abfragemechanismus $M_4$ )

Um in diesem Mechanismus ( $M_4$ ) die Auszahlung zu bestimmen, wurde aus einer Urne mit insgesamt 100 Kugeln eine gezogen. Ist diese Kugel *rot*, wird eine Auszahlung von  $P = 100$  Punkte und bei Ziehung einer *blauen* Kugel wird eine Auszahlung von  $P = 0$  Punkte realisiert.

Die Anzahl roter und blauer Kugeln in der Urne bestimmt sich dabei aus der Beliefangabe der Spieler (es gilt: *Anzahl blaue Kugeln* = 100 – *Anzahl rote Kugeln*). Ausgehend von der in Abschnitt 8.1 vorgestellten Abfrage wird der Belief  $\mu(\sigma_{-i})$  der Teilnehmer ermittelt. Hing im Abfragemechanismus ( $M_3$ ) die Auszahlung noch davon ab, ob erwartete Strategiewahl  $\sigma_{-i}$  und tatsächliche Strategiewahl  $\widetilde{\sigma}_{-i}$  übereinstimmen, bestimmt dieser Aspekt in diesem Abfragemechanismus ( $M_4$ ) die Anzahl roter Kugeln.

Deren Anzahl in der Urne ergibt sich nach der Funktion:

$$\text{Anzahl rote Kugeln} = \begin{cases} (1 - (1 - \mu(\sigma_{-i}))^2) \cdot 100, & \text{wenn } \sigma_{-i} = \widetilde{\sigma}_{-i} \\ (1 - (\mu(\sigma_{-i}))^2) \cdot 100, & \text{wenn } \sigma_{-i} \neq \widetilde{\sigma}_{-i} \end{cases}$$

Damit ergeben sich die Eintrittswahrscheinlichkeiten der möglichen Auszahlungen als (Score-)Werte über die quadratische (Scoring-)Funktion. Somit hat auch hier kein Spieler einen Anreiz einen von seinem wahren Belief  $\pi(\sigma_{-i})$  abweichenden Wert anzugeben, da dies die Eintrittswahrscheinlichkeit (und damit seine Chance auf Erhalt) der positiven Auszahlung reduzieren würde. Die Funktionsverläufe der erwarteten Auszahlungen sind in Abbildung 12 dargestellt.

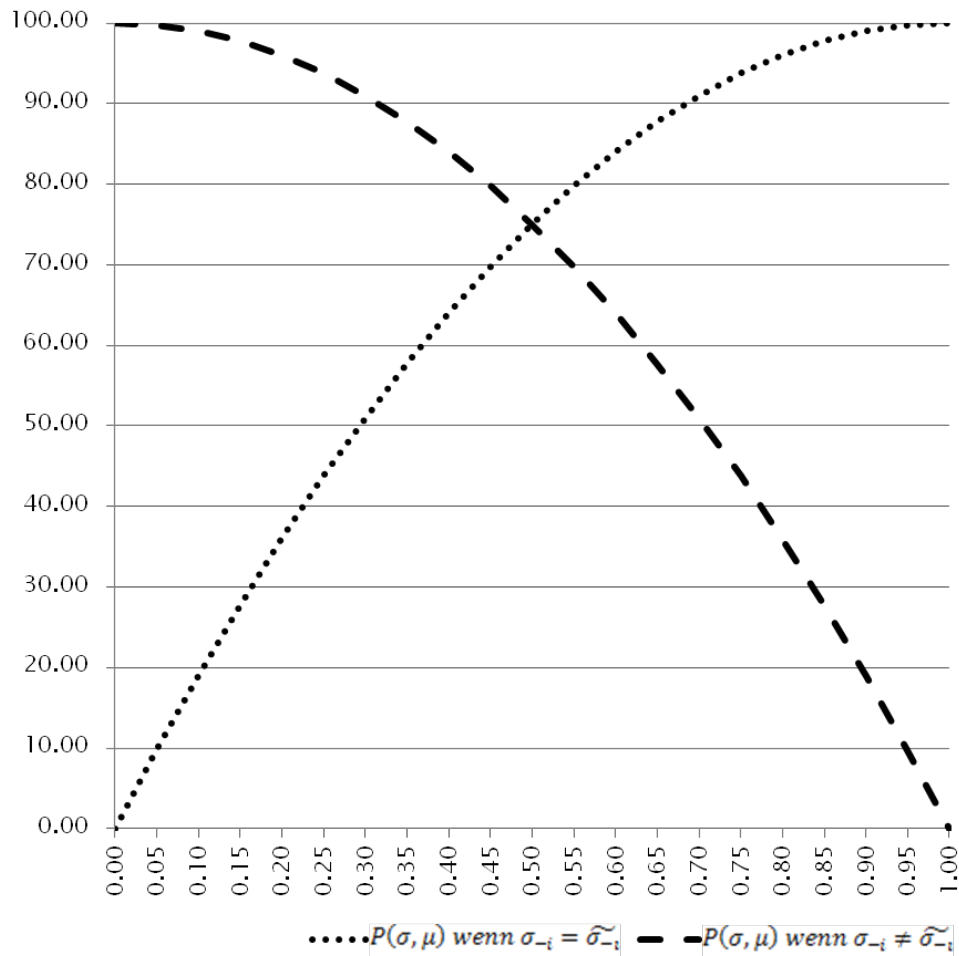


Abbildung 12: Verlauf der erwarteten Entlohnung bei modifizierter quadratischer Funktion zur Belief-Ermittlung (Abfragemechanismus  $M_4$ )

Damit ist auch dieser Mechanismus ( $M_4$ ), unter der Annahme eines risikoneutralen, geldnutzenmaximierenden Entscheiders, anreizkompatibel. Der wesentliche Unterschied zum zuvor beschriebenen Mechanismus ( $M_3$ ) liegt hier darin, dass es keine vom Spielergebnis und den Beliefangaben unabhängige sichere Auszahlung gibt.

## 8.2 Das Basisexperiment mit verschiedenen Abfragemechanismen zur Belief-Ermittlung – Hypothesen

Die experimentelle Untersuchung des Einflusses der verschiedenen Abfragemechanismen erfolgte auf der Grundlage des in Kapitel 5.1 vorgestellten Basisspiels. An diesem Experiment nahmen 30 Probanden teil, die das 2x2 Koordinationsspiel spielten. Auch hier wurde die Struktur des Spiels nicht geändert, sodass die in Abschnitt 5.1 gezeigte spieltheoretische Analyse

unverändert bleibt. In dieser experimentellen Studie wurde ein Umrechnungskurs verwendet, bei dem 100 Punkte = 3 Euro entsprachen. Alle im Verlauf des Experiments erspielten Punkte wurden ausgezahlt. Der allgemeine Ablauf des Experiments folgt dem, der in Abschnitt 6.1 beschrieben ist.

Da in den zuvor beschriebenen Experimenten gezeigt wurde, dass die Beliefs das wesentliche Erklärungspotenzial für die Verteilung der Strategiewahlen im Spiel aufweisen, liegt der Fokus dieser Untersuchung auf den Effekten der verschiedenen Abfragemechanismen zur Beliefermittlung. Es findet keine weitere Untersuchung des Einflusses der Risikoneigung statt.

In einer experimentellen Studie untersuchen Gächter und Renner (2010) den Einfluss von Anreizen auf die Genauigkeit von Beliefs in einem *Öffentliches Gut Spiel*. Im Ergebnis zeigen sie, dass Beliefs, die unter Verwendung von Anreizen abgefragt werden, signifikant genauer das Verhalten der Teilnehmer vorhersagen als die Beliefangaben, die ohne Anreize abgefragt wurden.

Für die zuvor vorgestellten Mechanismen und ausgehend von diesem Ergebnis ist zu erwarten, dass die Beliefangaben, die ohne (monetäre) Anreize ermittelt werden signifikant verschieden sind von denen, die unter Verwendung monetärer Anreize erhoben werden.

Damit lautet die korrespondierende Hypothese:

*H7: Die Beliefangaben im Mechanismus ohne monetäre Anreize ( $M_1$ ) sind signifikant verschieden von den Angaben in den Mechanismen mit monetären Anreizen ( $M_2$ ), ( $M_3$ ) und ( $M_4$ ).*

Die Einflüsse verschiedener Mechanismen untersuchen Palfrey und Wang (2009). Sie vergleichen die Beliefangaben, die mittels einer quadratischen Entlohnungsfunktion erhoben wurden mit den Angaben, die mittels einer linearen und zusätzlich mit denen, die mittels einer logarithmischen Entlohnungsfunktion abgefragt wurden. Im Ergebnis ihrer Untersuchung konnten Palfrey und Wang (2009) zeigen, dass sich die über die drei Funktionen ermittelten Beliefs signifikant unterschieden. Dabei lieferten die zwei anreizkompatiblen Methoden (quadratische und logarithmische Entlohnung) genauere Beliefs als die anreizinkompatible Methode (lineare Entlohnung). Ausgehend von diesem Befund ist zu vermuten, dass sich die Beliefangaben im Mechanismus mit linearer Entlohnung ( $M_2$ ) von denen im

Mechanismus mit quadratischer Entlohnung ( $M_3$ ) und mit quadratischer Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeiten ( $M_4$ ) unterscheiden.

Die entsprechende Hypothese lautet damit:

*H8: Die Beliefangaben im Mechanismus mit linearer Entlohnungsfunktion ( $M_2$ ) sind signifikant verschieden von den Angaben in den Mechanismen, in denen die Entlohnung auf quadratischen Funktionen ( $M_3$ ) und ( $M_4$ ) basiert.*

### 8.3 Ergebnisse im Basisexperiment mit verschiedenen Abfragemechanismen zur Belief-Ermittlung

Der Ablauf auch dieses Experiments entsprach weitgehend dem des Basisexperiments, wie er im Abschnitt 6.1 beschrieben ist. Abweichend vom Basisexperiment wurden die Beliefs der Teilnehmer hier nicht nur über einen Abfragemechanismus ermittelt, sondern über die vier zuvor beschriebenen Mechanismen. In diesem Experiment wurde auf die Ermittlung der Risikoneigung der Teilnehmer verzichtet.

Auch in dieser Untersuchung hatten die Teilnehmer in einem 2x2 Koordinationsspiel die Wahl zwischen einer riskanten Strategie  $A$  und einer sicheren Strategie  $B$ . In diesem Experiment ergaben sich die Strategiewahlen wie folgt:

	Anzahl der Spieler (rel. Anteil in Prozent)
Spieler, welche die (riskante) Strategie $A$ wählten:	21 (70,00%)
Spieler, welche die (sichere) Strategie $B$ wählten:	9 (30,00%)
Spieler, die erwarten, dass der andere Strategie $A$ wählt:	20 (66,67%)
Spieler, die erwarten, dass der andere Strategie $B$ wählt:	10 (33,33%)

Tabelle 19: Verteilung der Strategiewahlen und der Erwartungen bezüglich der Strategiewahl des anderen Spielers im Basisexperiment

Dass der ihnen zugeloste Spieler die gleiche Strategie wählen würde wie sie selbst, glaubten in diesem Experiment 96,67% der Teilnehmer.

Zur Darstellung der Beliefangaben, die über die vier verschiedenen Abfragemechanismen ermittelt wurden, sind die Werte entsprechend der in

Abschnitt 6.3.1 beschriebenen Normierung umgerechnet worden. Die Normierung erfolgt in der Weise, dass die resultierenden Werte für alle Spieler dem Belief  $\mu(\sigma_{-i}) = A$  entsprechen. In Tabelle 20 sind die Angaben entsprechend der Strategiewahl der Spieler im 2x2 Koordinationsspiel gruppiert und die Mediane der normierten Beliefwerte des jeweiligen Abfragemechanismus dargestellt.

	Median des, als Wahrscheinlichkeit dargestellten Wertes der Sicherheit die max. Auszahlung in der (riskanten) Strategie A zu realisieren – im Abfragemechanismus:			
	$M_1$	$M_2$	$M_3$	$M_4$
Spieler, die die (riskante) Strategie A wählten:	0,65	0,75	0,52	0,50
Spieler, die die (sichere) Strategie B wählten:	0,25	0,30	0,30	0,40

Tabelle 20: Darstellung der normierten Beliefangaben der vier verschiedenen Abfragemechanismen im 2x2 Koordinationsspiel

Aus den Beliefangaben aller Abfragemechanismen geht hervor, dass diese in 83 von 120 Fällen ungleich einem Beliefwert  $\mu(\sigma_{-i}) = 0,50$  sind. Die Spieler haben also in der Mehrzahl der Fälle Werte angegeben, die eine klare Erwartung in Bezug auf die Strategiewahl des anderen Spielers deutlich machen. Dieses Verhalten passt zu den Befunden, die Palfray und Wang (2009, S. 104) beschreiben. Auch in ihrer Untersuchung wichen die Teilnehmer signifikant vom Trivialwert ab.

#### 8.4 Analyse der Ergebnisse des Basisexperiments mit verschiedenen Abfragemechanismen zur Belief-Ermittlung – Hypothesen

Die Analyse der im Rahmen dieser dritten experimentellen Untersuchung erhobenen Daten beginnt mit einem Vergleich dieser Daten mit denen der ersten und zweiten experimentellen Untersuchung.

Im Folgenden wird die erste experimentelle Untersuchung, das Basisexperiment mit den geringen Auszahlungen, als Treatment 1 bezeichnet. Die zweite Untersuchung, das Basisexperiment mit den hohen Auszahlungen, als Treatment 2 und die dritte Untersuchung, das Basisexperiment mit niedrigen Auszahlungen und verschiedenen Beliefabfragemechanismen wird als Treatment 3 bezeichnet.

### 8.4.1 Analyse der Verteilungen der Strategiewahlen in den verschiedenen Treatments

In einem ersten Schritt werden die Verteilungen der Strategiewahlen der Spieler im zugrunde liegenden 2x2 Koordinationsspiel näher betrachtet. In Tabelle 21 sind die Verteilungen der Strategiewahlen in den drei verschiedenen Treatments abgebildet.

Basisexperiment im:	Anzahl der Spieler, die:	
	Strategie A wählten	Strategie B wählten
Treatment 1 (kleine Auszahlungen)	21	15
Treatment 2 (hohe Auszahlungen)	8	8
Treatment 3 (kleine Auszahlungen und verschiedene Beliefabfragemechanismen)	21	9

Tabelle 21: Nach Treatments geordnete Darstellung der Verteilung der Strategiewahlen

Werden die in Tabelle 21 dargestellten Verteilungen paarweise mittels eines  $\chi^2$ -Tests verglichen, zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Verteilungen der Strategiewahlen der Spieler. Dabei bestätigt das Ergebnis dieses Vergleichs der Verteilungen der Strategiewahlen im Treatment 2 und im Treatment 3 den Befund aus Abschnitt 7.3.1 (Vergleich Treatment 1 und Treatment 2), dass die Höhe der Auszahlung die Strategiewahl im 2x2 Koordinationsspiel nicht beeinflusst. Andererseits zeigt dieses Ergebnis auch, dass der Verzicht auf die Risikoabfrage und das Implementieren der verschiedenen Beliefabfragemechanismen die Strategiewahlen nicht signifikant beeinflusst.

### 8.4.2 Analyse der Beliefangaben in den verschiedenen Treatments

Neben der erfolgten Betrachtung etwaiger Unterschiede in den Strategiewahlen in den drei Treatments erlauben die erhobenen Daten auch eine vergleichende Analyse jener Beliefangaben, die über den gleichen Abfragemechanismus (quadratische Entlohnungsfunktion) ermittelt wurden. Hierfür werden die Beliefangaben, die im Abfragemechanismus  $M_3$  im Treatment 3 ermittelt wurden, den Beliefangaben aus Treatment 1 und Treatment 2 gegenübergestellt. In Tabelle 22 sind die Mediane der, wie in Abschnitt 6.3.1 beschrieben, normierten Beliefangaben der Spieler dargestellt. Diese wurden anhand der von den Spielern im 2x2 Koordinationsspiel gewählten Strategie gruppiert.

	Median der normierten Beliefs der Spieler, die:	
	Strategie A wählten	Strategie B wählten
Treatment 1 (kleine Auszahlungen)	0,80	0,30
Treatment 2 (hohe Auszahlungen)	0,78	0,30
Treatment 3 (kleine Auszahlungen und verschiedene Beliefabfragemechanismen)	0,52	0,30

Tabelle 22: Nach Treatments und Strategiewahl geordnete Darstellung der Beliefangaben  
(über quadratische Entlohnungsfunktion ermittelt)

Für die Analyse auf Unterschiede in den Beliefangaben wurden die normierten Beliefs der drei Treatments paarweise verglichen. Wie bereits in Abschnitt 7.3.2 beschrieben, zeigt ein Wilcoxon-Test, angewendet zur Analyse der 36 normierten Beliefs aus Treatment 1 und der 16 normierten Beliefs aus Treatment 2, keinen signifikanten Unterschied zwischen den Beliefangaben beider Treatments.

Werden die 36 normierten Beliefs aus Treatment 1 und die 30 normierten Beliefs des Abfragemechanismus  $M_3$  aus Treatment 3 mittels Wilcoxon-Test analysiert, zeigt sich auch hier kein signifikanter Unterschied zwischen den Werten dieser beiden Treatments.

Zu diesem Ergebnis gelangt auch die Analyse mittels Wilcoxon-Test der 16 normierten Beliefs aus Treatment 2 und der 30 normierten Beliefs aus Treatment 3. Auch die Werte dieser beiden Treatments weisen keine signifikanten Unterschiede auf.

Damit zeigt sich, dass weder die Verteilung der Strategiewahlen im 2x2 Koordinationsspiel, noch die Beliefangaben bezüglich der Strategiewahlen der anderen Spieler, trotz der Veränderung einzelner Parameter in der Erhebung dieser Informationen in den drei betrachteten Experimenten (Treatments), signifikant verschieden sind.

#### 8.4.3 Analyse der Beliefangaben der verschiedenen Abfragemechanismen – Hypothese 7

Die Formulierung der Hypothese 7 unterstellt einen Einfluss der monetären Entlohnung auf die erhobenen Beliefs. Dabei wird zunächst davon ausgegangen, dass jene Angaben mit Entlohnung ( $M_2, M_3, M_4$ ) von denen ohne Entlohnung ( $M_1$ ) verschieden sind. Um diese Untersuchung durchzuführen, werden die angegeben



Beliefs des Abfragemechanismus ( $M_1$ ) den Angaben der verbleibenden Mechanismen ( $M_2, M_3, M_4$ ) gegenübergestellt und auf signifikante Unterschiede mittels eines zweiseitigen Wilcoxon-Tests verglichen. An dieser Stelle ist zu beachten, dass für die Analyse die nichtnormierten Beliefangaben verwendet werden. In Tabelle 23 sind die p-Werte (Signifikanzwerte) angegeben.<sup>57</sup>

	Beliefs ( $M_2$ ) (linearer Entlohnung)	Beliefs ( $M_3$ ) (quadratische Entlohnung)	Beliefs ( $M_4$ ) (mod. quadratische Entlohnung)
Beliefs ( $M_1$ ) (ohne Entlohnung)	0,5305	0,2775	0,2134

Tabelle 23: p-Werte der Analyse der Beliefangaben der verschiedenen Abfragemechanismen in Bezug auf den Einfluss monetärer Entlohnung

Wie die Werte der Tabelle 23 zeigen, besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den über die verschiedenen Mechanismen abgefragten Beliefs. Dieser Befund steht jenen entgegen, wonach Beliefs, die unter Verwendung von (monetären) Anreizen abgefragt werden, genauer sind als jene, die ohne (monetäre) Anreize abgefragt werden (vgl. Wang, 2011 und Gächter und Renner, 2010).

#### 8.4.4 Analyse der Beliefangaben mit und ohne anreizkompatibler Entlohnungsfunktion – Hypothese 8

Sowohl in theoretischen Untersuchungen von Entlohnungsfunktionen (vgl. Selten, 1995 oder Gneiting und Raftery, 2007) als auch in experimentellen Studien (vgl. Palfrey und Wang, 2009 oder Wang, 2011) wurde die Anreizkompatibilität als zentrale Anforderung an eine Entlohnungsfunktion herausgestellt. In ihrer Untersuchung konnten Palfrey und Wang (2009) zeigen, dass Beliefs, die mittels einer anreizkompatiblen Funktion abgefragt wurden, signifikant verschieden von Beliefs waren, die über anreizinkompatible Funktionen abgefragt wurden. Dabei zeigten sich diese Unterschiede in Bezug auf die „Genauigkeit, Kalibrierung und die Verteilung der Angaben“ (vgl. Palfrey und Wang, 2009, S. 107).

Die Formulierung der Hypothese 8 greift diese Befunde auf und unterstellt einen signifikanten Unterschied in den Beliefangaben, die im anreizinkompatiblen Mechanismus ( $M_2$ ) ermittelt wurden von denen, die in den anreizkompatiblen Mechanismen ( $M_3$ ) und ( $M_4$ ) abgefragt wurden.

---

<sup>57</sup> Eine Analyse der Daten der verschiedenen Abfragemechanismen unter Berücksichtigung der Messwiederholung zeigt keine signifikanten Unterschiede (Test der Innersubjekteffekte, Greenhouse-Geisser, 0,333).

	Beliefs ( $M_3$ ) (quadratische Entlohnung)	Beliefs ( $M_4$ ) (mod. quadratische Entlohnung)
Beliefs ( $M_2$ ) (lineare Entlohnung)	0,4436	0,3285

Tabelle 24: p-Werte der Analyse der Beliefangaben der verschiedenen Abfragemechanismen in Bezug auf Anreizkompatibilität

Die vergleichende Analyse der anreizinkompatiblen Methode der linearen Entlohnung ( $M_2$ ) mit den anreizkompatiblen Methoden ( $M_3$ ) und ( $M_4$ ) zeigt keine signifikanten Unterschiede in den angegebenen Beliefs. Damit können die von Palfrey und Wang (2009) gefundenen Unterschiede in der Verteilung der Beliefs nicht bestätigt werden.

In Bezug auf die Kalibrierung verwenden Palfrey und Wang (2009) die Definition von Seidenfeld (1985), wonach:

*„A set of probabilistic predictions are (well) calibrated if  $p$  percent of all predictions reported at probability  $p$  are true“* (vgl. S. 275).

Ausgehend von dieser Definition argumentieren Palfrey und Wang (2009), sei ein Spieler dann perfekt kalibriert, wenn dieser Spieler beispielsweise die Wahl von Strategie  $A$  beim anderen Spieler mit einem Belief von  $\mu(\sigma_{-i} = A) = 0,30$  erwarte und die Strategie  $A$  dann in 30 Prozent aller Fälle auch gespielt würde. Äquivalent verhielte es sich für Beliefs von  $\mu(\sigma_{-i} = A) = 0,60$ , wonach diese Strategie in 60 Prozent aller Fälle gespielt würde und so weiter (vgl. S. 104).<sup>58</sup>

Im hier betrachteten Experiment wählten 70 Prozent der Teilnehmer die Strategie  $A$  und 30 Prozent die Strategie  $B$ . Ausgehend von der Argumentation von Palfrey und Wang (2009) wären die Beliefs der Spieler perfekt kalibriert, wenn jene Spieler, die beim anderen Spieler die Wahl der Strategie  $A$  (Strategie  $B$ ) erwarten, einen Belief  $\mu(\sigma_{-i} = A) = 0,70$  ( $\mu(\sigma_{-i} = B) = 0,30$ ) angeben. Um die Beliefangaben der Teilnehmer auf die Qualität ihrer Kalibrierung hin zu überprüfen, werden die Angaben entsprechend der Strategieerwartung der Spieler gruppiert. Für die sich so ergebenden zwei Gruppen wird untersucht, ob die Verteilung der angegebenen Beliefs im Mittel vom jeweiligen Referenzwert der Gruppe abweicht.

<sup>58</sup> In der Beschreibung von Palfrey und Wang (2009) ist die Strategie mit Green bezeichnet.

	Beliefs ( $M_1$ ) (ohne Entlohnung)	Beliefs ( $M_2$ ) (lineare Entlohnung)	Beliefs ( $M_3$ ) (quadratische Entlohnung)	Beliefs ( $M_4$ ) (mod. quadratische Entlohnung)
Gruppe 1 (Strategie A erwartet)	0,3782	0,6133	0,7615	0,8860
Gruppe 2 (Strategie B erwartet)	0,0058	0,0057	0,0055	0,0055

Tabelle 25: p-Werte der Analyse der Qualität der Kalibrierung der Beliefangaben der verschiedenen Abfragemechanismen

Wie die p-Werte in Tabelle 25 zeigen, weisen die Beliefangaben der Gruppe 1, also jener Spieler, die beim ihnen zugelosten Spieler die Wahl von Strategie A erwarten, im Mittel keine signifikanten Unterschiede zum Referenzwert (0,70) auf. Die Beliefs der Gruppe 2, also jener Spieler, die die Wahl von Strategie B erwarten, weichen im Mittel hingegen signifikant vom Referenzwert (0,30) ab. Auffällig ist, dass die Qualität zwar zwischen den Gruppen variiert, nicht jedoch über die verschiedenen verwendeten Abfragemechanismen. Dies steht den Befunden von Palfray und Wang (2009) entgegen, die signifikante Unterschiede zwischen den Abfragemechanismen fanden.

## 8.5 Fazit – Das Basisexperiment mit verschiedenen Abfragemechanismen zur Belief-Ermittlung

Nachdem in den vorangehenden Abschnitten 6 und 7 gezeigt wurde, dass in einem 2x2 Koordinationsspiel die Beliefs der Spieler das wesentliche Erklärungspotenzial in Bezug auf ihr Verhalten im Spiel aufweisen, diente dieses Kapitel der Untersuchung der Ermittlungsmethode dieser Beliefs.

Ausgehend von verschiedenen theoretischen und experimentellen Befunden, wonach unter anderem das (monetäre) Entlohnen der Beliefangabe die Ergebnisse beeinflusst, wobei hier auch die Frage der Anreizkompatibilität des verwendeten Entlohnungsmechanismus hervorgehoben wird, wurden in dieser Untersuchung vier verschiedene Abfragemechanismen verwendet. Im Sinne der Vergleichbarkeit der Daten wurde das in Kapitel 5 näher beschriebene Basisspiel erneut verwendet.

Die vergleichende Analyse der Daten aus den drei verschiedenen experimentellen Untersuchungen zeigt keine signifikanten Unterschiede im Verhalten der

Teilnehmer. Einmal mehr führte die geänderte Auszahlungshöhe im Spiel damit zu keiner signifikanten Verhaltensänderung. Darüber hinaus sind auch die über den gleichen Abfragemechanismus erhobenen Beliefs nicht signifikant verschieden.

Die in dieser Untersuchung im Fokus stehende Frage nach einem Einfluss der verschiedenen Abfragemechanismen lieferte gleichsam keine signifikanten Unterschiede. Dies gilt sowohl für den generellen Aspekt einer Entlohnung (unabhängig von der Anreizkompatibilität dieser) als auch für den spezifischen Aspekt der Anreizkompatibilität der Entlohnung.

## 9 Experimentelle Untersuchung IV – Risiko, Unsicherheit und Beliefs im 6–Personen Koordinationsspiel<sup>59</sup>

In den drei zuvor beschriebenen experimentellen Untersuchungen diente ein symmetrisches 2x2 Koordinationsspiel als Untersuchungsgrundlage. Dieses Spiel zeichnet sich durch seine einfache Struktur aus und damit konnte unterstellt werden, dass die Teilnehmer an diesen Untersuchungen das Entscheidungsproblem relativ einfach analysieren konnten.

Im Folgenden soll untersucht werden, ob die zuvor gezeigten Befunde auch dann Bestand haben, wenn das zugrunde liegende Spiel so variiert wird, dass das Entscheidungsproblem komplexer wird. Die Komplexität der Entscheidungssituation wird dabei dadurch gesteigert, dass nicht mehr „nur“ ein 2–Personen Koordinationsspiel, sondern ein 6–Personen Koordinationsspiel betrachtet wird. Zusätzlich wird dieses als wiederholtes Spiel betrachtet, das heißt, die Teilnehmer interagierten nicht nur einmal, sondern über mehrere Runden.

Um die verschiedenen Parameter des Spiels auf ihren Einfluss auf das Entscheidungsverhalten der Spieler hin zu untersuchen, werden zwei unterschiedliche Varianten des 6–Personen Koordinationsspiels untersucht.

Zur Differenzierung der beiden Varianten des Spiels wird die Definition von Unsicherheit von Knight (1921) aufgegriffen. Wie in Abschnitt 2.2 erläutert, definiert Knight Entscheidungen unter Unsicherheit bezüglich der a priori Unkenntnis über die Eintrittswahrscheinlichkeit von Umweltzuständen. Als „Steigerung“ der Unsicherheit beschreibt er vollkommene Unsicherheit über die zusätzliche Unkenntnis möglicher Umweltzustände.

Im Folgenden wird untersucht, inwieweit ein Variieren des Grades an Knight'scher Unsicherheit in einer Entscheidungssituation das Verhalten der Spieler beeinflusst.

Zusätzlich wird die Risikoneigung der Spieler ermittelt und untersucht, wie die Risikoneigung auf das Entscheidungsverhalten wirkt. Wie schon in den zuvor beschriebenen Untersuchungen erfolgt dies auch unter Verwendung des „Multiple price list“-Konzepts, wie es in Abschnitt 3.1.1 beschrieben ist. Auch in dieser Untersuchung wird die Frage gestellt, inwieweit die Risikoneigung eines

---

<sup>59</sup> Ablauf, Analyse und Ergebnisse des in diesem (und weiteren) Abschnitt(en) vorgestellten Experiments finden sich teilweise auch in Berninghaus et al. (2013).

Entscheidungers geeignet ist, sein Entscheidungsverhalten zu prognostizieren und welchen Einfluss seine Beliefs hierbei haben.

## 9.1 Das 6–Personen Koordinationsspiel<sup>60</sup>

Diese Untersuchung basiert auf einem Koordinationsspiel, welches von sechs Spielern, die jeder eine von zwei möglichen reinen Strategien ( $A, B$ ) wählen, gespielt wird. Dabei bietet die Strategie  $A$  eine sichere und von den Entscheidungen der anderen Spieler unabhängige Auszahlung. Die Auszahlung in der alternativen Strategie  $B$  hängt sowohl von der eigenen Entscheidung als auch von den Entscheidungen aller anderen Spieler ab. Um die Abhängigkeit der Auszahlung von den Entscheidungen der anderen Spieler zu modellieren, wird die Strategie  $B$  als Lotterie dargestellt. In dieser ist die Wahrscheinlichkeit die hohe Auszahlung zu erreichen, abhängig von der Anzahl anderer Spieler, die auch die Strategie  $B$  wählen.

Um den Einfluss dieser Wahrscheinlichkeit auf das Entscheidungsverhalten der Spieler zu untersuchen, werden zwei Versionen des Spiels betrachtet. Durch das Variieren der Informationen, welche die Spieler über die Wahrscheinlichkeiten erhalten, wird der Grad an Unsicherheit von der *Version 1* des Spiels zur *Version 2* des Spiels erhöht.

### 9.1.1 Version 1 – Das 6–Personen Koordinationsspiel mit gegebener Wahrscheinlichkeitsverteilung

In diesem nichtkooperativen Spiel  $G = (\Sigma_1, \dots, \Sigma_n; H_1(\cdot), \dots, H_n(\cdot); I)$  ist die Menge der Spieler mit  $I = 6$  gegeben. Jeder Spieler hat die Wahl zwischen zwei reinen Strategien ( $A$  und  $B$ ), somit hat Spieler  $i$  die Strategiemenge  $\Sigma_i = \{A, B\}$ .

Die Strategie  $\sigma_i = A$  bietet eine fixe, sichere Auszahlung, unabhängig von den Strategieentscheidungen der anderen Spieler, von 600 *Punkten*. Die Auszahlung bei Wahl der Strategie  $\sigma_i = B$  ist als Lotterie  $\mathcal{L} = \{1 - p(m), 0; p(m), 1.000\}$  gegeben. Dabei ergibt sich die Wahrscheinlichkeit  $p(m)$  abhängig von der Anzahl  $m$  anderer Spieler (mit  $1 \leq m \leq I$ ), welche die Strategie  $B$  wählen, wie folgt:

---

<sup>60</sup> Das nachfolgende Kapitel basiert wesentlich auf Berninghaus et al. (2013).

$$p(m) = \begin{cases} 0,5, & \text{wenn } m = 1 \\ 0,6, & \text{wenn } m = 2 \\ 0,7, & \text{wenn } m = 3 \\ 0,8, & \text{wenn } m = 4 \\ 0,9, & \text{wenn } m = 5 \\ 1,0, & \text{wenn } m = 6 \end{cases}$$

Damit ergeben sich die Auszahlungsfunktionen  $H_i : \Sigma_1 \times \dots \times \Sigma_n \rightarrow \mathbb{R}$  wie folgt:

$$H_i(\cdot, \sigma_i) = 600, \text{ wenn } \sigma_i = A$$

und

$$H_i(\sigma_{-i}, \sigma_i) = p(m) \cdot 1.000, \text{ wenn } \sigma_i = B \text{ und } m := |\{j \in I \mid j \neq i, \sigma_j = B\}|.$$

Somit sind alle Elemente des Spiels gegeben und es lässt sich zeigen, dass das Spiel  $G$  genau zwei Nash-Gleichgewichte in reinen Strategien besitzt. Nash-Gleichgewichte sind die Strategieprofile:

$$\sigma^* = (\sigma_1^*, \dots, \sigma_n^*) = (A, \dots, A)^{61}$$

und

$$\sigma^{**} = (\sigma_1^{**}, \dots, \sigma_n^{**}) = (B, \dots, B)^{62}.$$

Es existieren keine weiteren Nash-Gleichgewichte, denn für jedes Strategieprofil  $\sigma \neq \sigma^*, \sigma^{**}$  lässt sich zeigen:

Sei  $\sigma$  mit  $m = 1$  gegeben, so erhält ein einzelner „B-Spieler“ eine Auszahlung von 500 Punkten. Wechselt dieser Spieler zur Strategie  $A$ , erhöht sich seine Auszahlung auf 600 Punkte, somit ist  $\sigma$  kein Nash-Gleichgewicht.

Würden  $1 < m < n$  Spieler die Strategie  $B$  wählen, so erhielten alle „B-Spieler“ eine Auszahlung von  $p(m) \cdot 1.000$  Punkten. Dann würde mindestens ein „A-Spieler“, wenn er zur Strategie  $B$  wechselt, eine Auszahlung von

$$p(m+1) \cdot 1.000 > p(m) \cdot 1.000 \geq 600$$

realisieren und somit ist auch ein solches Strategieprofil kein Nash-Gleichgewicht.

Neben den zwei Gleichgewichten in reinen Strategien existiert ein Nash-Gleichgewicht in gemischten Strategien  $s^* = ((q_A, 1 - q_A), \dots, (q_A, 1 - q_A))$ , wobei

---

<sup>61</sup> Beweis  $\sigma^*$  ist Nash-Gleichgewicht: Angenommen, alle Spieler wählen die Strategie  $A$ , so erhalten alle eine Auszahlung von 600 Punkten. Würde nur ein Spieler abweichen und  $B$  spielen, würde er eine Auszahlung von  $p(m) \cdot 1.000 = 500$  Punkten realisieren.

<sup>62</sup> Beweis  $\sigma^{**}$  ist Nash-Gleichgewicht: Angenommen, alle Spieler wählen die Strategie  $B$ , so erhalten alle eine Auszahlung von 1.000 Punkten. Würde nur ein Spieler abweichen und  $A$  spielen, würde sich seine Auszahlung auf 600 Punkte reduzieren.

$q_A$  die Wahrscheinlichkeit bezeichnet, mit der die Strategie  $A$  gewählt wird. Im Nash-Gleichgewicht in gemischten Strategien gilt  $q_A = 0,2$ .

Dies gilt genau dann, wenn ein Spieler indifferent in der Wahl zwischen Strategie  $A$  und Strategie  $B$  ist, wenn alle anderen Spieler  $q_A = 0,2$  wählen. In diesem Fall ist  $s^*$  ein Gleichgewicht in gemischten Strategien.

Es muss also gelten:

$$\forall i : H_i(s_{-i}^*, A) = H_i(s_{-i}^*, B) = 600.$$

Dabei lässt sich  $H_i(s_{-i}^*, B)$  auch schreiben als:

$$H_i(s_{-i}^*, B) = \sum_{k=1}^5 p_k \cdot w(k) \cdot 1.000,$$

wobei  $p_k$  die Wahrscheinlichkeit bezeichnet, dass genau  $k$  andere Spieler die Strategie  $B$  wählen, wenn alle die gleiche gemischte Strategie  $s^* = (q_A, 1 - q_A)$  spielen. Unter der Annahme, dass die Spieler unabhängig von den Entscheidungen der anderen Spieler entscheiden, lässt sich  $p_k$  mit Hilfe der Binomial Verteilung ermitteln. Für  $p_k$  gilt:

$$p_k = \binom{N}{k} (1 - q_A)^k q_A^{N-k}.$$

Für  $q_A = 0,2$  ermitteln sich die Wahrscheinlichkeiten

$$p = (p_0, \dots, p_5) = (0,3277, 0,4096, 0,2048, 0,0512, 0,0064, 0,0003).$$

Ausgehend von diesen Werten gilt:

$$\sum_{k=1}^5 p_k \cdot w(k) \cdot 1.000 = 600$$

und damit gilt:

$$\forall i : H_i(s_{-i}^*, A) = H_i(s_{-i}^*, B) = 600.$$

Somit ist  $s^*$  ein Nash-Gleichgewicht in gemischten Strategien.

Um den Einfluss der Unsicherheit auf die Entscheidungen der Spieler zu untersuchen, wurde ausgehend von diesem 6-Personenspiel eine zweite Version des Spiels abgeleitet.



### 9.1.2 Version 2 – Das 6–Personen Koordinationsspiel ohne gegebene Wahrscheinlichkeitsverteilung

Auch die zweite Version basiert auf dem nichtkooperativen Spiel  $G = (\Sigma_1, \dots, \Sigma_n; H_1(\cdot), \dots, H_n(\cdot); I)$ . Die Menge der Spieler ist weiterhin mit  $I = 6$  gegeben und auch in diesem Spiel hat jeder Spieler die Wahl zwischen zwei reinen Strategien ( $A$  und  $B$ ), somit hat Spieler  $i$  die Strategiemenge  $\Sigma_i = \{A, B\}$ .

Auch die Auszahlungsstruktur ist unverändert. Die Strategie  $\sigma_i = A$  bietet eine fixe, sichere Auszahlung, unabhängig von den Strategieentscheidungen der anderen Spieler, von 600 Punkten. Die Auszahlung bei Wahl der Strategie  $\sigma_i = B$  ist als Lotterie  $\mathcal{L} = \{1 - p(m), 0; p(m), 1.000\}$  gegeben.

Der Unterschied zwischen Version 1 und Version 2 besteht darin, dass in der zweiten Version die Wahrscheinlichkeitsverteilung von  $p(m)$  nicht mehr gegeben ist.

In der zweiten Version erhalten die Spieler „nur“ die Information, dass die Wahrscheinlichkeit  $p(m)$  die 1.000 Punkte zu gewinnen mit der Anzahl an Spielern, welche die Strategie  $B$  wählen, steigt.

Mit dieser Beschreibung wird das Wahrscheinlichkeitsintervall von  $p(m)$  erweitert.

In Version 1 galt:

$$0,5 \leq p(m) \leq 1$$

in Version 2 gilt:

$$0 \leq p(m) \leq 1.$$

Zusätzlich zu dieser Modifikation beinhaltet die Version 2 des Spiels eine Beliefabfrage. Die Spieler wurden gefragt, was sie glauben, mit welcher Wahrscheinlichkeit  $b(m) = [0,1]$  bei Wahl der Strategie  $B$  die 1.000 Punkte realisiert werden.

Diese Beliefangabe wurde unter Verwendung einer quadratischen Funktion wie folgt entlohnt:

$$A(b) = 150 \cdot \left[1 - (p(m) - b(m))^2\right],$$

wobei  $p(m)$  die tatsächliche Wahrscheinlichkeit, mit der die 1.000 Punkte realisiert wurden, bezeichnet und  $b(m)$  die von den Spielern angenommene.<sup>63</sup> Diese

---

<sup>63</sup> Wie schon in den zuvor beschriebenen Untersuchungen, waren die Spieler zum leichteren Verständnis aufgefordert ihren Belief als Zahl aus dem Intervall  $[0,100]$  anzugeben. Dabei bedeutet ein Wert von *Null*, dass die Strategie  $B$  mit Sicherheit zu einer Auszahlung von *Null* Punkten und ein Wert von 100, dass die Strategie  $B$  mit Sicherheit zu einer Auszahlung von 1.000 Punkten führt.

Beliefabfrage erfüllt die Anforderungen an eine anreizkompatible Entlohnungsfunktion, wie sie in Abschnitt 4.1.1 beschrieben sind.

## 9.2 Das 6–Personen Koordinationsspiel – Hypothesen

Um die Befunde der vorangegangenen Untersuchungen zum Verhalten der Spieler im Koordinationsspiel zu überprüfen, wird auch in dieser das Entscheidungsverhalten mit Hilfe der Hypothesen H3 und H4 analysiert. Wie in Abschnitt 5.4 ausgeführt, lauten diese:

*H3: Die Risikoneigung eines Spielers bestimmt sein Verhalten im Spiel.*

*H4: Die Beliefs der Spieler bezüglich des Verhaltens bestimmen ihr Verhalten.*

Im 2x2 Koordinationsspiel zeigte sich, dass die Erwartungen der Spieler bezüglich des Verhaltens der anderen Spieler wesentlichen Einfluss auf ihr eigenes Entscheidungsverhalten hatten. Die beschriebene Versionierung des 6–Personen Koordinationsspiels greift diesen Befund auf und sucht diesen weiter zu spezifizieren.

Durch die veränderten Informationen in Bezug auf die Wahrscheinlichkeit  $p(m)$ , mit der die Auszahlungen bei Wahl der Strategie  $B$  realisiert werden, ändert sich der Grad der Unsicherheit im Spiel. Um die Auswirkungen des geänderten Grads an Unsicherheit zu untersuchen, wird die folgende Hypothese aufgestellt:

*H9: Der Grad der Unsicherheit beeinflusst das Entscheidungsverhalten der Spieler nicht.*

## 9.3 Das 6–Personen Koordinationsspiel – experimenteller Ablauf

Entsprechend der zwei Versionen des Koordinationsspiels, bestand das Experiment aus zwei Treatments mit je zwei Telexperimenten. Auch dieses Experiment wurde im MaXLab, dem Magdeburger Experimentallabor für Wirtschaftsforschung, durchgeführt. Für jedes Treatment wurden sechs Durchgänge, mit je sechs Teilnehmern gespielt. Diese wurden mittels ORSEE (Greiner, 2004) rekrutiert. Das Experiment wurde am Computer durchgeführt und das dafür notwendige Programm wurde mit z-Tree (Fischbacher, 2007) erstellt. Alle im Verlauf des Experiments erzielten Punkte wurden mittels des Kurses  $15 \text{ Punkte} = 1 \text{ Eurocent}$  umgerechnet.

### 9.3.1 Treatment 1 – Das 6–Personen Koordinationsspiel mit gegebener Wahrscheinlichkeitsverteilung<sup>64</sup>

Dieses Treatment besteht aus zwei Telexperimenten. Im Telexperiment 1 wird die Risikoneigung der Teilnehmer anhand von Lotteriebewertungen ermittelt. Das Telexperiment 2 basiert auf der Version 1 des 6–Personen Koordinationsspiels. Dieses Treatment bot den Teilnehmern eine sichere Auszahlung von 4,40 Euro, maximal konnten die Teilnehmer 7,33 Euro erzielen.

#### **Telexperiment 1 – Lotteriebewertung und Ermittlung der Risikoneigung**

Um die Risikoneigung zu ermitteln, hatten die Teilnehmer für 13 Auswahlentscheidungen anzugeben, ob sie die riskante Alternative *A* oder die sichere Alternative *B* bevorzugen beziehungsweise ob sie zwischen diesen beiden Alternativen indifferent sind. Dabei war die Alternative *A* als Lotterie dargestellt und die Alternative *B* als fixer, sicherer Betrag gegeben. In Tabelle 26 sind die 13 Auswahlentscheidungen abgebildet.

---

<sup>64</sup> Die vollständige Experimentalanleitung zum 6–Personen Koordinationsspiel mit gegebener Wahrscheinlichkeitsverteilung ist im Anhang A4.1 gegeben.

Auswahlentscheidung	Alternative A Lotterie $\mathcal{L}_A$	Alternative B (fixer, sicherer Betrag)
1	[0,99,0; 0,01,1.000]	600
2	[0,95,0; 0,05,1.000]	600
3	[0,90,0; 0,10,1.000]	600
4	[0,80,0; 0,20,1.000]	600
5	[0,70,0; 0,30,1.000]	600
6	[0,60,0; 0,40,1.000]	600
7	[0,50,0; 0,50,1.000]	600
8	[0,40,0; 0,60,1.000]	600
9	[0,30,0; 0,70,1.000]	600
10	[0,20,0; 0,80,1.000]	600
11	[0,10,0; 0,90,1.000]	600
12	[0,05,0; 0,95,1.000]	600
13	[0,01,0; 0,99,1.000]	600

Tabelle 26: Lotterieberfrage zur Ermittlung der Risikoneigung

Die Herleitung der Lotterien erfolgt in gleicher Weise, wie in Abschnitt 5.2 beschrieben. Am Ende des gesamten Experiments wurde eine Auswahlentscheidung zufällig ermittelt, die dann auszahlungsrelevant wurde. Die zufällige Auswahl erfolgte analog zu der, die in Abschnitt 6.2.2 beschrieben ist.

### **Teilexperiment 2 - Strategiewahlen bei gegebener Wahrscheinlichkeit $p(m)$ im 6-Personen Koordinationsspiel (Version 1)**

In diesem Teilexperiment spielen sechs Teilnehmer das Koordinationsspiel mit gegebener Wahrscheinlichkeit  $p(m)$ . Hierfür wurde jedem Spieler gesagt, dass er ein Spiel mit fünf weiteren Spielern spielt, in dem seine Auszahlung nicht nur von seiner Strategiewahl abhängt, sondern auch von den Strategiewahlen der übrigen fünf Spieler. Die möglichen Auszahlungen waren ihm, wie in der folgenden Abbildung 13 dargestellt, gegeben.

Strategie	Auszahlung
<i>A</i>	600 Punkte (sicher)
<i>B</i>	1.000 Punkte mit der Wahrscheinlichkeit $p(m)$ oder 0 Punkte mit der Wahrscheinlichkeit $1 - p(m)$

Abbildung 13: Darstellung der möglichen Auszahlungskonsequenzen im 6-Personen Koordinationsspiel

Zusätzlich wurde jedem Spieler in einer Tabelle (vgl. Tabelle 27) der Zusammenhang zwischen den Entscheidungen der Spieler und der Wahrscheinlichkeit  $p(m)$  gezeigt.

Anzahl der Spieler, die die Strategie <i>B</i> wählen	resultierende Wahrscheinlichkeit $p(m)$	resultierende Wahrscheinlichkeit $1 - p(m)$
1	0,5	0,5
2	0,6	0,4
3	0,7	0,3
4	0,8	0,2
5	0,9	0,1
6	1	0

Tabelle 27: Wahrscheinlichkeit  $p(m)$  in Abhängigkeit von der Anzahl der Spieler, die die Strategie *B* im 6-Personen Koordinationsspiel (Version 1) wählen

Insgesamt spielten die Spieler dieses Koordinationsspiel über zehn Runden und konnten in jeder Runde entscheiden, welche Strategie sie wählen. Nach jeder Runde wurden die jeweiligen Auszahlungen ermittelt. Bei Wahl von Strategie *A* wurden dem Spieler 600 Punkte gutgeschrieben. Bei Wahl von Strategie *B* wurde, abhängig von der Anzahl Spieler, die ebenfalls diese Strategie wählten, die entsprechende Lotterie gespielt und die so realisierte Auszahlung (1.000 Punkte oder 0 Punkte) gutgeschrieben. Nach jeder Runde wurden die Teilnehmer informiert, wie viele Spieler eine Auszahlung von 0 Punkten realisiert haben.

### 9.3.2 Treatment 2 – Das 6-Personen Koordinationsspiel ohne gegebene Wahrscheinlichkeitsverteilung<sup>65</sup>

Auch dieses Treatment bestand aus zwei Telexperimenten. Dabei bestand das Telexperiment 1 erneut aus der Ermittlung der Risikoneigung der Spieler anhand der Lotteriebewertungen. Dieses Telexperiment lief identisch zu dem in Abschnitt 9.3.1 beschriebenen Telexperiment 1. Das Telexperiment 2 bestand aus der Version 2

<sup>65</sup> Die vollständige Experimentalanleitung zum 6-Personen Koordinationsspiel ohne gegebene Wahrscheinlichkeitsverteilung ist im Anhang A4.2 gegeben.

des 6–Personen Koordinationsspiels. Dieses Treatment bot eine sichere Auszahlung von 4,40 Euro und eine maximale Auszahlung von 8,33 Euro.

### Teilexperiment 2 – Strategiewahlen ohne gegebene Wahrscheinlichkeit $p(m)$ im 6–Personen Koordinationsspiel (Version 2)

Die Teilnehmer an diesem Treatment wurden informiert, dass sie mit fünf weiteren Teilnehmern ein Spiel spielen, in dem ihre Auszahlung sowohl von der eigenen als auch von den Entscheidungen der übrigen Spieler abhängt. Mittels der folgenden Darstellung (identisch zur Darstellung des Spiels im Treatment 1) wurden die Spieler über die möglichen Auszahlungen informiert:

Strategie	Auszahlung
<i>A</i>	600 Punkte (sicher)
<i>B</i>	1.000 Punkte mit der Wahrscheinlichkeit $p(m)$ oder 0 Punkte mit der Wahrscheinlichkeit $1 - p(m)$

Abbildung 14: Darstellung der möglichen Auszahlungskonsequenzen im 6–Personen Koordinationsspiel

Zusätzlich wurden die Teilnehmer informiert, dass die Wahrscheinlichkeit  $p(m)$  steigt, je mehr Spieler die Strategie *B* wählen. Weitere Informationen zur Wahrscheinlichkeit  $p(m)$  erhielten die Spieler nicht.

Neben ihrer Strategiewahl, welche die Spieler in jeder der zehn Runden anzugeben hatten, waren sie aufgefordert einen Wert  $b(m)$  anzugeben, der angibt, was sie glauben, welchen Wert die Wahrscheinlichkeit  $p(m)$  in der aktuellen Runde haben wird.

## 9.4 Ergebnisse des 6–Personen Koordinationsspiels

An diesem Experiment nahmen insgesamt 72 Probanden teil, je 36 Probanden an jedem der zwei Treatments. In beiden Treatments durchliefen die Probanden erst die Lotteriebewertungen und spielten anschließend das Koordinationsspiel in der jeweiligen Version über zehn Runden.

Da das Teilexperiment 1 in den zwei durchgeführten Treatments sowohl den gleichen Inhalt als auch den gleichen Ablauf hatte, werden die Daten zur Untersuchung der Risikoneigung der Teilnehmer aus beiden Treatments gemeinsam betrachtet und beschrieben.

### 9.4.1 Ergebnisse des Telexperiments 1 – Lotteriebewertung und Ermittlung der Risikoneigung

Die Ergebnisse der Auswahlentscheidungen sind in Tabelle 28 dargestellt. In der Auswahlentscheidung Nummer 8 ist der Erwartungswert der Lotterie (Alternative A) gleich dem sicheren Betrag der Alternative B, was bedeutet, dass ein risikoneutraler Spieler hier indifferent zwischen den beiden Alternativen ist.

Es zeigt sich, dass die Mehrzahl der Spieler in den Auswahlentscheidungen Nummer 1 bis Nummer 7 den sicheren Betrag von 600 Punkten (Alternative B) der Lotterie (Alternative A) vorzieht. In den Auswahlentscheidungen Nummer 11 bis Nummer 13 präferiert die Mehrzahl der Spieler die Alternative A. Damit zeigt sich, dass die Mehrzahl der Spieler zwischen den Auswahlentscheidungen Nummer 8 und Nummer 10 von der sicheren Alternative B zur Alternative A wechselt. Für 64 (von 72  $\approx$  89%) Teilnehmer lässt sich ein eindeutiger Wechsellpunkt identifizieren.<sup>66</sup>

Nr.	Alternative A Lotterie $\mathcal{L}_A$	Alternative B (sicherer Betrag)	Anzahl der Spieler, die		
			Alternative A wählten	Alternative B wählten	indifferent waren
1	[0,99,0; 0,01,1.000]	600	5	<b>63</b>	4
2	[0,95,0; 0,05,1.000]	600	3	<b>67</b>	2
3	[0,90,0; 0,10,1.000]	600	3	<b>68</b>	1
4	[0,80,0; 0,20,1.000]	600	1	<b>70</b>	1
5	[0,70,0; 0,30,1.000]	600	2	<b>68</b>	2
6	[0,60,0; 0,40,1.000]	600	4	<b>68</b>	0
7	[0,50,0; 0,50,1.000]	600	12	<b>52</b>	8
8	[0,40,0; 0,60,1.000]	600	12	<b>42</b>	18
9	[0,30,0; 0,70,1.000]	600	<b>42</b>	18	12
10	[0,20,0; 0,80,1.000]	600	<b>55</b>	9	8
11	[0,10,0; 0,90,1.000]	600	<b>68</b>	3	1
12	[0,05,0; 0,95,1.000]	600	<b>70</b>	1	1
13	[0,01,0; 0,99,1.000]	600	<b>72</b>	0	0

Tabelle 28: Ergebnisse der Auswahlentscheidungen zur Ermittlung der Risikoneigung

Das Vorhandensein der eindeutigen Wechsellpunkte, diese sind in Tabelle 29 dargestellt, bestätigt die Befunde von Heinemann et al. (2004 und 2009) sowie die der vorangegangenen experimentellen Untersuchungen innerhalb dieser Arbeit,

<sup>66</sup> Für die verbleibenden 8 Spieler lässt sich kein eindeutiger Wechsellpunkt bestimmen, d.h. diese Spieler wechseln mindestens zweimal. Das Wechselverhalten dieser Spieler ist im Anhang B5 dargestellt. Da dies für die weitere Analyse jedoch nicht bedeutend ist, wird an dieser Stelle nicht näher auf das Verhalten dieser Teilnehmer eingegangen.

wonach Entscheider ein solches Schwellenwertverhalten zeigen. Aufgrund der beobachteten Wechsellpunkte lassen sich auch die Teilnehmer an dieser experimentellen Untersuchung im Mittel als risikoavers klassifizieren.

Auswahlentscheidung Nummer	Anzahl der Spieler, die von der sicheren Alternative <i>B</i> zur Alternative <i>A</i> wechseln <sup>67</sup>	Anzahl der Spieler, die von der Alternative <i>A</i> zur sicheren Alternative <i>B</i> wechseln
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	1	0
6	1	0
7	13	0
8	13	0
9	20	0
10	8	0
11	6	0
12	2	0
13	0	0

Tabelle 29: Wechsellpunkte zwischen den Alternativen in den Auswahlentscheidungen

#### 9.4.2 Ergebnisse des Telexperiments 2 im Treatment 1 – Strategiewahlen bei gegebener Wahrscheinlichkeit $p(m)$ im 6–Personen Koordinationsspiel (Version 1)

In diesem Telexperiment spielten jeweils sechs Spieler ein Koordinationsspiel, in welchem sie die Wahl zwischen zwei reinen Strategien  $\{A, B\}$  hatten. Die Strategie *A* führte, in Abhängigkeit vom Entscheidungsverhalten der übrigen Teilnehmer, zu einer als Lotterie dargestellten, riskanten Auszahlung. Alternativ hierzu führte die Wahl der Strategie *B* zu einem sicheren und fixen Betrag.

Wie in Abschnitt 9.3.1 beschrieben, hatten in diesem Treatment alle Teilnehmer Kenntnis über die potenziell möglichen Lotterien, das heißt, sie kannten für jede mögliche Lotterie sowohl die Auszahlungskonsequenzen als auch die dazugehörigen Wahrscheinlichkeiten.

---

<sup>67</sup> Wie in den vorherigen Abschnitten dieser Arbeit auch, wurde als Wechsellpunkt hier die Auswahlentscheidung bewertet, bei der ein Spieler erstmals von der Wahl der Alternative *B* abwich (entweder indifferent war oder die Alternative *A* wählte).



In der Konsequenz entspricht diese Entscheidungssituation der Definition einer Entscheidung unter Unsicherheit, gemäß Knight (1921), denn die Spieler kannten alle möglichen Umweltzustände (hier die möglichen Lotterien). Es bestand jedoch Unsicherheit, welche dieser Lotterien tatsächlich eintreten würde (da dies abhängig vom Entscheidungsverhalten der anderen Spieler war).

In dieser Situation zeigten sich die folgenden Strategiewahlen (Tabelle 30) im Verlauf der zehn gespielten Runden.

Runde Nummer	Anzahl der Spieler, die die Strategie <i>A</i> wählten	Anzahl der Spieler, die die Strategie <i>B</i> wählten	Anzahl der Spieler, die indifferent waren
1	27	9	0
2	26	10	0
3	31	5	0
4	29	7	0
5	28	8	0
6	32	4	0
7	31	5	0
8	28	8	0
9	32	4	0
10	28	8	0

Tabelle 30: Strategiewahlen bei gegebener Wahrscheinlichkeit  $p(m)$  im 6-Personen Koordinationsspiel (Version 1)

Es wird deutlich, dass in jeder der zehn Runden die Mehrzahl der Spieler die Strategie *A* wählten.

#### 9.4.3 Ergebnisse des Telexperiments 2 im Treatment 2 – Strategiewahlen ohne gegebene Wahrscheinlichkeit $p(m)$ im 6-Personen Koordinationsspiel (Version 2)

Auch in diesem Telexperiment spielten je sechs Spieler ein Koordinationsspiel, in welchem sie zwischen den zwei reinen Strategien  $\{A, B\}$  wählen konnten. Wie im zuvor beschriebenen Telexperiment 2 des Treatments 1, wussten die Teilnehmer,

dass die Wahl der Strategie *A* zu einer als Lotterie dargestellten Auszahlung und die Wahl der Strategie *B* zu einer sicheren und fixen Auszahlung führt.

In diesem Treatment hatten die Teilnehmer jedoch keine Kenntnis über die, aus dem Entscheidungsverhalten der übrigen Teilnehmer resultierende exakte Wahrscheinlichkeit  $p(m)$ . In Bezug auf diese Wahrscheinlichkeit war ihnen lediglich bekannt, dass die Wahrscheinlichkeit  $p(m)$  in der Lotterie den hohen Auszahlungsbetrag zu realisieren mit der Anzahl an Spielern, die die Strategie *A* wählen, steigt.

Auch diese Situation genügt der Definition einer Entscheidung unter Unsicherheit nach Knight (1921), erhöht jedoch den Grad der Unsicherheit zusätzlich. Die Spieler hatten hier nicht nur keine Kenntnis über die Eintrittswahrscheinlichkeiten der möglichen Umweltzustände (hier, welche Lotterie tatsächlich eintritt), ihnen waren auch die Umweltzustände selbst weitgehend unbekannt, da sie keine Kenntnis über sich ergebende Lotterien hatten. Diese Situation entspricht der Knight'schen Definition von *vollkommener Unsicherheit*.

Die im Verlauf der zehn gespielten Runden beobachteten Strategiewahlen der Spieler sind in Tabelle 31 dargestellt.

Runde Nummer	Anzahl der Spieler, die die Strategie <i>A</i> wählten	Anzahl der Spieler, die die Strategie <i>B</i> wählten	Anzahl der Spieler, die indifferent waren
1	22	14	0
2	24	12	0
3	18	18	0
4	20	16	0
5	20	16	0
6	24	12	0
7	22	14	0
8	20	16	0
9	22	14	0
10	17	18	1

Tabelle 31: Strategiewahlen ohne gegebene Wahrscheinlichkeit  $p(m)$  im 6-Personen Koordinationsspiel (Version 2)

In diesem Treatment wird deutlich, dass in acht Runden eine Mehrzahl der Spieler die Strategie *A* wählt.

Zusätzlich zur Strategiewahl hatten die Teilnehmer in diesem Treatment einen Wert  $b(m)$  zu benennen, der angibt, was sie glauben, welchen Wert die

Wahrscheinlichkeit  $p(m)$  tatsächlich hat. Es wurde also ihr Belief in Bezug auf die Eintrittswahrscheinlichkeit der hohen Auszahlungskonsequenz in der Lotterie abgefragt. In Tabelle 32 sind die Mittelwerte der Beliefangaben der Spieler aus jeder der zehn gespielten Runden dargestellt. Die Angaben sind dabei nach den Strategieentscheidungen der Spieler gruppiert.

Runde Nummer	Mittelwert der Beliefs der Spieler, die die Strategie A wählten	Mittelwert der Beliefs der Spieler, die die Strategie B wählten
1	0,67	0,28
2	0,71	0,28
3	0,75	0,25
4	0,71	0,21
5	0,67	0,26
6	0,73	0,15
7	0,69	0,17
8	0,76	0,31
9	0,76	0,26
10	0,84	0,25
Mittelwert über alle Runden	0,72	0,24

Tabelle 32: Beliefs im 6–Personen Koordinationsspiel ohne gegebene Wahrscheinlichkeit  $p(m)$  (Version 2)

## 9.5 Analyse der Ergebnisse im 6–Personen Koordinationsspiel – Hypothesen

Aufgrund der wiederholten Interaktion der Spieler erfolgt die Untersuchung des beobachteten Verhaltens der Spieler durch verschiedene Regressionsanalysen. Zur Überprüfung der Hypothesen H3 und H4 wird die folgende logistische Regression verwendet. Dafür wird zunächst von der allgemeinen *Logistischen Regressionsgleichung* (vgl. Backhaus et al., 2011) ausgegangen:

$$P(y_i = 1) = P_i = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + \sum_{j=1}^M b_j x_{ij})}}, \quad i = 1, \dots, N.$$

Dabei entspricht  $N$  der Anzahl an Beobachtungen (hier Entscheidungen der Spieler) und  $M$  der Anzahl an erklärenden Variablen  $X_{ij}$ . Die Variable  $x_{ij}$  entspricht dem Wert der  $j$ -ten Variable für die  $i$ -te Beobachtung. Mit  $B = (b_0, b_1, \dots, b_M)$  wird die Menge der Koeffizienten bezeichnet. Diese „spiegeln die Einflussstärke der jeweils betrachteten unabhängigen Variablen auf die Höhe der Eintrittswahrscheinlichkeit  $P(y_i = 1)$  wider“

(Backhaus et al., 2011, S. 255). Als abhängige Variable  $y_i$  werden die Entscheidungen der Spieler (Wahl der Strategie A oder der Strategie B) betrachtet.

### 9.5.1 Der Einfluss der Risikoneigung auf die Strategieentscheidung – Hypothese H3

Ausgehend von der Hypothese, dass die Risikoneigung der Spieler ihre Strategiewahl im Koordinationsspiel erklären kann, werden in der oben beschriebenen logistischen Regression die folgenden erklärenden, unabhängigen Variablen verwendet:

$x_{i1}$  – Risikoneigung der Spieler, diese wird mittels der Wechsellpunkte in den Lotterieentscheidungen als Differenz der Erwartungswerte der Wechsellpunkte und der sicheren Auszahlung bestimmt.

$x_{i2}$  – Anzahl der Spieler, die in Runde  $T - 1$  die Strategie B wählten, dabei jedoch die Lotterie verloren (also eine Auszahlung von *Null* Punkten realisiert) haben. In jeder Runde  $T$  wurden alle Spieler über die entsprechende Anzahl an Spielern in der Vorrunde  $T - 1$  informiert.

$x_{i3}$  – Spieler  $i$  hat in Runde  $T - 1$  die Strategie B gewählt und die Lotterie gewonnen (also eine Auszahlung von 1.000 Punkten realisiert).

Diese Variable wurde als *Dummy* verwendet und hatte den Wert 0, wenn Spieler  $i$  in  $T - 1$  die Strategie B gewählt, aber die Lotterie verloren hat oder wenn Spieler  $i$  die Strategie A gewählt hat.

Die Variable hatte den Wert 1, wenn der Spieler  $i$  die Strategie B gewählt und die Lotterie gewonnen hat.

$x_{i4}$  – Treatment, auch diese Variable wurde als *Dummy* verwendet und hatte den Wert 0 für Treatment 1 und den Wert 1 für Treatment 2.

Unter Verwendung dieser Variablen liefert die beschriebene logistische Regression über die Daten von Treatment 1 und Treatment 2 die Ergebnisse, die in Tabelle 33 dargestellt sind.

Variablen	Koeffizienten $B$	p-Werte
<i>Regressionskonstante</i>	$b_0 = 6,23$	0,02
$x_{i1}$	$b_1 = -1,89$	0,51
$x_{i2}$	$b_2 = -1,89$	0,99
$x_{i3}$	$b_3 = -0,00$	0,00
$x_{i4}$	$b_4 = -2,62$	0,00
Log. Regression; Wald $\chi^2 = 33,62$ ( $p < 0,0001$ ); Anzahl Beobachtungen $N = 566$		

Tabelle 33: Der Einfluss der Risikoneigung auf die Strategieentscheidungen der Spieler – Ergebnisse der Regressionsanalyse

Die Ergebnisse dieser Regressionsanalyse zeigen, dass die Variable  $x_{i1}$  (die Risikoneigung der Spieler) die Entscheidungen der Spieler nicht signifikant beeinflusst. Damit wird die Hypothese  $H3$  abgelehnt.

Neben diesem Befund zeigt sich, dass die Variable  $x_{i2}$ , also die Information, wie viele Spieler in der Vorrunde die Lotterie bei Wahl von Strategie  $B$  verloren haben, auch keinen signifikanten Einfluss auf die Strategiewahl der Spieler hat.

Aus dem Ergebnis zur Variable  $x_{i3}$  lässt sich ableiten, dass die Wahrscheinlichkeit die Strategie  $B$  in Runde  $T$  zu wählen signifikant steigt, wenn die Wahl der Strategie  $B$  in Runde  $T - 1$  erfolgreich war, der jeweilige Spieler also die Lotterie gewonnen und eine Auszahlung von 1.000 Punkten realisiert hat.

#### 9.5.2 Der Einfluss der Beliefs auf die Strategieentscheidung – Hypothese $H4$

Um die Hypothese  $H4$  zu untersuchen, wird die zuvor beschriebene logistische Regression mit den folgenden Variablen durchgeführt. Dabei werden mit den Variablen  $x_{i2}$  und  $x_{i3}$  zwei Variablen aus der in Abschnitt 9.5.1 durchgeführten Regressionsanalyse erneut verwendet.

- $x_{i2}$  – Anzahl der Spieler, die in Runde  $T - 1$  die Strategie  $B$  wählten, dabei jedoch die Lotterie verloren (also eine Auszahlung von *Null* Punkten realisiert) haben. In jeder Runde  $T$  wurden alle Spieler über die entsprechende Anzahl an Spielern in der Vorrunde  $T - 1$  informiert.
- $x_{i3}$  – Spieler  $i$  hat in Runde  $T - 1$  die Strategie  $B$  gewählt und die Lotterie gewonnen (also eine Auszahlung von 1.000 Punkten realisiert). Diese Variable wurde als *Dummy* verwendet und hatte den Wert 0, wenn Spieler  $i$  in  $T - 1$  die Strategie  $B$  gewählt, aber die Lotterie verloren hat und wenn Spieler  $i$  die Strategie  $A$  gewählt hat. Die Variable hatte den Wert 1, wenn der Spieler  $i$  die Strategie gewählt und die Lotterie gewonnen hat.

$x_{i5}$  – Belief der Spieler als Wert  $b(m)$ , der angibt, was sie glauben, welchen Wert die Wahrscheinlichkeit  $p(m)$  tatsächlich hat und somit in der Strategie  $B$  die hohe Auszahlung realisiert wird.

In dieser Regressionsanalyse werden nur die Entscheidungen der Spieler im Treatment 2 berücksichtigt, da nur hier die Beliefs abgefragt wurden. In Tabelle 34 sind die Ergebnisse dargestellt.

Variablen	Koeffizienten $B$	p-Werte
Regressionskonstante	$b_0 = -3,99$	0,00
$x_{i2}$	$b_2 = 0,27$	0,28
$x_{i3}$	$b_3 = 2,61$	0,00
$x_{i5}$	$b_5 = 6,17$	0,00
Log. Regression; Wald $\chi^2 = 59,25$ ( $p < 0,0001$ ); Anzahl Beobachtungen $N = 323$		

Tabelle 34: Der Einfluss der Beliefs auf die Strategieentscheidungen der Spieler – Ergebnisse der Regressionsanalyse

Die Regressionsanalyse zeigt, dass die Variable  $x_{i5}$  (Beliefs) positiv und signifikant verschieden von Null ist. Dies bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit, dass ein Spieler die Strategie  $B$  wählt steigt, je stärker er glaubt, bei einer Wahl dieser Strategie auch die hohe Auszahlung zu realisieren.

Neben dem Einfluss der Erwartung des Spielers zeigt die Variable  $x_{i3}$ , wie schon in der Analyse im Abschnitt 9.5.1, dass die Wahl von Strategie  $B$  in Runde  $T$  umso wahrscheinlicher ist, wenn der Spieler mit dieser Wahl in Runde  $T - 1$  erfolgreich war.

Die den Spielern mittels der Variable  $x_{i2}$  zur Verfügung gestellte Information hat erneut keinen signifikanten Einfluss auf das Entscheidungsverhalten der Spieler.

### 9.5.3 Zwischenfazit – Evolution der Beliefs der Spieler im 6–Personen Koordinationsspiel

Die betrachteten Regressionsanalysen bestätigen die Befunde der in dieser Arbeit vorgestellten experimentellen Untersuchungen, wonach das Verhalten von Spielern in einem Koordinationsspiel nicht durch ihre Risikoneigung erklärt werden kann. Vielmehr liefern die Beliefs das wesentliche Erklärungspotenzial.

Ausgehend hiervon bietet das Treatment 2 des 6–Personen Koordinationsspiels die Gelegenheit zu untersuchen, welche Parameter die Beliefs der Spieler beeinflussen.

Hierfür wird eine Regressionsanalyse (*Kleinste-Quadrate-Schätzung*) ausgehend vom folgenden Modell durchgeführt:

$$y_i = b_0 + b_1x_{i1} + b_2x_{i2} + b_3x_{i3}\{+b_4x_{i4}\} + \varepsilon, \quad i = 1, \dots, N.$$

In diesem Regressionsmodell entspricht  $N$  der Gesamtanzahl an Beobachtungen (hier den Beliefs der Spieler) und  $B = (b_0, b_1, b_2, b_3, \{b_4\})$  bezeichnet die Koeffizienten, die die Einflussstärke der jeweiligen unabhängigen Variablen widerspiegeln.

Der Belief von Spieler  $i$  in Runde  $T$  entspricht hier der zu erklärenden Variable  $y_i$ . Als erklärende Variablen werden die in den Abschnitten 9.5.1 und 9.5.2 beschriebenen Variablen  $x_{i1}$  (die Risikoneigung der Spieler),  $x_{i2}$  (die Information, wie viele Spieler bei Wahl von Strategie  $B$  die *Null* Punkte realisierten),  $x_{i3}$  (Dummy Variable zur Strategiewahl in Runde  $T - 1$ ) und  $x_{i5}$  (Beliefs) verwendet. In Tabelle 35 sind die Ergebnisse dieser Regressionsanalyse dargestellt.

Variablen	Koeffizienten $B$	p-Werte
Regressionskonstante	$b_0 = 0,02$	0,79
$x_{i1}$	$b_1 = 0,12$	0,22
$x_{i2}$	$b_2 = -0,00$	0,90
$x_{i3}$	$b_3 = 0,12$	0,00
$x_{i5}$	$b_5 = 0,70$	0,00
<i>Generalized least square Regression; <math>R^2 = 012</math>; Anzahl Beobachtungen <math>N = 288</math></i>		

Tabelle 35: Die Evolution der Beliefs der Spieler im 6-Personen Koordinationsspiel -  
Ergebnisse der Regressionsanalyse

Aus dieser Analyse geht hervor, dass die Beliefs der Spieler in der Runde  $T$  (signifikant) auf den Beliefs in der Runde  $T - 1$  basieren. Zusätzlich hat das Entscheidungsverhalten eines Spielers in Runde  $T - 1$  einen signifikanten Einfluss auf seinen Belief in der Runde  $T$ . Es zeigt sich aber auch, dass die Spieler weder ihre Risikoneigung, noch die Information, die sie im Spielverlauf erhalten haben, in ihre Belieffentwicklung einbeziehen.

Dieser Befund stützt zusätzlich die Ergebnisse aus den Abschnitten 9.5.1 und 9.5.2, wonach nicht die Risikoneigung der Spieler, sondern ihre Beliefs das wesentliche Potenzial zur Erklärung ihrer Strategiewahlen liefern.

#### 9.5.4 Der Einfluss des Grades an Unsicherheit auf die Strategieentscheidung – Hypothese H9

Wie in den Abschnitten 2.2 und 9 beschrieben, handelt es sich im Treatment 1, gemäß der Definition von Knight (1921), um eine *Entscheidung unter Unsicherheit*, im Treatment 2 hingegen um eine *Entscheidung unter vollkommener Unsicherheit*. Damit wurde der Grad an Unsicherheit zwischen diesen beiden Treatments variiert und Hypothese H9 zielt nun auf die Auswirkungen dieser Variation auf das Entscheidungsverhalten der Spieler ab.

Um die Auswirkungen der Variation der Unsicherheit zwischen den beiden gespielten Treatments zu untersuchen, wird nochmals die Regressionsanalyse aus 9.5.1 betrachtet.

Anhand der Variable  $x_{i4}$  (Treatment), genauer des Vorzeichens des Koeffizienten  $b_4$ , zeigt sich, dass im Treatment 2 weniger Spieler die Strategie  $B$  gewählt haben als im Treatment 1. Der angegebene p-Wert zeigt zusätzlich, dass dieser Unterschied signifikant ist. Damit folgt, dass der gestiegene Grad an Unsicherheit einen Einfluss auf die Strategiewahlen der Spieler hat und somit wird die Hypothese H9 abgelehnt.

### 9.6 Fazit – 6–Personen Koordinationsspiel

In der Abfolge dieser Arbeit diente diese Untersuchung dem Ziel, die zuvor gewonnenen Erkenntnisse aus einem 2x2 Koordinationsspiel in einer komplexeren Entscheidungssituation zu überprüfen. Zusätzlich sollte der Einfluss von einer wiederholten Interaktion und von unterschiedlichen Graden an Unsicherheit innerhalb der Entscheidungssituation untersucht werden.

In den Untersuchungen zum 2x2 Koordinationsspiel kristallisierten sich zwei zentrale Ergebnisse heraus:

- 1) Die Risikoneigung der Teilnehmer kann die Verteilung der Strategiewahlen im Koordinationsspiel nicht (allein) erklären.
- 2) Die Beliefs der Spieler bezüglich des Verhaltens des anderen Spielers können das beobachtete Verhalten erklären.

Beide Befunde zeigen sich auch in der Untersuchung des 6–Personen Spiels. Darüber hinaus wurde mittels einer Untersuchung zur Evolution der Beliefs gezeigt, welche Parameter die Entwicklung der Erwartungen (signifikant) beeinflussen. Auch hier



zeigt sich der bestimmende Einfluss der Beliefs und gleichzeitig wird deutlich, dass auch in diesem Kontext die Risikoneigung keinen (signifikanten) Einfluss hat.

Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass eine Variation der Unsicherheit einer Entscheidungssituation, im Sinne einer Erhöhung des Grades der Unsicherheit, zu einer signifikanten Änderung im Entscheidungsverhalten der Teilnehmer, hin zu einer häufigeren Wahl der sicheren Strategie, führte.

## 10 Zusammenfassung und Diskussion

Diese Arbeit untersucht die Gleichgewichtsauswahl in Spielen mit multiplen Gleichgewichten am Beispiel von Koordinationsspielen. Ausgehend von der Überlegung, dass kein genereller Konsens in der Frage der Gleichgewichtsauswahl in Koordinationsspielen besteht (vgl. Gerber et al., 2010), wurden drei grundlegende Fragestellungen formuliert, welche im Rahmen von vier experimentellen Untersuchungen näher betrachtet wurden. Diese Fragestellungen waren:

- (1) Wenn die Strategien unterschiedlich riskant sind, welchen Einfluss hat dann die Risikoneigung eines Spielers auf sein Verhalten im Koordinationsspiel?
- (2) Wenn die Auszahlung in einem Koordinationsspiel und damit die Strategiewahl eines Spielers davon abhängen, welche Erwartungen dieser Spieler in Bezug auf das Verhalten der anderen Spieler im Spiel hat, welche Wechselwirkung besteht dann zwischen dem Belief eines Spielers und seinem Verhalten im Spiel?
- (3) Wenn ein Koordinationsspiel einer Entscheidung unter Unsicherheit entspricht, welchen Einfluss haben dann unterschiedliche Grade an Unsicherheit auf das Verhalten der Spieler?

In der ersten experimentellen Studie, dem Basisexperiment, welches als Referenzpunkt für spätere Variationen diente, wurde ein symmetrisches 2x2 Koordinationsspiel betrachtet. In diesem Spiel hatten zwei Spieler die Wahl zwischen je zwei verschiedenen riskanten Strategien. Die Auszahlung der Spieler hing dabei sowohl von ihrer eigenen Strategiewahl wie auch von der des zweiten Spielers ab. Beide Spieler trafen ihre Strategiewahl simultan. Somit konnte keiner von ihnen die Entscheidung des anderen beobachten. Den Spielern waren die möglichen Ergebnisse aus der Auszahlungsmatrix bekannt, wodurch es jedem Spieler möglich war, die verschiedenen Gleichgewichte des Spiels zu identifizieren.

Um den Einfluss der Risikoneigung eines Spielers auf seine Strategiewahl im Koordinationsspiel zu untersuchen, musste diese zunächst ermittelt werden. Hierfür wurden Lotterieberfragungen in Form des „Multiple price list“-Konzepts verwendet. In der Auswertung wurde untersucht, inwieweit die Risikoneigung eines Spielers ein Erklärungspotenzial für sein Verhalten aufweist.

Im Basisexperiment wurden zusätzlich die Beliefs der Spieler direkt ermittelt. Eine quadratische Entlohnungsfunktion diente hier als Anreizmechanismus. Die

Wechselwirkungen von Beliefs und Strategiewahl wurden dadurch untersucht, dass auch die Beliefs in Bezug auf ein mögliches Erklärungspotenzial betrachtet wurden.

Die zweite experimentelle Untersuchung basierte auf der ersten und analysiert die gleichen Aspekte, jedoch unter einer Variation der Auszahlungshöhe. Neben den im Basisexperiment betrachteten Verhaltensansätzen steht hier die Frage im Zentrum, ob eine Erhöhung der Auszahlungen im Spiel, ohne dabei die grundlegende Struktur des Spiels zu verändern, das Verhalten der Spieler signifikant beeinflusst.

Die dritte Studie widmet sich verschiedenen Abfragemechanismen zur Ermittlung der Beliefs der Spieler. Es wird einerseits untersucht, inwieweit Beliefs, die ohne ökonomische Anreize ermittelt wurden, von Beliefs abweichen, die unter Verwendung von Anreizen erhoben wurden. Andererseits unterschieden sich die Mechanismen, die Anreize verwenden, in Bezug auf ihre Anreizkompatibilität. Es wurden Beliefs sowohl über anreizinkompatible Mechanismen wie über anreizkompatible Mechanismen abgefragt und anschließend vergleichend analysiert.

In der vierten Studie sind die Erkenntnisse aus den vorherigen Untersuchungen aufgenommen und wurden in einer veränderten Spielsituation überprüft. In dieser neuen Situation wurde die Anzahl der Spieler im Koordinationsspiel erhöht. Es wurde eine wiederholte Interaktion eingeführt und zusätzlich der Grad an Unsicherheit im Spiel variiert.

Im Ergebnis aller Studien zeigt sich, dass die Risikoneigung der Spieler allein kein wesentliches Erklärungspotenzial für die Gleichgewichtsauswahl im Koordinationsspiel aufweist. Die direkt ermittelten Beliefs der Spieler hingegen verfügen über dieses Erklärungspotenzial. Zusätzlich wurde deutlich, dass die Spieler, entsprechend ihrer Risikoneigung, die Beste-Antwort auf die eigenen Beliefs spielen. Werden also sowohl Risikoneigung als auch Beliefs in Bezug auf die Strategiewahl eines Spielers im Koordinationsspiel betrachtet, so verhält sich die Mehrzahl konsistent. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass für diese Mehrzahl der Spieler das Verhalten in einem Koordinationsspiel dann prognostizierbar ist, wenn sowohl die Beliefs als auch die Risikoneigung bekannt sind. Die Analyse der zweiten Studie zeigt, dass dieser grundlegende Befund auch dann Bestand hat, wenn die Auszahlungshöhe variiert wird.

Die dritte Untersuchung liefert im Ergebnis die Erkenntnis, dass die ermittelten Beliefs, trotz verschiedener Abfragemechanismen, nicht signifikant voneinander abweichen. Dieser Befund ist insofern überraschend, als auch der Aspekt der Anreizkompatibilität im betrachteten Experiment keine wesentliche Rolle spielte.

In der deutlich komplexeren Spielsituation in der vierten Studie konnten die Befunde aus dem 2x2 Koordinationsspiel bestätigt werden. Auch im hier betrachteten 6-Personen Koordinationsspiel weisen die Beliefs der Spieler, nicht die Risikoneigungen, das wesentliche Erklärungspotenzial auf.

Zusätzlich konnte in dieser Untersuchung gezeigt werden, dass der Grad an Unsicherheit in einer Entscheidungssituation die Gleichgewichtsauswahl signifikant beeinflusst.

Aus all diesen Erkenntnissen lässt sich eine Reihe von Implikationen ableiten. Soll das Verhalten von Akteuren in einer auf einem Koordinationsspiel basierenden Situation beeinflusst werden, können die Erwartungen der Akteure über eine gezielte Informationspolitik beeinflusst werden. Sollen nicht die Beliefs direkt manipuliert werden, ist auch durch einen gezielten Umgang mit Informationen die Unsicherheit einer Entscheidungssituation beeinflussbar.

Werden die Ergebnisse dieser Arbeit auf die eingangs benannten Beispielsituationen angewendet, so kann im Fall der Investitionen in eine Netzwerktechnologie die Investitionsneigung dadurch positiv beeinflusst werden, dass den potenziellen Investoren das Koordinationsproblem der Investition als solches bewusst gemacht wird. Gleichzeitig können Informationen hier die Unsicherheit der Entscheidungssituation reduzieren, indem beispielsweise die Anzahl positiver Investitionsentscheidungen transparent gemacht wird. Dies greift das beobachtete Schwellenwertverhalten von Entscheidern auf, lassen sich doch so die Beliefs der übrigen Entscheider manipulieren, welche wiederum den individuellen Schwellenwert bestimmen.

Soll die Neigung zu kriminellen Handlungen, wie Korruption, so beeinflusst werden, dass sich die Akteure gegen die Wahl einer korrupten Handlungsalternative entscheiden, sollte eine Kontrollinstanz gezielt die Unsicherheit der Entscheidung steigern. Dies kann über das Streuen von Informationen geschehen, die das Ermitteln einer objektiven Entdeckungswahrscheinlichkeit durch die Akteure verhindert und gleichzeitig die subjektive Entdeckungswahrscheinlichkeit, also den Belief entdeckt zu werden, maximiert. Der Effekt, den diese subjektiv empfundene Steigerung der Gefahr entdeckt zu werden, ausübt, kann durch die Kommunikation von Strafen zusätzlich verstärkt werden. Die Manipulation der Beliefs der Entscheider wirkt aber auch als Verstärker der Wirkung von geringeren Strafen, da die Exekutionsgefahr dieser Strafen, mindestens in der subjektiven Erwartung, steigt.

Für die Praxis verhaltensökonomischer Experimente zeigt diese Arbeit auch einen Bedarf an einer weiteren methodischen Fundierung von Experimenten auf. Insbesondere die Frage des Designs von Auszahlungsmechanismen in Experimenten ist hier zu nennen. Im Sinne eines Maßes für strategische Unsicherheit liefert diese Arbeit einen Beitrag zur Frage, welche Parameter ein solches Maß beeinflussen. Bis zur Entwicklung eines Instruments beziehungsweise einer Methodik, wie im Bereich der Erforschung der Risikoneigung, braucht es jedoch noch weitere Untersuchungen. Insgesamt zeigt diese Untersuchung die Notwendigkeit einer trennschärferen Anwendung der Unterscheidung zwischen Risiko und Unsicherheit nach Knight (1921) auf.

## Literaturverzeichnis

- Andersen, S., et al., 2006. Elicitation using multiple price list formats. *Experimental Economics*. 9, 383–405.
- Andvig, J. C., Moene, K. O., 1990. How corruption may corrupt. *Journal of Economic Behavior & Organization*. 13, 63–76.
- Backhaus, K., et al., 2011. *Multivariate Analysemethoden – Eine anwendungsorientierte Einführung*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Baettie, J., Loomes, G., 1997. The Impact of Incentives Upon Risky Choice Experiments. *Journal of Risk and Uncertainty*. 14, 155–168.
- Battalio, R. C., et al., 1990. Testing Between Alternative Models of Choice Under Uncertainty: Some Initial Results. *Journal of Risk and Uncertainty*. 3, 25–50.
- Berninghaus, S. K., et al., 2010. *Strategische Spiele – Eine Einführung in die Spieltheorie*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Berninghaus, S. K., et al., 2013. Risk attitude, beliefs, and information in a Corruption Game – An experimental analysis. *Journal of Economic Psychology*. 34, 46–60.
- Berninghaus, S. K., et al., A Simple Questionnaire Can Change Everything – Are Strategy Choices in Coordination Games Stable? , *Jena Economic Research Papers*. University of Jena, Jena, 2011.
- Binswanger, H. P., 1980. Attitude toward Risk: Experimental Measurement in Rural India. *American Journal of Agricultural Economics*. 62, 395–407.
- Binswanger, H. P., 1981. Attitudes toward risk: Theoretical implications of an experiment in rural India. *The Economic Journal*. 91, 867–890.
- Bitz, M., 1981. *Entscheidungstheorie*. Verlag Franz Vahlen GmbH, München.

- Brier, G. W., 1950. Verification of Forecasts Expressed in Terms of Probability. *Monthly Weather Review*. 78, 1–3.
- Budescu, D. V., 1999. Commentary on "The Effect of Financial Incentives in Experiments: A Review and Capital–Labor–Production Framework". *Journal of Risk and Uncertainty*. 19, 43–45.
- Camerer, C. F., Individual Decision Making. In: J. H. Kagel, A. E. Roth, (Eds.), *The Handbook of Experimental Economics*. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1995, pp. 587–703.
- Camerer, C. F., Hogarth, R. M., 1999. The Effects of Financial Incentives in Experiments: A Review and Capital–Labor–Production Framework. *Journal of Risk and Uncertainty*. 19, 7–42.
- Carlsson, H., Damme, E. v., 1993. Global Games and Equilibrium Selection. *Econometrica*. 61, 989–1018.
- Cooper, R. W., et al., 1990. Selection Criteria in Coordination Games: Some Experimental Results. *The American Economic Review*. 80, 218–233.
- Diskinson, D. L., 2009. The Effects of Beliefs Versus Risk Attitude on Bargaining Outcomes. *Theory and Decision*. 66, 69–101.
- Dohmen, T., et al., 2011. Individual risk attitudes: Measurement, determinants, and behavioral consequences. *Journal of the European Economic Association*. 9, 522–550.
- Eckel, C. C., Grossman, P. J., 2002. Sex differences and statistical stereotyping in attitudes toward financial risk. *Evolution and Human Behavior*. 23, 281–295.
- Edwards, W., 1953. Probability–Preferences in Gambling. *The American Journal of Psychology*. 66, 349–364.
- Fausti, S., Gillespie, J., 2006. Measuring risk attitude of agricultural producers using a mail survey: how consistent are the methods? *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*. 50, 171–188.

- Fischbacher, U., 2007. z-Tree: Zurich toolbox for ready-made economic experiments. *Experimental Economics*. 10, 171–178.
- Gächter, S., Renner, E., 2010. The effects of (incentivized) belief elicitation in public goods experiments. *Experimental Economics*. 13, 364–377.
- Gerber, A., et al., 2010. Rational investor sentiment in a repeated stochastic game with imperfect monitoring. *Journal of Economic Behavior & Organization*. 76, 669–704.
- Gneezy, U., Rustichini, A., 2000. Pay Enough or Don't Pay at All. *The Quarterly Journal of Economics*. 115, 791–810.
- Gneiting, T., Raftery, A. E., 2007. Strictly Proper Scoring Rules, Prediction, and Estimation. *Journal of the American Statistical Association*. 102, 359–378.
- Goeree, J. K., et al., 2003. Risk averse behavior in generalized matching pennies games. *Games and Economic Behavior*. 45, 97–113.
- Greiner, B., The Online Recruitment System ORSEE 2.0 – A Guide for the Organization of Experiments in Economics. Working Paper Series of Economics. University of Cologne, Cologne, 2004.
- Harrison, G. W., Rutström, E. E., Risk aversion in the laboratory. In: J. C. Cox, G. W. Harrison, (Eds.), *Research in experimental economics*. Emerald Group Publishing Limited, Bingley (UK), 2008.
- Harsanyi, J. C., 1995. A new theory of equilibrium selection for games with complete information. *Games and Economic Behavior*. 8, 91–122.
- Harsanyi, J. C., Selten, R., 1988. *A General Theory of Equilibrium Selection in Games*. MIT Press, Cambridge.
- Heinemann, F., 2005. Die Theorie globaler Spiele: Private Information als Mittel zur Vermeidung multipler Gleichgewichte. *Journal für Betriebswirtschaft*. 55, 209–241.



- Heinemann, F., et al., 2004. The Theory of Global Games on Test: Experimental Analysis of Coordination Games with Public and Private Information. *Econometrica*. 72, 1583–1599.
- Heinemann, F., et al., 2009. Measuring Strategic Uncertainty in Coordination Games. *The Review of Economic Studies*. 76, 181–221.
- Hershey, J. C., Schoemaker, P. J. H., 1980. Prospect Theory's Reflection Hypothesis: A Critical Examination. *Organizational Behavior and Human Performance*. 25, 395–418.
- Holt, C. A., Laury, S., 2005. Risk Aversion and Incentive Effects: New Data without Order Effects. *The American Economic Review*. 95, 902–904.
- Holt, C. A., Laury, S. K., 2002. Risk Aversion and Incentive Effects. *The American Economic Review*. 92, 1644–1655.
- Jackson, D. N., et al., 1972. A four-dimensional interpretation of risk taking. *Journal of Personality*. 40, 483–501.
- Keser, C., et al., 1998. Coordination and local interaction: experimental evidence. *Economics Letters*. 58, 269–275.
- Knight, F. H., 1921. *Risk, Uncertainty and Profit*. Hart, Schaffner & Marx; Boston: Houghton Mifflin Company, The Riverside Press, Cambridge.
- Krahen, J. P., et al., Messung individueller Risikoeinstellungen. CFS working paper series (1997, 03). Center for Financial Studies (CFS), Frankfurt, 1997.
- Kühberger, A., et al., 2002. Framing decisions: Hypothetical and real. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 89, 1162–1175.
- Meyer, F., Spieltheorie und ihre Anwendung in der BWL. In: M. Schwaiger, A. Meyer, (Eds.), *Theorien und Methoden der Betriebswirtschaftslehre*. Franz Vahlen GmbH, München, 2011.
- Nash, J. F., 1951. Non-Cooperative Games. *Annals of Mathematics*. 54, 286–295.

- Neumann, T., Vogt, B., Do Players' Beliefs or Risk Attitudes Determine the Equilibrium Selections in 2x2 Coordination Games? , FEMM Working Paper Series. University of Magdeburg, Magdeburg, 2009.
- Nyarko, Y., Schotter, A., 2002. An Experimental Study of Belief Learning using Elicited Beliefs. *Econometrica*. 70, 971–1005.
- Ochs, J., 1995. Games with Unique, Mixed Strategy Equilibria: An Experimental Study. *Games and Economic Behavior*. 10, 202–217.
- Palfrey, T. R., Wang, S. W., 2009. On eliciting beliefs in strategic games. *Journal of Economic Behavior & Organization*. 71, 98–109.
- Schmidt, D., et al., 2003. Playing safe in coordination games: the role of risk dominance, payoff dominance, and history of play. *Games and Economic Behavior*. 42, 281–299.
- Seidenfeld, T., 1985. Calibration, Coherence, and Scoring Rules. *Philosophy of Science*. 52, 274–294.
- Selten, R., 1995. An axiomatic theory of a risk dominance measure for bipolar games with linear incentives. *Games and Economic Behavior*. 8, 213–263.
- Selten, R., 1998. Axiomatic Characterization of the Quadratic Scoring Rule. *Experimental Economics*. 1, 43–62.
- Slovic, P., 1969. Differential effects of real versus hypothetical payoffs on choices among gambles. *Journal of Experimental Psychology*. 80, 434–437.
- Straub, P. G., 1995. Risk Dominance and Coordination Failures in Static Games. *The Quarterly Review of Economics and Finance*. 55, 339–363.
- Vogt, B., 1995. Zur Gleichgewichtsauswahl in 2x2 Bimatrixspielen. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Wang, S. W., 2011. Incentive effects: The case of belief elicitation from individuals in groups. *Economics Letters*. 111, 30–33.

# **Anhang A – Anleitungen zu den Experimenten**

## **Anhang A1 – Anleitung zum Basisexperiment**

Willkommen zu unserem heutigen Experiment! Nachfolgend wird Ihnen das Experiment beschrieben und anschließend werden Sie gebeten, einige Entscheidungen zu treffen. Bitte lesen Sie die folgenden Informationen sehr sorgfältig und komplett durch. Sollten Sie Fragen zu diesen Informationen haben, so stellen Sie diese bitte bevor Sie mit der Beantwortung beginnen. Bitte beachten Sie, dass es während des gesamten Experiments nicht erlaubt ist, mit den anderen Teilnehmern am Experiment zu kommunizieren. Vielen Dank!

### **Das Experiment**

Das Experiment besteht aus zwei Telexperimenten. Sie erhalten zu jedem Telexperiment eine gesonderte Anleitung. Diese enthält im ersten Teil die Beschreibung des jeweiligen Experiments, im zweiten Teil die Beschreibung des Auszahlungsmechanismus zum jeweiligen Telexperiment und im dritten Teil treffen Sie bitte Ihre Entscheidung.

Das erste Telexperiment wird am Computer durchgeführt. Das zweite Telexperiment wird mittels Fragebogen durchgeführt. Für alle Telexperimente erhalten Sie die Anleitung und den entsprechenden Fragebogen auf Papier ausgedruckt ausgehändigt.

Vor Beginn des Experiments wird Ihnen eine Teilnehmernummer zugelost. Diese Nummer gilt für alle Telexperimente. Bitte vermerken Sie die Nummer im rechten, oberen Feld auf Ihren Antwortbögen. Bitte schreiben Sie in dieses Feld auch ein, von Ihnen gewähltes, Pseudonym.

Vor Beginn jedes Telexperiments erhalten Sie die Beschreibung des entsprechenden Telexperiments. Für alle Telexperimente gilt, dass Sie die Beschreibung bitte komplett lesen und eventuelle Fragen zum jeweiligen Telexperiment bitte bevor Sie mit der Beantwortung beginnen stellen.

## **Teilexperimente 1**

In diesem Teilexperiment werden Sie zufällig einem Partner zugelost.

## **Teilexperiment 2**

In diesem Teilexperiment werden Sie gebeten, einige Lotterien zu bewerten.

Über Ihre Gesamtauszahlung werden Sie am Ende des Experiments informiert. Alle Auszahlungen sind in Punkten gegeben. Am Ende des Experiments erhalten Sie für jeden erspielten Punkt je einen Eurocent (100 Punkte = 1 Euro).

## Teilexperiment 1

### Die Beschreibung

Sie spielen dieses Teilexperiment über eine Runde. Es wird Ihnen gesagt, ob Sie der „Zeilenspieler“ oder der „Spaltenspieler“ sind. Ihr Partner spielt die entsprechend andere Rolle. Die Tabelle zeigt das Spiel, welches Sie spielen:

		Spaltenspieler	
		A	B
Zeilenspieler	A	(200,200)	(0,120)
	B	(120,0)	(150,150)

Sie haben die Wahl zwischen einer der beiden Strategien, also Strategie *A* oder Strategie *B*. Ihre Auszahlung hängt sowohl von Ihrer Strategiewahl ab, als auch von der Strategiewahl Ihres Partners. Es ergeben sich also vier mögliche Strategiekombinationen (*A,A*), (*A,B*), (*B,A*) und (*B,B*). In den entsprechenden Feldern in der obigen Tabelle finden Sie die entsprechenden Auszahlungen. Dabei gibt die erste Zahl im Feld die Auszahlung des Zeilenspielers an und die zweite Zahl die Auszahlung des Spaltenspielers. Die Auszahlungen sind in Punkten angegeben.

Zusätzlich werden Sie gebeten anzugeben, was Sie vermuten, welche Strategie Ihr Partner wählt.

Bitte geben Sie zusätzlich eine Zahl  $p$  im Intervall 0 (absolut unsicher) und 100 (absolut sicher) an, die Ihre Sicherheit bezogen auf Ihre Vermutung widerspiegelt.

## Die Auszahlung

Ihre Auszahlung erfolgt entsprechend der Kombination aus Ihrer Strategiewahl und der Ihres Partners.

Zusätzlich erhalten Sie eine Auszahlung, die sich entsprechend der zwei möglichen Fälle ergibt:

**Fall 1:** Ist Ihre Vermutung bezogen auf die Strategiewahl Ihres Partners richtig, erfolgt die Ermittlung Ihrer Punkte entsprechend der Formel:

$$1 - \left(1 - \frac{p}{100}\right)^2 \quad p = \text{Maß Ihrer Sicherheit}$$

Beispiel für die Höhe der Auszahlung bei richtiger Vermutung für verschiedenen $p$ :	
$p = 0 \rightarrow 0$ Punkte	$p = 60 \rightarrow 84$ Punkte
$p = 10 \rightarrow 19$ Punkte	$p = 70 \rightarrow 91$ Punkte
$p = 20 \rightarrow 36$ Punkte	$p = 80 \rightarrow 96$ Punkte
$p = 30 \rightarrow 51$ Punkte	$p = 90 \rightarrow 99$ Punkte
$p = 40 \rightarrow 64$ Punkte	$p = 100 \rightarrow 100$ Punkte
$p = 50 \rightarrow 75$ Punkte	

**Fall 2:** Ist Ihre Vermutung bezogen auf die Strategiewahl Ihres Partners nicht richtig, erfolgt die Ermittlung Ihrer Punkte entsprechend der Formel:

$$1 - \left(\frac{p}{100}\right)^2 \quad p = \text{Maß Ihrer Sicherheit}$$

Beispiel für die Höhe der Auszahlung bei falscher Vermutung für verschiedenen $p$ :	
$p = 0 \rightarrow 100$ Punkte	$p = 60 \rightarrow 64$ Punkte
$p = 10 \rightarrow 99$ Punkte	$p = 70 \rightarrow 51$ Punkte
$p = 20 \rightarrow 96$ Punkte	$p = 80 \rightarrow 36$ Punkte
$p = 30 \rightarrow 91$ Punkte	$p = 90 \rightarrow 19$ Punkte
$p = 40 \rightarrow 84$ Punkte	$p = 100 \rightarrow 0$ Punkte
$p = 50 \rightarrow 75$ Punkte	

## Die Entscheidung

Ihre Entscheidung treffen Sie bitte am Computer.

## Teilexperiment 2

### Die Beschreibung

In diesem Teilexperiment können Sie aus neun Lotteriepaaungen jeweils eine wählen. Diese sind alle vom folgenden Typ:

	Lotterie A		Lotterie B	
Wahrscheinlichkeit	$p\%$	$(100 - p)\%$	$p\%$	$(100 - p)\%$
Punktbetrag	$G_{1A}$	$G_{2A}$	$G_{1B}$	$G_{2B}$

Für die jeweilige Lotterie bezeichnet  $p$  die Wahrscheinlichkeit, mit der der Punktbetrag  $G_{1A}$  oder  $G_{1B}$  gewonnen wird und  $(100 - p)$  die Wahrscheinlichkeit, mit der der Punktbetrag  $G_{2A}$  oder  $G_{2B}$  gewonnen wird.

### Ein Beispiel

	Lotterie A		Lotterie B	
Wahrscheinlichkeit	10%	90%	90%	10%
Punktbetrag	800	600	1.000	0

In diesem Beispiel würden Sie, wenn Sie sich für Lotterie A entscheiden mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% 800 Punkte und mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% 600 Punkte gewinnen. Entscheiden Sie sich für Lotterie B, gewinnen Sie mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% 1.000 Punkte und mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% 0 Punkte.

### Die Entscheidung

Ihre Entscheidung treffen Sie bitte, indem Sie in der nachfolgenden Tabelle ankreuzen, ob Sie Lotterie A oder B wählen. Sollten Sie zwischen den beiden Lotterien indifferent sein, so kreuzen Sie bitte das entsprechende Feld an.

## Die Auszahlung

Welche Ihrer Entscheidungen ausgezahlt wird, wird zufällig bestimmt. Hierfür wird aus einer Urne, in der neun durchnummerierte Bälle enthalten sind, einer gezogen. Die entsprechende Nummer gibt an, welche Lotteripaarung gespielt wird.

Entsprechend Ihrer Entscheidung wird dann entweder Lotterie A oder B gespielt. Sollten Sie in dieser Lotteripaarung indifferent gewesen sein, wird durch den Wurf einer fairen Münze entschieden, welche Lotterie gespielt wird. Hierbei wird bei Kopf die Lotterie A gespielt und bei Zahl die Lotterie B.

Die entsprechende Lotterie wird gespielt, indem aus einer Urne in der zehn Bälle enthalten sind, einer gezogen wird. Die Bälle haben zwei verschiedene Farben. Die roten Bälle stehen für die Punkte  $G_1$  und die blauen Bälle für die Punkte  $G_2$ . Die Anzahl der entsprechenden Bälle ergibt sich aus den Wahrscheinlichkeiten (10% entsprechen einem Ball und 90% entsprechen neun Bällen)



**Die Tabelle für Ihre Entscheidungen**

Teilnehmer-Nr.:
Pseudonym:

Lotteriepaarung	Lotterie A	Lotterie B	A	B	Egal/indifferent
1	[150, (10%); 120, (90%)]	[200, (90%); 0, (10%)]			
2	[150, (20%); 120, (80%)]	[200, (80%); 0, (20%)]			
3	[150, (30%); 120, (70%)]	[200, (70%); 0, (30%)]			
4	[150, (40%); 120, (60%)]	[200, (60%); 0, (40%)]			
5	[150, (50%); 120, (50%)]	[200, (50%); 0, (50%)]			
6	[150, (60%); 120, (40%)]	[200, (40%); 0, (60%)]			
7	[150, (70%); 120, (30%)]	[200, (30%); 0, (70%)]			
8	[150, (80%); 120, (20%)]	[200, (20%); 0, (80%)]			
9	[150, (90%); 120, (10%)]	[200, (10%); 0, (90%)]			

## **Anhang A2 – Anleitung zum Basisexperiment mit hohen Auszahlungen**

Willkommen zu unserem heutigen Experiment! Nachfolgend wird Ihnen das Experiment beschrieben und anschließend werden Sie gebeten, einige Entscheidungen zu treffen. Bitte lesen Sie die folgenden Informationen sehr sorgfältig und komplett durch. Sollten Sie Fragen zu diesen Informationen haben, so stellen Sie diese bitte bevor Sie mit der Beantwortung beginnen. Bitte beachten Sie, dass es während des gesamten Experiments nicht erlaubt ist, mit den anderen Teilnehmern am Experiment zu kommunizieren. Vielen Dank!

### **Das Experiment**

Das Experiment besteht aus zwei Telexperimenten. Sie erhalten zu jedem Telexperiment eine gesonderte Anleitung. Diese enthält im ersten Teil die Beschreibung des jeweiligen Experiments, im zweiten Teil die Beschreibung des Auszahlungsmechanismus zum jeweiligen Telexperiment und im dritten Teil treffen Sie bitte Ihre Entscheidung.

Für alle Telexperimente erhalten Sie die Anleitung und den entsprechenden Fragebogen auf Papier ausgedruckt ausgehändigt.

Vor Beginn des Experiments wird Ihnen eine Teilnehmernummer zugelost. Diese Nummer gilt für alle Telexperimente. Bitte vermerken Sie die Nummer im rechten, oberen Feld auf Ihren Antwortbögen. Bitte schreiben Sie in dieses Feld auch ein, von Ihnen gewähltes, Pseudonym.

Sie erhalten vor Beginn jedes Telexperiments die jeweilige Beschreibung. Für alle Telexperimente gilt, dass Sie die Beschreibung bitte komplett lesen und eventuelle Fragen zum jeweiligen Telexperiment bitte bevor Sie mit der Beantwortung beginnen stellen.

Am Ende des gesamten Experiments wird ausgelost, welche Ihrer Entscheidungen für Sie auszahlungsrelevant wird. Hierfür ziehen wir aus einer Urne mit von eins bis drei nummerierten Bällen zufällig einen heraus. Die Nummer auf dem Ball entspricht der Nummer der Entscheidung, welche für Sie auszahlungsrelevant wird. Dabei entspricht die Nummer eins Ihrer Entscheidung im Teil 1 des Telexperiments 1. Die Auszahlung bei Ziehung der Nummer zwei ergibt sich aus Ihrer Entscheidung im Teil 2 des Telexperiments 1 und die Auszahlung bei Nummer drei erfolgt anhand des Telexperiments 2

Alle Auszahlungen sind in den Beschreibungen der Teilexperimente in Punkten gegeben. Am Ende des Experiments erhalten Sie für jeden erspielten Punkt 0,45 Euro (also: 100 Punkte = 45 Euro).

Über Ihre Gesamtauszahlung werden Sie am Ende des gesamten Experiments informiert.

### **Teilexperimente 1**

In diesem Teilexperiment werden Sie zufällig einem Partner zugelost.

### **Teilexperiment 2**

In diesem Teilexperiment werden Sie gebeten, einige Lotterien zu bewerten.

## Teilexperiment 1 (besteht aus 2 Teilen)

### Die Beschreibung (Teil 1)

Sie spielen dieses Teilexperiment über eine Runde. Es wird Ihnen gesagt, ob Sie der „Zeilenspieler“ oder der „Spaltenspieler“ sind. Ihr Partner spielt die entsprechend andere Rolle. Die Tabelle zeigt das Spiel, welches Sie spielen:

		Spaltenspieler	
		A	B
Zeilenspieler	A	(200,200)	(0,120)
	B	(120,0)	(150,150)

Sie haben die Wahl zwischen einer der beiden Strategien, also Strategie A oder Strategie B. Ihre Auszahlung hängt sowohl von Ihrer Strategiewahl ab, als auch von der Strategiewahl Ihres Partners. Es ergeben sich also vier mögliche Strategiekombinationen (A,A), (A,B), (B,A) und (B,B). In den entsprechenden Feldern in der obigen Tabelle finden Sie die entsprechenden Auszahlungen. Dabei gibt die erste Zahl im Feld die Auszahlung des Zeilenspielers an und die zweite Zahl die Auszahlung des Spaltenspielers. Die Auszahlungen sind in Punkten angegeben.

### Die Beschreibung (Teil 2)

Zusätzlich werden Sie gebeten anzugeben, was Sie vermuten, welche Strategie Ihr Partner wählt.

Bitte geben Sie zusätzlich eine Zahl  $p$  im Intervall 0 (absolut unsicher) und 100 (absolut sicher) an, die Ihre Sicherheit bezogen auf Ihre Vermutung widerspiegelt.

## Die Auszahlung (Teil 1)

Ihre Auszahlung erfolgt entsprechend der Kombination aus Ihrer Strategiewahl und der Ihres Partners.

## Die Auszahlung (Teil 2)

Zusätzlich erhalten Sie eine Auszahlung, die sich entsprechend der zwei möglichen Fälle ergibt:

**Fall 1:** Ist Ihre Vermutung bezogen auf die Strategiewahl Ihres Partners richtig, erfolgt die Ermittlung Ihrer Punkte entsprechend der Formel:

$$120 \cdot \left[ 1 - \left( 1 - \frac{p}{100} \right)^2 \right]$$

$p =$  Maß Ihrer Sicherheit

<b>Beispiel</b> für die Höhe der Auszahlung bei richtiger Vermutung für verschiedenen $p$ :	
$p = 0 \rightarrow 0$ Punkte	$p = 60 \rightarrow 100,8$ Punkte
$p = 10 \rightarrow 22,8$ Punkte	$p = 70 \rightarrow 102,2$ Punkte
$p = 20 \rightarrow 43,2$ Punkte	$p = 80 \rightarrow 115,2$ Punkte
$p = 30 \rightarrow 61,2$ Punkte	$p = 90 \rightarrow 118,8$ Punkte
$p = 40 \rightarrow 76,8$ Punkte	$p = 100 \rightarrow 120$ Punkte
$p = 50 \rightarrow 90$ Punkte	

**Fall 2:** Ist Ihre Vermutung bezogen auf die Strategiewahl Ihres Partners nicht richtig, erfolgt die Ermittlung Ihrer Punkte entsprechend der Formel:

$$120 \cdot \left[ 1 - \left( \frac{p}{100} \right)^2 \right]$$

$p =$  Maß Ihrer Sicherheit

<b>Beispiel</b> für die Höhe der Auszahlung bei falscher Vermutung für verschiedenen $p$ :	
$p = 0 \rightarrow 120$ Punkte	$p = 60 \rightarrow 76,8$ Punkte
$p = 10 \rightarrow 118,8$ Punkte	$p = 70 \rightarrow 61,2$ Punkte
$p = 20 \rightarrow 115,2$ Punkte	$p = 80 \rightarrow 43,2$ Punkte
$p = 30 \rightarrow 102,2$ Punkte	$p = 90 \rightarrow 22,8$ Punkte
$p = 40 \rightarrow 100,8$ Punkte	$p = 100 \rightarrow 0$ Punkte
$p = 50 \rightarrow 90$ Punkte	

**Ihre Entscheidung – Teilexperiment 1**  
(Teil 1 und 2)

Teilnehmer-Nr.:  
Pseudonym:

**Sie spielen dieses Experiment als Zeilenspieler.**

Bitte treffen Sie jetzt Ihre Entscheidung:

Welche Strategie wählen Sie?

Was glauben Sie, welche Strategie wählt Ihr Partner?

Wie sicher sind Sie sich, bezogen auf diese Vermutung?

## Teilexperiment 2

### Die Beschreibung

In diesem Teilexperiment können Sie aus neun Lotteriepaaungen jeweils eine wählen. Diese sind alle vom folgenden Typ:

	Lotterie A		Lotterie B	
Wahrscheinlichkeit	$p\%$	$(100 - p)\%$	$p\%$	$(100 - p)\%$
Punktbetrag	$G_{1A}$	$G_{2A}$	$G_{1B}$	$G_{2B}$

Für die jeweilige Lotterie bezeichnet  $p$  die Wahrscheinlichkeit, mit der der Punktbetrag  $G_{1A}$  oder  $G_{1B}$  gewonnen wird und  $(100 - p)$  die Wahrscheinlichkeit, mit der der Punktbetrag  $G_{2A}$  oder  $G_{2B}$  gewonnen wird.

### Ein Beispiel

	Lotterie A		Lotterie B	
Wahrscheinlichkeit	10%	90%	90%	10%
Punktbetrag	800	600	1.000	0

In diesem Beispiel würden Sie, wenn Sie sich für Lotterie A entscheiden mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% 800 Punkte und mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% 600 Punkte gewinnen. Entscheiden Sie sich für Lotterie B, gewinnen Sie mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% 1.000 Punkte und mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% 0 Punkte.

Ihre Entscheidung treffen Sie bitte, indem Sie in der nachfolgenden Tabelle ankreuzen, ob Sie Lotterie A oder B wählen. Sollten Sie zwischen den beiden Lotterien indifferent sein, so kreuzen Sie bitte das entsprechende Feld an.

## Die Auszahlung

Welche Ihrer Entscheidungen ausgezahlt wird, wird zufällig bestimmt. Hierfür wird aus einer Urne, in der neun durchnummerierte Bälle enthalten sind, einer gezogen. Die entsprechende Nummer gibt an, welche Lotteriepaarung gespielt wird.

Entsprechend Ihrer Entscheidung wird dann entweder Lotterie A oder B gespielt. Sollten Sie in dieser Lotteriepaarung indifferent gewesen sein, wird durch den Wurf einer fairen Münze entschieden, welche Lotterie gespielt wird. Hierbei wird bei Kopf die Lotterie A gespielt und bei Zahl die Lotterie B.

Die entsprechende Lotterie wird gespielt, indem aus einer Urne in der zehn Bälle enthalten sind, einer gezogen wird. Die Bälle haben zwei verschiedene Farben. Die roten Bälle stehen für den Punktbetrag  $G_1$  und die blauen Bälle für Punktbetrag  $G_2$ . Die Anzahl der entsprechenden Bälle ergibt sich aus den Wahrscheinlichkeiten (10% entsprechen einem Ball und 90% entsprechen neun Bällen)



## Ihre Entscheidung – Teilerperiment 2

Teilnehmer-Nr.:

Pseudonym:

Die Tabelle für Ihre Entscheidungen  
(Bitte kreuzen Sie Ihre Entscheidung an)

Lotteriepaarung	Lotterie A	Lotterie B	A	B	Egal/indifferent
1	[150,(10%);120,(90%)]	[200,(90%);0,(10%)]			
2	[150,(20%);120,(80%)]	[200,(80%);0,(20%)]			
3	[150,(30%);120,(70%)]	[200,(70%);0,(30%)]			
4	[150,(40%);120,(60%)]	[200,(60%);0,(40%)]			
5	[150,(50%);120,(50%)]	[200,(50%);0,(50%)]			
6	[150,(60%);120,(40%)]	[200,(40%);0,(60%)]			
7	[150,(70%);120,(30%)]	[200,(30%);0,(70%)]			
8	[150,(80%);120,(20%)]	[200,(20%);0,(80%)]			
9	[150,(90%);120,(10%)]	[200,(10%);0,(90%)]			

## Anhang A3 - Anleitung zum Basisexperiment mit verschiedenen Abfragemechanismen zur Belief-Ermittlung

Willkommen zu unserem heutigen Experiment! Nachfolgend wird Ihnen das Experiment beschrieben und anschließend werden Sie gebeten, einige Entscheidungen zu treffen. Bitte lesen Sie die folgenden Informationen sehr sorgfältig und komplett durch. Sollten Sie Fragen zu diesen Informationen haben, so stellen Sie diese bitte bevor Sie mit der Beantwortung beginnen. Bitte beachten Sie, dass es während des gesamten Experiments nicht erlaubt ist, mit den anderen Teilnehmern am Experiment zu kommunizieren. Vielen Dank!

### Das Experiment

Das Experiment besteht aus vier Telexperimenten. Sie erhalten zu jedem Telexperiment eine gesonderte Anleitung. Vor Beginn des Experiments wurde Ihnen eine Teilnehmernummer zugelost. Diese Nummer gilt für alle Telexperimente. Bitte vermerken Sie diese Nummer im rechten, oberen Feld auf Ihren Experimentbögen. Bitte schreiben Sie zusätzlich ein, von Ihnen gewähltes Pseudonym in dieses Feld.

Die unten stehende Matrix bildet die Grundlage für das gesamte Experiment. Sie werden zufällig einem Partner zugelost. Es wird Ihnen gesagt, ob Sie der „Zeilenspieler“ oder der „Spaltenspieler“ sind. Ihr Partner spielt die entsprechend andere Rolle. Die Tabelle zeigt das Spiel, welches Sie spielen:

		Spaltenspieler	
		A	B
Zeilenspieler	A	(200,200)	(0,120)
	B	(120,0)	(150,150)

Sie haben die Wahl zwischen einer der beiden Strategien, also Strategie A oder Strategie B. Ihre Auszahlung hängt sowohl von Ihrer Strategiewahl ab, als auch von der Strategiewahl Ihres Partners. Es ergeben sich also vier mögliche Strategiekombinationen (A,A), (A,B), (B,A) und (B,B). In den entsprechenden Feldern in der obigen Tabelle finden Sie die Punktezahl, die Sie jeweils erhalten können. Dabei gibt die erste Zahl im Feld die Punktezahl des Zeilenspielers und die zweite

Zahl die Punktzahl des Spaltenspielers an. Entsprechend der resultierenden Strategiekombination ergibt sich Ihre Punktzahl.

Am Ende des gesamten Experiments wird Ihre Auszahlung berechnet. Diese ergibt sich aus den von Ihnen erspielten Punkten der Telexperimente 1 - 4. Dabei wird Ihre Gesamtauszahlung wie folgt umgerechnet: Für je einen erspielten Punkt erhalten Sie 3 Eurocent (100 Punkte = 3 Euro).

## Teilexperiment 1

Teilnehmer-Nr.:

Pseudonym:

Bitte kreuzen Sie Ihre Strategiewahl an:

Strategie A	Strategie B
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bitte kreuzen Sie Ihre Vermutung bezogen auf die Strategiewahl Ihres Partners an:

Strategie A	Strategie B
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bitte geben Sie eine Zahl  $p$  im Intervall 0 (absolut unsicher) bis 100 (absolut sicher) an, die Ihre Sicherheit bezogen auf Ihre Vermutung (hinsichtlich der Strategiewahl Ihres Partners) widerspiegelt:

$p$	<input type="text"/>
-----	----------------------

Ihre Punkte im Teilexperiment 1 ergeben sich entsprechend der resultierenden Strategiekombination im Spiel.

## Teilexperiment 2

Teilnehmer-Nr.:

Pseudonym:

Sie geben eine Zahl  $z$  an. Aus dieser Zahl ergibt sich, zusammen mit der Angabe Ihrer Vermutung über die Strategiewahl Ihres Partners die folgende Funktion zur Ermittlung Ihrer Punkte (2 Fälle):

Fall 1: Stimmt Ihre Vermutung bezogen auf die Strategiewahl Ihres Partners mit dessen tatsächlicher Wahl überein, erhalten Sie ( $z$ ) Punkte.

Fall 2: Stimmt Ihre Vermutung bezogen auf die Strategiewahl Ihres Partners mit dessen tatsächlicher Wahl nicht überein, erhalten Sie ( $100 - z$ ) Punkte.

Bitte geben Sie eine Zahl  $z$  im Intervall 0 (absolut unsicher) bis 100 (absolut sicher) an, die Ihre Sicherheit bezogen auf Ihre Vermutung widerspiegelt:

$z$	
-----	--

### Teilexperiment 3

Teilnehmer-Nr.:
Pseudonym:

Sie geben eine Zahl  $q$  an. Aus dieser Zahl ergibt sich, zusammen mit der Angabe Ihrer Vermutung über die Strategiewahl Ihres Partners die folgende Auszahlungsfunktion (2 Fälle):

**Fall 1:** Ist Ihre Vermutung bezogen auf die Strategiewahl Ihres Partners richtig, erfolgt die Ermittlung Ihrer Punkte entsprechend der Formel:

$$\left(1 - \left(1 - \frac{q}{100}\right)^2\right) \cdot 100 \quad q = \text{Ma\ss Ihrer Sicherheit}$$

<b>Beispiel</b> für die Anzahl an Punkten bei richtiger Vermutung für verschiedenen $q$ :	
$q = 0 \rightarrow 0$ Punkte	$q = 60 \rightarrow 84$ Punkte
$q = 10 \rightarrow 19$ Punkte	$q = 70 \rightarrow 91$ Punkte
$q = 20 \rightarrow 36$ Punkte	$q = 80 \rightarrow 96$ Punkte
$q = 30 \rightarrow 51$ Punkte	$q = 90 \rightarrow 99$ Punkte
$q = 40 \rightarrow 64$ Punkte	$q = 100 \rightarrow 100$ Punkte
$q = 50 \rightarrow 75$ Punkte	

**Fall 2:** Ist Ihre Vermutung bezogen auf die Strategiewahl Ihres Partners nicht richtig, erfolgt die Ermittlung Ihrer Punkte entsprechend der Formel:

$$\left(1 - \left(\frac{q}{100}\right)^2\right) \cdot 100 \quad q = \text{Ma\ss Ihrer Sicherheit}$$

<b>Beispiel</b> für die Anzahl an Punkten bei falscher Vermutung für verschiedenen $q$ :	
$q = 0 \rightarrow 100$ Punkte	$q = 60 \rightarrow 64$ Punkte
$q = 10 \rightarrow 99$ Punkte	$q = 70 \rightarrow 51$ Punkte
$q = 20 \rightarrow 96$ Punkte	$q = 80 \rightarrow 36$ Punkte
$q = 30 \rightarrow 91$ Punkte	$q = 90 \rightarrow 19$ Punkte
$q = 40 \rightarrow 84$ Punkte	$q = 100 \rightarrow 0$ Punkte
$q = 50 \rightarrow 75$ Punkte	

Bitte geben Sie eine Zahl  $q$  im Intervall 0 (absolut unsicher) bis 100 (absolut sicher) an, die Ihre Sicherheit bezogen auf Ihre Vermutung widerspiegelt:

$q$	
-----	--

### Teilexperiment 4

Teilnehmer-Nr.:
Pseudonym:

Sie geben eine Zahl  $r$  an. Aus dieser Zahl ergibt sich, zusammen mit der Angabe Ihrer Vermutung über die Strategiewahl Ihres Partners der folgende Mechanismus zur Ermittlung Ihrer Punkte (2 Fälle):

In einer Urne sind insgesamt 100 Kugeln. Diese sind entweder rot oder schwarz. Aus dieser Urne wird eine Kugel gezogen, ist diese rot, gewinnen Sie 100 Punkte, ist sie schwarz, bekommen Sie 0 Punkte. Die Anzahl roter Kugeln legen Sie durch Ihre Angabe von  $r$  fest.

Fall 1: Ist Ihre Vermutung bezüglich der Strategiewahl Ihres Partners richtig, so ergibt sich die Anzahl roter Kugeln aus Ihrer Angabe  $r$  entsprechend Tabelle 1.

Fall 2: Ist Ihre Vermutung bezüglich der Strategiewahl Ihres Partners nicht richtig, so ergibt sich die Anzahl roter Kugeln aus Ihrer Angabe  $r$  entsprechend Tabelle 2.

Tabelle 1	Ihre Vermutung ist richtig:
	Anzahl rote Kugeln
r=0	0
r=10	19
r=20	36
r=30	51
r=40	64
r=50	75
r=60	84
r=70	91
r=80	96
r=90	99
r=100	100

Tabelle 2	Ihre Vermutung ist nicht richtig:
	Anzahl rote Kugeln
r=0	100
r=10	99
r=20	96
r=30	91
r=40	84
r=50	75
r=60	64
r=70	51
r=80	36
r=90	19
r=100	0

Bitte geben Sie eine Zahl  $r$  im Intervall 0 (absolut unsicher) bis 100 (absolut sicher) an, die Ihre Sicherheit bezogen auf Ihre Vermutung widerspiegelt:

$r$	
-----	--

## Anhang A4.1 – Anleitung zum 6–Personen Koordinationsspiel mit gegebener Wahrscheinlichkeitsverteilung

Willkommen zu unserem heutigen Experiment! Nachfolgend wird Ihnen das Experiment beschrieben und anschließend werden Sie gebeten, einige Entscheidungen zu treffen. Bitte lesen Sie die folgenden Informationen sehr sorgfältig und komplett durch. Sollten Sie Fragen zu diesen Informationen haben, so stellen Sie diese bitte bevor Sie mit der Beantwortung beginnen. Bitte beachten Sie, dass es während des gesamten Experiments nicht erlaubt ist, mit den anderen Teilnehmern am Experiment zu kommunizieren. Vielen Dank!

### Das Experiment

Sie nehmen an einem Experiment zur Untersuchung von Verhalten bei Unsicherheit teil. Dieses Experiment besteht aus zwei Telexperimenten.

Im ersten Teil wählen Sie zwischen einer Lotterie (Alternative B) und sicheren Auszahlung in Punkten (Alternative A).

Ein Beispiel für diese Wahl ist das folgende:

	A	B		A	B	Unentschlossen
<b>Auszahlung in Punkten</b>	<b>600</b>	<b>1.000</b>	<b>0</b>			
Wahrscheinlichkeit	sicher	90%	10%			

Bei der Lotterie werden 1.000 Punkte mit Wahrscheinlichkeit 90% gewonnen und 0 Punkte mit der Wahrscheinlichkeit 10%. Nur ein Punktebetrag wird auszahlungsrelevant.

Allgemein sehen Ihre Wahlen wie folgt aus:

	A	B		A	B	unentschlossen
<b>Auszahlung in Punkten</b>	<b>600</b>	$G_1$	$G_2$			
Wahrscheinlichkeit	sicher	$p$	$100 - p$			

Für die Auszahlung der Lotterie stellen Sie sich eine Urne mit 100 Kugeln vor. Dabei sind  $p$  Kugeln (im Beispiel: 90) rot und  $100 - p$  Kugeln (im Beispiel: 10) blau. Eine



Kugel wird gezogen. Bei rot wird  $G_1$  (im Beispiel: 1.000 Punkte), bei blau  $G_2$  (im Beispiel: 0 Punkte) ausgezahlt.

Die Auszahlung der Telexperimente erfolgt am Ende des Experimentes.

Für 15 im Verlaufe des Experiments gewonnene Punkte erhalten Sie 1 Eurocent.

## Teilexperiment I

Sie spielen dieses Teilexperiment am Computer.

Bitte entscheiden Sie sich bei jeder der folgenden 13 Lotterien zwischen den Alternativen A und B. Sollten Sie zwischen den Alternativen indifferent/unentschlossen sein, klicken Sie bitte bei "Ich bin zwischen den Alternativen unentschlossen".

Am Bildschirm sieht die Entscheidungssituation beispielsweise wie folgt aus:

Periode 1 von 1 Verbleibende Zeit [sec]: 17

Alternative A		Alternative B	
sichere Punkte	600	Wahrscheinlichkeit [in %]	90 10
		Punkte	1.000 0

Bitte treffen Sie jetzt Ihre Entscheidung:

Am Ende des Experimentes erfolgt für das erste Teilexperiment die Ermittlung der Auszahlung, hierfür wird aus einer Urne mit 13 nummerierten Kugeln zufällig eine Kugel gezogen. Die Nummer auf der Kugel steht für die entsprechende Lotterie. Wenn Sie sich für die sichere Auszahlung entschieden haben, erhalten Sie 600 Punkte. Wenn Sie sich für Alternative B entschieden haben, wird aus einer Urne mit  $p$  roten und mit  $100 - p$  blauen Kugeln zufällig eine Kugel gezogen, wird eine rote Kugel gezogen erhalten Sie 1.000 Punkte sonst 0 Punkte Auszahlung. Wenn Sie zwischen den beiden Alternativen unentschlossen waren, werden wir für Sie eine Münze werfen. Fällt "Kopf" spielen wir für Sie die Lotterie aus, fällt "Zahl" erhalten Sie die sichere Auszahlung.

## Teilexperiment II

Sie sind in einer Gruppe mit 5 anderen Teilnehmern. Im Folgenden werden Ihnen zwei Alternativen vorgestellt, zwischen denen Sie sich entscheiden müssen: Alternative A liefert Ihnen eine sichere Auszahlung in Höhe von 600 Punkten. Alternative B liefert Ihnen eine Auszahlung von 1.000 Punkten mit der Wahrscheinlichkeit  $p$  und 0 Punkten mit der Wahrscheinlichkeit  $(100 - p)$ . Die Eintrittswahrscheinlichkeiten hängen dabei davon ab, wie viele der Teilnehmer in Ihrer Gruppe Alternative B wählen.

**Alternative A:** 600 Punkte sicher

**Alternative B:** 1.000 Punkte mit der Wahrscheinlichkeit  $p$   
0 Punkte mit der Wahrscheinlichkeit  $100 - p$

Die folgende Tabelle stellt die Wahrscheinlichkeiten für die Alternative B, in Abhängigkeit der Anzahl der Teilnehmer die Alternative B wählen, dar.

Anzahl der Teilnehmer die sich für Alternative B entscheiden	Wahrscheinlichkeit ( $p$ )	Wahrscheinlichkeit ( $100 - p$ )
1	50%	50%
2	60%	40%
3	70%	30%
4	80%	20%
5	90%	10%
6	100%	0%

Bitte wählen Sie am Bildschirm zwischen den zwei Alternativen. Sollten Sie zwischen den Alternativen indifferent/ unentschlossen sein, klicken Sie bitte auf "Ich bin zwischen den beiden Alternativen unentschlossen".

A	B	unentschlossen

Falls Sie zwischen den beiden Alternativen unentschlossen sind, wird für Sie mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% Alternative A oder B gewählt. Diese Entscheidung wird Ihnen mitgeteilt.

Nachdem sich alle Teilnehmer für eine Alternative entschieden haben, erhalten die Teilnehmer die sich für Alternative A entschieden haben die Auszahlung 600 Punkte. Für jeden Teilnehmer, der sich für Alternative B entschieden hat, wird nun in Abhängigkeit von der Anzahl der Teilnehmer, die sich für Alternative B entschieden haben, seine entsprechende Lotterie ausgespielt.

Im Anschluss an jede Runde wird allen Teilnehmern die Anzahl der Teilnehmer mitgeteilt, die die Auszahlung von 0 Punkte erhalten haben.

Diese Entscheidung wird insgesamt 10-mal wiederholt und Sie können sich in jeder Runde neu zwischen den Alternativen A und B entscheiden.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme an dem Experiment!

## Anhang A4.2 – Anleitung zum 6–Personen Koordinationsspiel ohne gegebene Wahrscheinlichkeitsverteilung

Willkommen zu unserem heutigen Experiment! Nachfolgend wird Ihnen das Experiment beschrieben und anschließend werden Sie gebeten, einige Entscheidungen zu treffen. Bitte lesen Sie die folgenden Informationen sehr sorgfältig und komplett durch. Sollten Sie Fragen zu diesen Informationen haben, so stellen Sie diese bitte bevor Sie mit der Beantwortung beginnen. Bitte beachten Sie, dass es während des gesamten Experiments nicht erlaubt ist, mit den anderen Teilnehmern am Experiment zu kommunizieren. Vielen Dank!

### Das Experiment

Sie nehmen an einem Experiment zur Untersuchung von Verhalten bei Unsicherheit teil. Dieses Experiment besteht aus zwei Telexperimenten.

Im ersten Teil wählen Sie zwischen einer Lotterie (Alternative B) und sicheren Auszahlung in Punkten (Alternative A).

Ein Beispiel für diese Wahl ist das folgende:

	A	B		A	B	Unentschlossen
<b>Auszahlung in Punkten</b>	<b>600</b>	<b>1.000</b>	<b>0</b>			
Wahrscheinlichkeit	sicher	90%	10%			

Bei der Lotterie werden 1.000 Punkte mit Wahrscheinlichkeit 90% gewonnen und 0 Punkte mit der Wahrscheinlichkeit 10%. Nur ein Punktebetrag wird auszahlungsrelevant.

Allgemein sehen Ihre Wahlen wie folgt aus:

	A	B		A	B	unentschlossen
<b>Auszahlung in Punkten</b>	<b>600</b>	$G_1$	$G_2$			
Wahrscheinlichkeit	sicher	$p$	$100 - p$			

Für die Auszahlung der Lotterie stellen Sie sich eine Urne mit 100 Kugeln vor. Dabei sind  $p$  Kugeln (im Beispiel: 90) rot und  $100 - p$  Kugeln (im Beispiel: 10) blau. Eine

Kugel wird gezogen. Bei rot wird  $G_1$  (im Beispiel: 1.000 Punkte), bei blau  $G_2$  (im Beispiel: 0 Punkte) ausgezahlt.

Die Auszahlung der Telexperimente erfolgt am Ende des Experimentes.

Für 15 im Verlaufe des Experiments gewonnene Punkte erhalten Sie 1 Eurocent.

## Teilexperiment I

Sie spielen dieses Teilexperiment am Computer.

Bitte entscheiden Sie sich bei jeder der folgenden 13 Lotterien zwischen den Alternativen A und B. Sollten Sie zwischen den Alternativen indifferent/unentschlossen sein, kennzeichnen Sie dies bitte durch das Drücken der des Button „Ich bin zwischen den Alternativen unentschlossen.“

Am Bildschirm sieht die Entscheidungssituation beispielsweise wie folgt aus:

Periode 1 von 1 Verbleibende Zeit [sec]: 17

Alternative A		Alternative B	
sichere Punkte	600	Wahrscheinlichkeit [in %]	90 10
		Punkte	1.000 0

Bitte treffen Sie jetzt Ihre Entscheidung:

Am Ende des Experimentes erfolgt für das erste Teilexperiment die Ermittlung der Auszahlung, hierfür wird aus einer Urne mit 13 nummerierten Kugeln zufällig eine Kugel gezogen. Die Nummer auf der Kugel steht für die entsprechende Lotterie. Wenn Sie sich für die sichere Auszahlung entschieden haben, erhalten Sie 600 Punkte. Wenn Sie sich für Alternative B entschieden haben, wird aus einer Urne mit  $p$  roten und mit  $100 - p$  blauen Kugeln zufällig eine Kugel gezogen, wird eine rote Kugel gezogen erhalten Sie 1.000 Punkte sonst 0 Punkte Auszahlung. Wenn Sie zwischen den beiden Alternativen unentschlossen waren, werden wir für Sie eine Münze werfen. Fällt "Kopf" spielen wir für Sie die Lotterie aus, fällt "Zahl" erhalten Sie die sichere Auszahlung.

## Teilexperiment II

Sie sind in einer Gruppe mit 5 anderen Teilnehmern. Im Folgenden werden Ihnen zwei Alternativen vorgestellt, zwischen denen Sie sich entscheiden müssen: Alternative A liefert Ihnen eine sichere Auszahlung in Höhe von 600 Punkten. Alternative B liefert Ihnen eine Auszahlung von 1.000 Punkten mit der Wahrscheinlichkeit  $p$  und 0 Punkten mit der Wahrscheinlichkeit  $(100 - p)$ . Diese Wahrscheinlichkeit ist keinem Teilnehmer bekannt.

Die Eintrittswahrscheinlichkeiten hängen davon ab, wie viele der Teilnehmer in Ihrer Gruppe Alternative B wählen. Je mehr Teilnehmer sich für Alternative B entscheiden, desto höher wird die Wahrscheinlichkeit  $p$ , also die Wahrscheinlichkeit mit der Sie 1.000 Punkte gewinnen.

**Alternative A:** 600 Punkte sicher

**Alternative B:** 1.000 Punkte mit der Wahrscheinlichkeit  $p$   
0 Punkte mit der Wahrscheinlichkeit  $100 - p$

Bitte wählen Sie am Bildschirm zwischen den zwei Alternativen. Sollten Sie zwischen den Alternativen indifferent/ unentschlossen sein, klicken Sie bitte auf "Ich bin zwischen den beiden Alternativen unentschlossen".

A	B	unentschlossen

Falls Sie zwischen den beiden Alternativen unentschlossen sind, wird für Sie mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% Alternative A oder B gewählt. Diese Entscheidung wird Ihnen mitgeteilt.



Bitte geben Sie zusätzlich an, was Sie glauben, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Lotterie B gewonnen werden kann.

Geben Sie hierfür eine Zahl ( $w$ ) zwischen 0 und 100 an, wobei 0 bedeutet, dass die Lotterie B sicher nicht gewonnen wird und 100, dass die Lotterie B sicher gewonnen wird.

Für diese Angabe ergibt sich Ihre Auszahlung ( $E$ ) anhand der folgenden Funktion:

$$E = 150 \cdot \left[ 1 - \left( \frac{p-w}{100} \right)^2 \right], \text{ mit } p = \text{reale Wahrscheinlichkeit zum Gewinnen der Lotterie B.}$$

Die nachfolgende Tabelle zeigt Ihnen am Beispiel einiger willkürlich ausgewählter Kombinationen die jeweils resultierende Auszahlung.

		Tatsächliche Wahrscheinlichkeit ( $p$ )										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Ihre angegebene Zahl ( $w$ )	0	150	148,5	144	136,5	126	112,5	96	76,5	54	28,5	0
	10	148,5	150	148,5	144	136,5	126	112,5	96	76,5	54	28,5
	20	144	148,5	150	148,5	144	136,5	126	112,5	96	76,5	54
	30	136,5	144	148,5	150	148,5	144	136,5	126	112,5	96	76,5
	40	126	136,5	144	148,5	150	148,5	144	136,5	126	112,5	96
	50	112,5	126	136,5	144	148,5	150	148,5	144	136,5	126	112,5
	60	96	112,5	126	136,5	144	148,5	150	148,5	144	136,5	126
	70	76,5	96	112,5	126	136,5	144	148,5	150	148,5	144	136,5
	80	54	76,5	96	112,5	126	136,5	144	148,5	150	148,5	144
	90	28,5	54	76,5	96	112,5	126	136,5	144	148,5	150	148,5
	100	0	28,5	54	76,5	96	112,5	126	136,5	144	148,5	150

Nachdem sich alle Teilnehmer entschieden haben, erhalten die Teilnehmer die sich für Alternative A entschieden haben die Auszahlung 600 Punkte.

Für jeden Teilnehmer, der sich für Alternative B entschieden hat, wird nun in Abhängigkeit von der Anzahl der Teilnehmer, die sich für Alternative B entschieden haben, seine entsprechende Lotterie ausgespielt.

Dieses Telexperiment wird insgesamt 10-mal wiederholt und Sie können sich in jeder Runde neu zwischen den Alternativen A und B entscheiden.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme an dem Experiment!

## Anhang B – Daten aus den Experimenten

### Anhang B1 – Detailergebnisse Basisexperiment

Die Ergebnisse in Kapitel 6 basieren auf diesen Daten.

<b>Spieler</b>	<b>gewählte Strategie</b>	<b>normierte Beliefs</b> (Erwartung die max. Ausz. in riskanter Strat.)	<b>Wechsellpunkte</b> (min. WSK für max. Ausz. in riskanter Lotterie B (U))
1	B	0,70	0,70
2	A	0,50	0,50
3	A	1,00	0,70
4	B	0,00	0,70
5	A	0,80	0,90
6	B	0,50	0,70
7	A	0,50	0,75
8	A	0,50	0,80
9	B	0,02	0,80
10	B	0,30	0,90
11	A	0,50	0,70
12	B	0,30	0,80
13	A	1,00	0,80
14	A	0,50	0,70
15	B	0,30	0,70
16	A	1,00	0,80
17	A	1,00	0,70
18	A	0,50	0,70
19	A	0,50	0,80
20	A	0,80	0,80
21	A	1,00	0,80
22	A	0,95	0,70
23	A	0,50	0,50
24	B	0,70	0,70
25	A	0,80	0,70
26	B	0,20	0,90
27	A	1,00	0,70
28	A	1,00	-
29	B	1,00	0,80
30	B	0,10	-
31	B	0,00	0,55
32	B	0,20	0,50
33	A	0,50	0,55
34	B	0,40	0,90
35	A	0,90	0,70
36	B	0,50	0,80

## Anhang B2 – Detailergebnisse Basisexperiment mit hohen Auszahlungen

Die Ergebnisse in Kapitel 7 basieren auf diesen Daten.

<b>Spieler</b>	<b>gewählte Strategie</b>	<b>vermutete Strategie</b>	<b>normierte Beliefs</b> (Erwartung die max. Ausz. in riskanter Strat.)	<b>Wechsellpunkte</b> (min. WSK für max. Ausz. in riskanter Lotterie)
1	A	A	0,80	0,90
2	A	A	0,80	0,70
3	B	B	0,20	0,70
4	A	A	0,50	0,80
5	B	B	0,95	0,80
6	B	B	0,40	0,80
7	A	A	0,50	0,70
8	A	A	0,70	0,50
9	B	B	0,80	0,00
10	B	B	0,20	0,60
11	A	A	0,75	0,70
12	A	A	1,00	0,70
13	B	B	0,20	0,80
14	A	A	1,00	0,80
15	B	B	0,00	0,00
16	B	B	0,40	0,80

**Anhang B3 - normierte Beliefs im Basisexperiment (Treatment 1) und im Basisexperiment mit hohen Auszahlungen (Treatment 2)**

Die Analyse im Kapitel 7.3.2 basiert auf diesen normierten Beliefs.

normierte Beliefs Basisexperiment (Treatment 1)	normierte Beliefs Basisexperiment mit hohen Auszahlungen (Treatment 2)
0,70	0,80
0,00	0,80
0,50	0,50
0,02	0,50
0,30	0,70
0,30	0,75
0,30	1,00
0,70	1,00
0,20	0,20
1,00	0,95
0,10	0,40
0,00	0,80
0,20	0,20
0,40	0,20
0,50	0,00
0,50	0,40
1,00	
0,80	
0,50	
0,50	
0,50	
1,00	
0,50	
1,00	
1,00	
0,50	
0,50	
0,80	
1,00	
0,95	
0,50	
0,80	
1,00	
1,00	
0,50	
0,90	

## Anhang B4 – Detailergebnisse Basisexperiment mit verschiedenen Abfragemechanismen zur Belief-Ermittlung

Die Ergebnisse in Kapitel 8 basieren auf diesen Daten.

Spieler Nr.	Gewählte Strategie	Vermutete Strategie	Belief M1 (ohne Ausz.)	Belief M2 (linear)	Belief M3 (quadr.)	Belief M4 (mod. quadr.)
1	B	B	0,50	0,50	0,50	0,50
2	B	B	0,70	0,60	0,50	0,84
3	A	A	1,00	1,00	1,00	1,00
4	A	A	0,60	0,60	0,40	0,20
5	A	A	0,80	0,80	0,50	0,50
6	B	B	0,50	0,50	0,70	0,50
7	A	A	0,65	0,50	0,60	0,50
8	B	B	0,75	0,75	0,70	0,70
9	A	A	0,50	0,50	0,50	0,50
10	B	B	0,90	1,00	1,00	0,50
11	A	A	0,50	0,75	0,70	0,70
12	A	A	0,80	0,80	0,90	0,80
13	A	A	0,50	0,50	0,50	0,50
14	A	A	0,60	0,75	0,50	0,50
15	A	A	1,00	0,80	0,50	0,50
16	A	A	1,00	0,50	1,00	1,00
17	A	B	0,75	0,50	0,50	0,50
18	A	A	0,99	0,99	0,99	1,00
19	A	A	0,90	0,75	0,50	1,00
20	A	A	0,00	0,60	0,54	0,50
21	B	B	0,70	0,60	0,50	0,60
22	B	B	0,84	0,70	0,70	0,60
23	A	A	0,00	0,40	0,20	0,30
24	A	A	0,60	0,51	0,51	0,50
25	A	A	1,00	1,00	1,00	1,00
26	A	A	0,60	0,60	0,52	0,50
27	B	B	0,90	0,95	0,90	0,90
28	A	A	1,00	1,00	1,00	1,00
29	A	A	1,00	1,00	1,00	1,00
30	B	B	0,80	0,75	0,80	0,70

## Anhang B5 – Wechselverhalten der 8 Spieler ohne eindeutigen Wechselpunkt im 6-Personen Koordinationsspiel

Die Beschreibung im Kapitel 9.4.1 zum Wechselverhalten von Spielern ohne eindeutigen Wechselpunkt basiert auf diesen Daten.

Spieler Nr.	Entscheidung Nr.												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	A	B	B	A	A	A	A	A	ind.	ind.	B	B	B
2	A	A	A	A	A	A	B	A	B	B	B	B	B
3	B	B	B	ind.	ind.	A	ind.	ind.	A	B	B	B	B
4	B	B	B	B	ind.	A	A	A	ind.	B	B	B	B
5	A	A	A	A	A	B	A	A	B	B	B	B	B
6	A	A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	B
7	A	A	ind.	A	B	B	A	B	B	A	A	B	B
8	A	A	A	A	B	B	B	A	B	B	B	B	B

A = Alternative A, B = Alternative B, ind. = indifferent