

Die Wirkung von Vertrauen und Misstrauen  
auf Entscheidungen in sozialen Interaktionen  
-  
Eine kognitiv-neurowissenschaftliche Untersuchung

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der

Philosophischen Fakultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität

zu Bonn

vorgelegt von

Martin Dießel

aus Erfurt

Bonn 2012

Gedruckt mit der Genehmigung der Philosophischen Fakultät  
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

**Zusammensetzung der Prüfungskommission:**

PD Dr. Ralf Dohrenbusch, Institut für Psychologie  
(*Vorsitzender*)

Prof. Dr. Martin Reuter, Institut für Psychologie  
(*Betreuer und Gutachter*)

Prof. Dr. Dr. Henrik Walter, Charité Universitätsmedizin Berlin  
(*Gutachter*)

Prof. Dr. Una Röhr-Sendlmeier, Institut für Psychologie  
(*weiteres prüfungsberechtigtes Mitglied*)

Tag der mündlichen Prüfung: 28.10.2011

## **Zusammenfassung**

In dieser Arbeit wird die menschliche Eigenschaft, sich in sozialen Interaktionen für Vertrauen zu entscheiden und auf empfangenes Vertrauen *vertrauenswürdig* zu reagieren, wissenschaftlich untersucht. Der gewählte Forschungsansatz stellt eine interdisziplinäre Kombination aus ökonomischer Spieltheorie, Psychologie der Entscheidungsfindung und kognitiver Neurowissenschaft dar. Einer ausführlichen Schilderung der Befundlage dieser Forschungsbereiche schließt sich die Beschreibung von fünf experimentellen Studien an, welche die oben genannte Eigenschaft bei Versuchspersonen aus verschiedenen Perspektiven analysieren. Wie die Ergebnisse zeigen, werden vertrauensvolle Entscheidungen eines Gegenübers von den Empfängern des Vertrauens deutlich positiv honoriert. Dieses Verhalten ist sowohl auf den Ebenen der Selbstauskunft als auch der neurophysiologischen Aktivierung mit Anzeichen für angenehme Empfindungen und der Fertigkeit, sich zusammen mit anderen Menschen über die gemeinsamen Absichten und Ziele zu verständigen, assoziiert. Ausserdem spielt die Auseinandersetzung mit dem inneren Konflikt zwischen egoistischen Motiven und sozialen Präferenzen eine entscheidende Rolle.

---

**Inhaltsverzeichnis**

<b>Zusammenfassung</b> .....	2
<b>1 Einleitung</b> .....	9
<b>2 Wissenschaftliche Ausgangslage: Methoden, Theorien und Befunde</b> .....	14
2.1 Die kognitive Neurowissenschaft von Entscheidungsprozessen .....	14
2.1.1 Entscheidung als zweistufiger Prozess: Bewertung und Auswahl .....	17
2.1.2 Kognitive Neurowissenschaft der Bewertung .....	18
2.1.3 Kognitive Neurowissenschaft der Auswahl .....	21
2.1.3.1 Fehlerentdeckung und Konfliktverarbeitung .....	21
2.1.3.2 Handlungsplanung, Inhibition und Kontrolle .....	23
2.1.3.3 Realisierung der Entscheidung als konkrete Handlung .....	24
2.2 Die kognitive Neurowissenschaft sozialen Erlebens .....	26
2.2.1 Die Wahrnehmung sozialer Stimuli: Biologische Bewegung und Gesichtsausdrücke .....	27
2.2.2 Die Interpretation sozialer Stimuli .....	29
2.2.2.1 Spiegelneurone .....	29
2.2.2.2 Neuronale Grundlagen von 'Theory of Mind' .....	30
2.2.2.3 Neuronale Grundlagen von Empathie .....	32
2.2.3 Liebe und 'sozialer Schmerz' .....	34
2.2.4 Moralische Dilemmata .....	37
2.3 Soziale Neuroökonomie .....	38
2.3.1 Ökonomie als Wissenschaft .....	39
2.3.2 Verhaltensökonomie und Spieltheorie .....	41
2.3.3 Spieltheoretische Paradigmen: Befunde und neuronale Grundlagen .....	43

---

2.3.3.1	Die Fairness einer Aufteilung: Diktator-Spiel und Ultimatum-Spiel .....	44
2.3.3.2	Gegenseitiges Vertrauen: Vertrauens-Spiel und Gefangenen-Dilemma .....	50
2.3.3.3	Altruistische Bestrafung und selbstloses Spenden .....	57
2.3.4	Die Theorien sozialer Präferenzen .....	59
2.3.5	Neuronale Basismechanismen in der Sozialen Neuroökonomie .....	61
2.4	Die Grundlagen der funktionellen Magnetresonanztomographie .....	63
2.4.1	Physikalische Grundlagen der fMRT .....	63
2.4.2	Neurophysiologische Grundlagen der fMRT .....	67
2.4.3	Die statistische Analyse von fMRT-Daten .....	69
2.4.3.1	Die Vorverarbeitung funktioneller Daten .....	70
2.4.3.2	Inferenzstatistische Analyse funktioneller Daten .....	71
2.4.3.3	Erstellung von statistischen Karten und Visualisierung von Aktivierungen .....	74
2.4.3.4	Das Problem der multiplen Einzelvergleiche .....	76
2.4.3.5	Gruppenstatistische Analyse funktioneller Daten .....	78
2.4.4	Kritische Anmerkungen zu Datenanalyse und Ergebnisinterpretation in der funktionellen Bildgebung .....	78
2.4.4.1	Die Debatte um den non-independence-error .....	79
2.4.4.2	Welche Schlussfolgerungen lassen sich aus fMRT-Befunden ziehen? Oder: Das Problem der inversen Inferenz .....	86
2.4.4.3	Einige Un-Möglichkeiten der fMRT-Forschung .....	89
2.5	Diskussion der wissenschaftlichen Ausgangslage, Ableitung von Fragestellungen und Studienplanung .....	91
2.5.1	Vertrauen im Prinzipal-Agent-Spiel .....	92
2.5.2	Die Übertragung des Prinzipal-Agent-Spiels in die fMRT-Forschung: Forschungsanliegen und Studiendesign .....	97

---

<b>3</b>	<b>Experimenteller Teil</b> .....	100
3.1	Studie 1: Entscheidungen von Prinzipalen im Prinzipal-Agent-Spiel - Befragungen im Rahmen einer umfangreichen Stichprobe .....	101
3.1.1	Methode .....	102
3.1.1.1	Experimentelles Design .....	102
3.1.1.2	Versuchspersonen, zeitlicher und räumlicher Rahmen der Studie ..	105
3.1.1.3	Variablen .....	105
3.1.2	Hypothese, Datenanalyse und Ergebnisse .....	106
3.1.3	Zusammenfassung zu Studie 1 .....	107
3.2	Studie 2: Das Prinzipal-Agent-Spiel im fMRT-Scanner .....	108
3.2.1	Methode .....	108
3.2.1.1	Experimentelles Design .....	108
3.2.1.2	Fragebögen nach dem Experiment .....	125
3.2.1.3	Allgemeine Informationen zur Durchführung von Studie 2 .....	128
3.2.1.4	Versuchspersonen .....	129
3.2.1.5	Variablen .....	129
3.2.2	Hypothesen, Datenanalysen und Ergebnisse .....	132
3.2.2.1	Forschungsfragen .....	133
3.2.2.2	Effekt der experimentellen Bedingungen auf die Abgabe .....	135
3.2.2.3	Effekt der experimentellen Bedingungen auf die Reaktionszeiten	137
3.2.2.4	Effekt der experimentellen Bedingungen auf die Hirnaktivierung	140
3.2.2.5	Zusammenhänge zwischen Hirnaktivierung und Verhalten .....	151
3.2.2.6	Zusammenhänge zwischen Aussagen in Fragebögen und dem Verhalten .....	158
3.2.3	Zusammenfassung zu Studie 2 .....	165

3.3	Studie 3: Entscheidungen von Prinzipalen im Prinzipal-Agent-Spiel (ausführliche Befragung) .....	166
3.3.1	Methode .....	166
3.3.1.1	Experimentelles Design .....	167
3.3.1.2	Versuchspersonen, zeitlicher und räumlicher Rahmen der Studie 3 .....	168
3.3.1.3	Entlohnung der Versuchspersonen .....	168
3.3.1.4	Variablen .....	169
3.3.2	Hypothesen, Datenanalysen und Ergebnisse .....	169
3.3.2.1	Forschungsfragen .....	169
3.3.2.2	Äußerungen in freiem Antwortformat .....	171
3.3.2.3	Beantwortung von Forschungsfrage 1 ( <i>Positive Erwartungen an das Gegenüber</i> ) .....	172
3.3.2.4	Beantwortung von Forschungsfrage 2 ( <i>Erwartungen hinsichtlich angenehmer Empfindungen von Vertrauen beim Gegenüber</i> ) .....	179
3.3.2.5	Beantwortung von Forschungsfrage 3 ( <i>Schließen von sich selbst auf das Gegenüber</i> ) .....	182
3.3.2.6	Beantwortung von Forschungsfrage 4 ( <i>Zusammenhang zwischen Empathiefähigkeit und Entscheidung für Frei<u>X</u> oder Zwang<u>X</u></i> ) .....	187
3.3.3	Zusammenfassung zu Studie 3 .....	189
3.4	Studie 4: Agenten im Prinzipal-Agent-Spiel schlussfolgern aus einer Überzeugung des Prinzipals auf dessen Entscheidung .....	190
3.4.1	Methode .....	191
3.4.1.1	Experimentelles Design .....	191
3.4.1.2	Fragebögen nach dem Experiment .....	195
3.4.1.3	Allgemeine Informationen zur Durchführung von Studie 4 .....	196
3.4.1.4	Variablen .....	197
3.4.2	Hypothesen, Datenanalysen und Ergebnisse .....	197

3.4.2.1	Forschungsfragen .....	198
3.4.2.2	Effekt der experimentellen Bedingungen auf die Höhe der Abgabe des Agenten an den Prinzipal .....	199
3.4.2.3	Effekt der Darbietung einer Überzeugung des Prinzipals auf die Vorhersage der Entscheidung für Vertrauen durch den Agenten ...	200
3.4.2.4	Hypothesen und Ergebnisse zu Äußerungen in der Nachbefragung und den Persönlichkeitsfragebögen .....	203
3.4.3	Zusammenfassung zu Studie 4 .....	207
3.5	Studie 5: Umformulierung des Prinzipal-Agent-Spiels und die Rolle intentionaler Entscheidungen des Gegenübers .....	208
3.5.1	Methode .....	209
3.5.1.1	Experimentelles Design .....	209
3.5.1.2	Fragebögen nach dem Experiment .....	217
3.5.1.3	Allgemeine Informationen zur Durchführung von Studie 5 .....	217
3.5.1.4	Variablen .....	218
3.5.2	Hypothesen, Datenanalysen und Ergebnisse .....	218
3.5.2.1	Forschungsfragen .....	218
3.5.2.2	Effekte der experimentellen Bedingungen auf die Höhe der Abgaben .....	220
3.5.2.3	Effekt der Umformulierung auf die emotionale Wahrnehmung von Vertrauen bzw. Misstrauen und den Zusammenhang zwischen diesen Wahrnehmungen und den Abgabehöhen .....	228
3.5.2.4	Zusammenhang zwischen Persönlichkeitsvariablen und der Höhe der Abgabe .....	232
3.5.3	Zusammenfassung zu Studie 5 .....	234
<b>4</b>	<b>Zusammenfassende Diskussion der Befunde und Ausblick .....</b>	<b>236</b>
4.1	Das Entscheidungsverhalten in sozialen Interaktionen .....	238
4.1.1	Befunde auf Verhaltensebene - Replikation und Erkenntnisgewinn .....	238

---

4.1.2	Die individuelle Wahrnehmung des Verhaltens und der Einstellung des Gegenübers .....	242
4.1.3	Die Bedeutung von Persönlichkeitsvariablen .....	246
4.2	Die neuronalen Grundlagen von Entscheidungsprozessen im Prinzipal-Agent-Spiel .....	247
4.2.1	Befunde zu den neuronalen Grundlagen der Entscheidungsfindung: Bewertung, Konflikt, Kontrolle und Handlung .....	247
4.2.2	Befunde zu den neuronalen Grundlagen von sozialem Erleben .....	250
4.3	Kritik, Ausblick und Resümee .....	253
<b>Literaturverzeichnis .....</b>		<b>261</b>
<b>Anhang A</b> Zusammenstellung neuroanatomischer Abbildungen .....		<b>283</b>
<b>Anhang B</b> Instruktionen .....		<b>288</b>
<b>Anhang C</b> Fragebögen .....		<b>302</b>
<b>Anhang D</b> Äußerungen der Versuchspersonen in freiem Antwortformat .....		<b>321</b>
<b>Anhang E</b> Aufklärungsbögen zum fMRT-Experiment .....		<b>332</b>
Selbständigkeitserklärung .....		338
Handreichung: Ergebnisüberblick der Studien .....		339

# 1 Einleitung

„Von allem, was die Weisheit für die Glückseligkeit des ganzen Lebens bereitstellt, ist der Gewinn der Freundschaft das bei weitem Wichtigste.“

Epikur, *Kyriai Doxai XXVII* (zit. nach Nickel, 2005, S.129)

Der Ausspruch des griechischen Philosophen Epikur (341 - 271 v.Chr.) macht deutlich, dass der Denker freundschaftliche Beziehungen zu anderen Menschen als die grundlegende Voraussetzung für ein glückliches Leben ansieht. Trotzdem wird seine Philosophie schon zu seinen Lebzeiten und über viele Jahrhunderte hinweg bis in die Neuzeit als Lehre der unbedingten und maßlosen Lust an materiellen Gütern verurteilt. Dieses Missverständnis begegnet uns noch heute, wenn ein aktuelles Wörterbuch (*DUDEN Fremdwörterbuch*, 2007) den *Epikureer*<sup>1</sup> als jemanden beschreibt, der „...die materiellen Freuden des Daseins unbedenklich genießt...“ (S. 283). Epikurs tatsächliches Verständnis von *Lust* (Nickel, 2005) liegt jedoch weitab von gedankenloser Völlerei und selbstsüchtiger Maßlosigkeit:

„Wenn wir also sagen, dass die Lust das Ziel sei, meinen wir nicht die Wollust der Unersättlichen und die Lüste, die sich auf oberflächlichen Genuss beschränken, wie einige aufgrund von Unkenntnis und Ablehnung meinen, sondern die Freiheit von körperlichem Schmerz und von seelischer Unruhe. Denn nicht Trinkgelage und endlose Feste, nicht der Genuss von Knaben und Frauen und auch nicht von Fischen und allem anderen, was eine üppige Tafel bietet, erzeugen das lustvolle Leben, sondern ein nüchterner Verstand, der die Gründe für alles Wählen und Ablehnen herausfindet und die Vorurteile vertreibt, aus denen die größte Verwirrung der Seelen erwächst.“ (S.120)

Epikur zufolge findet der vernünftige Mensch nicht durch Ruhm, materiellen Gewinn oder Genussmittel zum Glück, sondern vor allem durch eine gelungene Beziehung zu seinen Mitmenschen. Ein vernünftiger Geist, so Epikur,

„... ermuntert also die Menschen mit gesundem Denken zu Gerechtigkeit, Bescheidenheit und Zuverlässigkeit ... zu Offenherzigkeit und Freigiebigkeit, bei deren Betätigung man sich Wohlwollen erwirbt und - was am besten ein ruhiges Leben zu ermöglichen hilft - Zuneigung und Liebe.“ (S.53)

---

<sup>1</sup> In der vorliegenden Arbeit wird bei Personenbezeichnungen grundsätzlich die den Worten laut DUDEN eigene Geschlechtszuordnung benutzt. Im Sinne des Gleichbehandlungsgesetzes sind diese Bezeichnungen als nicht geschlechtsspezifisch zu betrachten.

Die vorliegende Arbeit widmet sich der Beschreibung von Entscheidungen in sozialen Interaktionen, die durch gegenseitiges Wohlwollen gekennzeichnet sind. Sie untersucht mittels moderner psychologischer und neurowissenschaftlicher Methoden, wie sich Menschen in Kontakten mit anderen Personen verhalten, wenn sie dem Dilemma zwischen zwei gegensätzlichen Motiven - der Steigerung des eigenen finanziellen Gewinnes und dem Aufbau vertrauenswürdiger und gerechter Beziehungen - ausgesetzt sind. Angelehnt an Epikur handelt es sich um den Konflikt zwischen oberflächlicher Lust einerseits und langfristigem Glück andererseits.

Wovon hängt es ab, wie Menschen in solchen Situationen handeln? Wie beeinflusst die wechselseitige Wahrnehmung die Entscheidung und welche neuronale Basis liegt ihr zugrunde? Welche Faktoren bewirken, dass eine Person sich für die Maximierung des eigenen Profits oder für eine gelungene Beziehung zu anderen Menschen engagiert?

Die Relevanz einer Untersuchung gelingender sozialer Beziehungen ergibt sich aus der Tatsache, dass heute, also circa 2300 Jahre nach den philosophischen Betrachtungen von Epikur, umfassende naturwissenschaftliche Befunde die entscheidende Rolle von stabilen, wohlwollenden und freundschaftlichen zwischenmenschlichen Kontakten für das physische und psychische Wohlergehen des Menschen belegen (S. Cohen, 2004; G. Miller, Chen & Cole, 2009). Auch Studien aus dem Bereich der Notfallpsychologie zeigen zum Beispiel übereinstimmend auf, dass ein gut funktionierendes soziales Netz am effektivsten vor den negativen Folgen eines Notfalls schützt (Lasogga & Gasch, 2008). Eine relativ schnelle Öffnung gegenüber Vertrauten, gute familiäre Beziehungen und eine soziale Umgebung, die eine Verarbeitung zulässt und individuelle Bewältigungsstrategien unterstützt, reduzieren die Wahrscheinlichkeit der Ausbildung einer posttraumatischen Belastungsstörung nach einem traumatischen Ereignis (Maercker, 2003).

Nachdem epidemiologische Studien in den 1960er Jahren zeigen konnten, dass die Lebensqualität von Menschen höher ist, wenn sie mindestens einen engen Vertrauten haben (Lowenthal & Haven, 1968) und Verwitwete eine höhere Sterberate aufweisen (Parkes, Benjamin & Fitzgerald, 1969), wurden großangelegte Befragungsstudien in den USA und Skandinavien durchgeführt. Die Hauptbefunde dieser Studien lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Personen, die sich als sozial eingebunden und unterstützt wahrnehmen, leben gesünder, zufriedener und länger - wogegen einsame Personen mit einem deutlich erhöhten Gesundheitsrisiko konfrontiert sind (Ditzen &

Heinrichs, 2007). Zum Beispiel erkranken alleinlebende Menschen im hohen Alter circa doppelt so häufig an Demenz verglichen zu in einer Partnerschaft lebenden Altersgenossen (Hakansson, Rovio, Helkala, Vilksa, Winblad, Soininen, Nissinen, Mohammed & Kivipelto, 2009). Dabei ist es nicht unbedingt die *effektiv erhaltene* soziale Unterstützung, die einen Bezug zur Gesundheit hat, sondern vielmehr der *wahrgenommene* Beistand und die Akzeptanz (Sarason, Pierce & Sarason, 1990). In einer Meta-Analyse, in die 80 Studien mit insgesamt mehr als 60000 Personen eingehen, zeigen sich die höchsten korrelativen Zusammenhänge zwischen Gesundheits- bzw. Krankheitsvariablen und der Zufriedenheit mit der Unterstützung (Schwarzer & Leppin, 1989): Alltägliche Belastungen und kritische Lebensereignisse werden umso besser bewältigt, je mehr die betroffenen Individuen ihre soziale Umgebung als zufriedenstellend beschreiben. Studien aus den Forschungsgebieten der Psychoimmunologie und Psychiatrie ergänzen dieses Bild: Die Immunkompetenz des menschlichen Körpers wird besonders durch psychosoziale Belastungssituationen nachhaltig negativ beeinflusst (Kaluza, 2004; Sanders, Kin & Pongratz, 2007) und das Vorhandensein einer vertrauensvollen persönlichen Beziehung gilt als gesicherter Protektionsfaktor gegen unipolare Depressionen (Hautzinger, 1998).

Beim Versuch, den engen Zusammenhang zwischen gelungenen sozialen Beziehungen und physischem und psychischem Wohlergehen zu erklären, stellt sich immer deutlicher heraus, dass soziale Unterstützung offensichtlich die Wirkung eines *Stresspuffers* entfaltet (Ditzen & Heinrichs, 2007; G. Miller, Chen & Cole, 2009). Zum Beispiel zeigt sich in Laborexperimenten, die als Indikatoren für erlebten Stress verschiedene Parameter des Herz-Kreislauf-Systems verwenden, dass Probandinnen eine niedrigere kardiovaskuläre Stressreaktivität aufweisen, wenn sie während des Versuches von einer Freundin leicht am Handgelenk berührt werden (Karmarck, Manuck & Jennings, 1990). Ebenso konnte nachgewiesen werden, wie positiv-unterstützendes Verhalten (verbal und nonverbal) den Blutdruck und die Herzrate während einer Stresssituation reduziert (Gerin, Pieper, Levy & Pickering, 1992; Lepore, Allen & Evans, 1993). Bei Menschen, welche sich selbst als sozial vereinsamt einschätzen, findet sich eine stärkere Belastung des Herz-Kreislauf-Systems im Vergleich zu Personen, die sich als sozial unterstützt erleben (Cacioppo, Hawkley, Crawford, Ernst, Burleson, Kowalewski, Malarkey, van Cauter & Bernston, 2002). Via Längsschnittstudie über 10 Jahre an 5726 Männern und 2572 Frauen konnte nachgewiesen werden, dass dauerhaft erlebte Unfairness eng mit dem Herzinfarkttrisiko assoziiert ist (De Vogli, Ferrie, Chandola,

Kivimaki & Marmot, 2007), während eine Studie an 500 Universitätsstudenten aufzeigt, wie das Wohlbefinden und die Stresswahrnehmung einer Person durch deren soziale Kompetenz beeinflusst wird (Segrin & Taylor, 2007).

Interessanterweise scheint sich der stressmindernde Effekt angenehmer sozialer Kontakte nicht nur bei denjenigen Personen einzustellen, die die soziale Unterstützung *empfangen*, sondern auch bei denjenigen, die *unterstützend* tätig werden: Wie Piferi und Lawler nachweisen, reduziert sich auch die kardiale Stressreaktivität der Personen, die anderen Personen beistehen (Piferi & Lawler, 2006). Dieser Effekt erinnert daran, dass zu gelungenen sozialen Interaktionen beide Partner beitragen - und dass beide von ihnen profitieren.

Die moderne naturwissenschaftliche Forschung identifiziert die Konzepte Vertrauen und Gegenseitigkeit (Reziprozität) als diejenigen Merkmale einer sozialen Beziehung, die am effektivsten Sicherheit vermitteln und Stress reduzieren (S. Abbott & Freeth, 2008; Chandola, Marmot & Siegrist, 2007).

In der vorliegenden Arbeit werden deshalb speziell solche sozialen Interaktionen miteinander verglichen, die entweder durch Vertrauen bzw. Reziprozität oder nur geringes gegenseitiges Wohlwollen gekennzeichnet sind. Das Konzept *Vertrauen* weist dabei entsprechend eines Überblicks verschiedener psychologischer und soziologischer Definitionen (Petermann, 1996) die folgenden Kernelemente auf: Vertrauen bezieht sich immer auf zukünftige Handlungen oder Entscheidungen und ist gekennzeichnet durch die Erwartung, dass das Gegenüber sich wohlwollend verhalten wird, einen Aspekt der Ungewissheit bzw. das Vorhandensein eines Risikos und den Verzicht auf Kontrolle. Vertrauen ist weiterhin auf kognitiver Ebene durch eine Zuversicht charakterisiert, die sich beim Nachdenken über eine soziale Beziehung einstellt und auf Verhaltensebene dadurch, dass sich der Vertrauende auf den Vertrauten einlässt, dessen Rat befolgt oder dessen Handeln nicht kontrolliert. Mit Vertrauen geht zumeist ein Gefühl der Sicherheit und Behaglichkeit in zwischenmenschlichen Beziehungen einher.

Eine detaillierte Beschreibung solcher vertrauensvollen Kontakte wird in der vorliegenden Arbeit anhand einer Kombination verschiedener Forschungsmethoden erbracht: Versuchspersonen treffen Entscheidungen in interaktiven Spielen mit anderen Teilnehmern, während ihr Verhalten gemessen und die neurophysiologische Aktivität aufgezeichnet wird.

An die Experimente anschließende Befragungen zu den individuellen Zielen, Ansichten und Empfindungen der Teilnehmer und der Einsatz etablierter psychologischer Fragebögen komplettieren die Datenerhebung.

In Kapitel 2 wird daher in den Erkenntnisstand derjenigen Wissenschaftszweige eingeführt, welche für die Fragestellungen der Arbeit relevant sind:

- die kognitive Neurowissenschaft von Entscheidungsprozessen;
- die kognitive Neurowissenschaft sozialen Erlebens;
- die Erkenntnisse eines noch jungen Forschungsbereiches - der sozialen Neuroökonomie (in der sich Synthese der zuvor aufgezählten Wissenschaftsfelder vollzieht) sowie
- die Forschungsmethode der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT).

Das Umreißen der maßgeblichen Befunde dieser Forschungsgebiete wird durch die Ausarbeitung von Kritikpunkten und offenen Fragen abgeschlossen. Dies wiederum führt zur Planung, Durchführung und Auswertung von fünf experimentellen Studien, die im dritten Kapitel der Arbeit dargestellt werden.

In der abschließenden Diskussion (Kapitel 4) wird auf den Erkenntnisgewinn und die Bedeutung der durchgeführten Studien in Beziehung zu den dargestellten Vorbefunden kritisch eingegangen.

## **2 Wissenschaftliche Ausgangslage: Methoden, Theorien und Befunde**

Wie oben ausgeführt, steht die Beschreibung vertrauenswürdiger und auf Gegenseitigkeit gründender Entscheidungen in sozialen Interaktionen im Fokus der vorliegenden Arbeit. Hierbei werden die Analyseebenen der kognitiven Neurowissenschaft, der experimentellen Psychologie und der Verhaltensökonomie kombiniert. Kapitel 2 stellt die methodischen, theoretischen und empirischen Grundlagen für einen derartigen Forschungsansatz zusammen.

### **2.1 Die kognitive Neurowissenschaft von Entscheidungsprozessen**

Da im Zentrum der vorliegenden Arbeit die Untersuchung der neuronalen Grundlagen von Entscheidungen in sozialen Interaktionen steht, werden in den folgenden Kapiteln wesentliche Ergebnisse der kognitiven Neurowissenschaft von Entscheidungsprozessen dargelegt.

Akademische Forschung zu Entscheidungen wird seit etwa zweihundert Jahren in unterschiedlichen Wissenschaftsbereichen betrieben, so zum Beispiel in der Philosophie, der Ökonomie oder der Mathematik. Die eigentliche Etablierung des Gebietes lässt sich jedoch erst auf die Mitte des vergangenen Jahrhunderts festschreiben, als John von Neumann und Oskar Morgenstern 1947 ihr Buch *Spieltheorie und wirtschaftliches Verhalten* veröffentlichten, worin zum ersten Mal eine umfassende Theorie präferentieller Entscheidungen entworfen wird (Jungermann, Pfister & Fischer, 2005). Genauso wie die Entscheidungsforschung keiner einzelnen Disziplin allein zugeordnet werden kann, sind auch die Perspektiven auf den Gegenstand der Untersuchung, die Zielsetzungen und die Herangehensweisen zum Teil sehr vielfältig.

Zentral für die moderne psychologische Entscheidungsforschung ist nach Jungermann und Mitautoren (2005) die Vorstellung vom Menschen als ein informationsverarbeitendes System. Nach dieser Vorstellung werden Informationen aus der Umgebung aufgenommen bzw. aus dem Gedächtnis abgerufen und entsprechend der Struktur und Funktion der menschlichen kognitiven Grundausstattung verarbeitet, um eine Wahl zwischen verschiedenen Optionen zu treffen. Die aktuelle Psychologie der Entscheidung versucht, die einzelnen zur Auswahl einer Option führenden Teilprozesse zu

identifizieren (Weber & Johnson, 2009). Der Begriff *Entscheidung* wird dann verwendet, wenn eine Person mit mehreren diskreten Optionen konfrontiert wird, die Vorzüge jeder einzelnen bewertet und eine Option auswählt (Jungermann, Pfister & Fischer, 2005). Die Bewertung der Optionen beruht auf subjektiver Erfahrung und/oder Präferenzen des Individuums.

Weil sie im Folgenden wiederholt verwendet werden, sollen die Komponenten einer Entscheidung definiert werden (nach Jungermann et al., 2005):

*Optionen* sind diejenigen Objekte, Handlungen, Regeln oder Strategien, zwischen denen gewählt werden kann. Manchmal sind Optionen bereits vorgegeben, manchmal müssen sie vom Entscheider erst gesucht oder entwickelt werden.

*Ereignisse* sind alle Vorkommnisse und Sachverhalte, auf die der Entscheider keinen Einfluss hat, die den Ausgang einer Entscheidung aber beeinflussen können. Nützlich ist es hierbei, zwischen *externen Ereignissen* (die natürliche oder soziale Umwelt des Entscheiders) und *internen Ereignissen* (Emotionen oder Persönlichkeitsvariablen) zu unterscheiden.

*Konsequenzen* (auch *Folgen*, *Ergebnisse*) sind alle diejenigen Zustände, die sich als Folge der Wahl einer Option ergeben können. Meist entscheidet man sich nicht um ihrer selbst willen für eine Option, sondern wegen der Konsequenzen, die in Folge einer Wahl zu erwarten sind.

*Ziele* des Entscheidenden grenzen ein, welche Konsequenzen der jeweiligen Optionen antizipiert werden und welche Attribute der Konsequenzen als relevant erachtet werden. Ziele sind mehr oder weniger abstrakt bzw. konkret. Abstrakte Ziele (wie zum Beispiel *Erkenntnis erlangen*) werden auch als *Werte* oder *Prinzipien* bezeichnet und lassen sich in konkrete Teilziele, die meist mit spezifischen Handlungen verbunden sind, spezifizieren (*ein Experiment durchführen*, *eine wissenschaftliche Veröffentlichung lesen*).

*Gründe* können die Entscheidung in eine Richtung lenken, die aus der Betrachtung der Ziele und Konsequenzen allein nicht ableitbar sind. Ein deutliches Beispiel hierfür sind Fälle, in denen eine moralische Entscheidung getroffen werden muss - zum Beispiel zu lügen oder nicht. Hier kommt es oft zu dem *Entscheidungskonflikt*, dass die Lüge zwar die besseren Konsequenzen hätte, aber auch einen Verstoß gegen eine individuelle und soziale Norm darstellen würde. Eine Entscheidung kann in solchen Fällen eher als Orientierung an bestimmten Gründen des Handelns denn als Orientierung an den Folgen des Handelns interpretiert werden.

Nach Corrado und Kollegen können die den subjektiven Entscheidungsprozess lenkenden Merkmale - beginnend bei der Bewertung der Optionen bis hin zur Auswahl der Option - als *Entscheidungsvariablen* bezeichnet werden (Corrado, Sugrue, Brown & Newson, 2009). Viele Entscheidungsforscher gehen davon aus, dass sich a-priori nicht vollständig bestimmen lässt, welche Entscheidungsvariablen eine Wahl tatsächlich beeinflussen. Was sich dagegen objektiv messen lässt, ist das Ergebnis des Entscheidungsprozesses - die letztendlich stattfindende Wahl einer Option. Entscheidungsforschung besteht deshalb zumeist darin, gut begründete Annahmen dahingehend aufzustellen, welche Variablen in welcher Weise zur Entscheidung beigetragen haben, d.h. Entscheidungsvariablen werden *geschätzt* (Corrado et al., 2009).

Für diese Analyse des Entscheidungsverhaltens werden in der Forschung verschiedene Techniken verwendet. Als direktestes Maß bietet sich die Selbstausskunft der Person an, die eine Entscheidung getroffen hat. Eine persönliche Erklärung dazu, warum welche Option ausgewählt wurde, wird jedoch zumeist nicht als hinreichend zuverlässiges Forschungsinstrument betrachtet, da Menschen den wahren Grund für ihre Entscheidungen oft selbst nur wenig kennen (E. Smith & Mackie, 2000). Solche Antworten sind sogar oft schon davon abhängig, wie die Fragen formuliert werden.

Ein anderer Ansatz zur Erhebung von Entscheidungsvariablen, der vorrangig in der Ökonomie Anwendung findet, trägt die Bezeichnung *revealed preference* (deutsch: *offenbarte Präferenz*). Hier wird der subjektive Wert einer Konsequenz als *Nutzen* (engl. *utility*) bezeichnet. Werden zwei Konsequenzen hinsichtlich ihres Nutzens miteinander verglichen, so soll der Entscheider eine *Präferenz* für die eine oder andere Konsequenz angeben. Während die *Wahl* eine beobachtbare Handlung darstellt, sind *Nutzen* und *Präferenz* nicht direkt beobachtbar. Letztere werden deshalb aus ersterer erschlossen: Wählt eine Person eine von mehreren Optionen, so zeigt sie eine Präferenz für die mit dieser Option verbundenen Konsequenz, d.h. diese Konsequenz besitzt für sie den höchsten Nutzen (Corrado, Sugrue, Brown & Newson, 2009).

In der Psychologie der Entscheidung finden modell-basierte Erklärungsansätze weite Verbreitung, bei denen mathematische Modelle des Entscheidungsprozesses konstruiert werden (Weber & Johnson, 2009). In solchen Modellen werden die hypothetischen Entscheidungsvariablen konkret formuliert und für jeden Durchgang geschätzt. Hieraus ergeben sich mehr oder weniger korrekte Vorhersagen von Entscheidungen, welche dann mit den tatsächlichen Entscheidungen verglichen werden können. Die Passung des vom Modell vorhergesagten Entscheidungsverhaltens mit der

real beobachteten Handlung - der *fit* des Modells - gibt Auskunft über seine Vorhersagekraft und die damit verbundene Bedeutsamkeit der im Modell spezifizierten Entscheidungsvariablen.

In der vorliegenden Arbeit soll das Modell des Entscheidungsprozesses während sozialer Interaktionen aus einer Kombination der oben vorgeschlagenen Methoden mit den Möglichkeiten der kognitiven Neurowissenschaft aufgestellt werden. Es werden also einerseits Selbstauskünfte der Versuchspersonen und die Erfassung der von ihnen ausgewählten Handlung genutzt, um Rückschlüsse auf die zugrundeliegenden Entscheidungsvariablen zu ziehen. Andererseits soll eine Beschreibung der neuronalen Aktivierungen während des Entscheidungsprozesses diese Schlussfolgerungen ergänzen. Nach den Ausführungen zur inversen Inferenz (s.u. Kapitel 2.4.4.2; S.86ff.) ist es besonders wichtig, die Beteiligung von Hirnregionen an bestimmten kognitiven Prozessen durch eingehende Literaturrecherche darzustellen, um diesen Schluss abzusichern. Dies soll im Folgenden geschehen.

### **2.1.1 Entscheidung als zweistufiger Prozess: Bewertung und Auswahl**

Aus der Forschung der letzten Jahre ergeben sich Hinweise, dass der Gesamtprozess der Entscheidungsfindung bei Primaten grundlegend als ein Prozess mit mehreren Stufen angesehen werden kann (Glimcher, 2009; Rangel, Camerer & Montague, 2008; Schall, 2001): Optionen werden zunächst mehr oder weniger bewusst hinsichtlich ihrer Wünschbarkeit (ihres Wertes) beurteilt und dann wird eine Option ausgewählt. Beide Stufen des Entscheidungsprozesses sind mittlerweile eingehend untersucht. Während das Bewertungssystem durch wiederholte Konfrontation mit der Umgebung den Wert von Handlungen und/oder Gütern lernt und speichert, nutzt das Auswahlsystem diese Bewertungen, um die Entscheidung für eine Option zu fällen (Glimcher, 2009). Letztgenanntes System ist dabei vermutlich eng angebunden an das neuronale System zur Kontrolle der Motorik, welches die physischen Reaktionen der Auswahlhandlung plant und ausführt. Aktueller Inhalt wissenschaftlicher Debatten ist weniger die Identifizierung der bei Entscheidungsprozessen involvierten Hirnregionen, als vielmehr die Beschreibung der spezifischen Funktionen, welche die einzelnen Hirnregionen in diesem neuronalen Entscheidungsnetzwerk einnehmen. Dies ist nicht trivial, da die anatomischen Grenzen zwischen den Bewertungs- und den Auswahlstrukturen nicht völlig diskret verlaufen und sich beide Systeme vermutlich wechselseitig beeinflussen.

### 2.1.2 Kognitive Neurowissenschaft der Bewertung

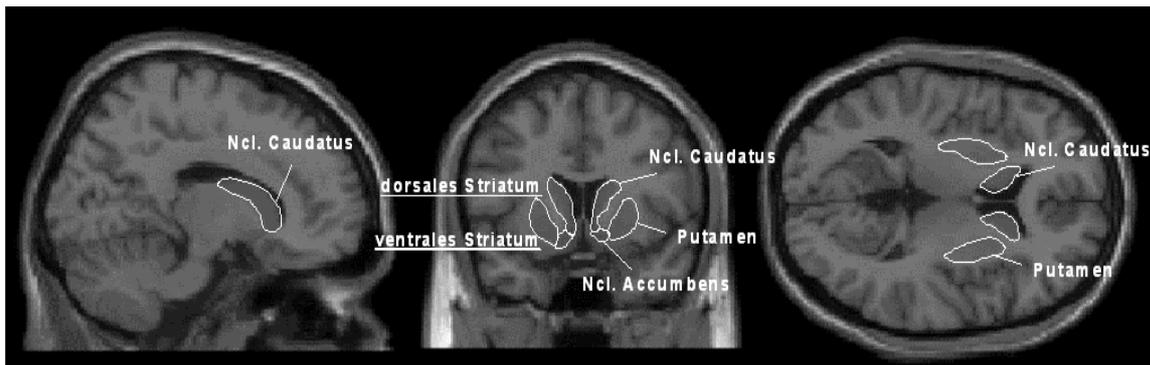
Unter Neurowissenschaftlern herrscht derzeit der allgemeine Konsens, dass im Hirn eine Belohnungs-Metrik existiert, anhand derer ein Organismus Reize aus der Umgebung bewertet (Doya, 2008; Glimcher, 2009; Sanfey, 2007a). Zwei entscheidende Stationen auf dem Weg zu diesem Verständnis der neurophysiologischen Beschaffenheit dieses Bewertungssystems waren Tierstudien zur elektrischen Selbststimulation subkortikaler Regionen (u.a. Teile des ventralen Striatums, siehe Abbildung 1) und eine damit verbundene Erzeugung von fast suchtäglichem Verhalten (Olds & Fobes, 1981) und die Entdeckung der Funktion dopaminerger Neurone des Mittelhirns (Schultz, Apicella & Ljungberg, 1993). Wolfram Schultz und Kollegen maßen die Aktivität einer Vielzahl dopaminerger Neurone bei Affen, während die Tiere in einer Aufgabe zur klassischen Konditionierung passiv Belohnungen (Nahrung) erhielten. Die Studien zeigen, dass die Mehrzahl dopaminerger Neurone des Mittelhirns mit homogenen, phasischen Aktivierungen (Latenzzeiten von unter 100 ms und einer Dauer von unter 200 ms) auf *unvorhergesagte* Belohnungen reagieren. Diese Neurone sind also dann aktiv ('feuern'), wenn ein Ereignis eintritt, welches besser ist als erwartet.

Aufgrund dieses Zusammenhangs wurde später vorgeschlagen (P. R. Montague, Dayan & Seynowski, 1997), dass die Neurone den sogenannten *reward-prediction-error* (deutsch: *Vorhersagefehler bei Belohnung*) kodieren. Dadurch, dass nicht allein die Verabreichung einer Belohnung für die neuronale Aktivität entscheidend ist, sondern die Tatsache, dass die Belohnung *unerwartet*, also *nicht vorhersagbar* war, löst das neuronale System eine ganz wesentliche und schwierige Aufgabe des Lebens: Da in jeder Sekunde unglaublich viele Reize auf ein Lebewesen einströmen und nicht jede einzelne Information verarbeitet werden kann, benötigt das neuronale System einen Mechanismus, mit dem es festlegen kann, welche Informationen beachtet und weiter verarbeitet werden sollen und welche ignoriert werden können. Falls alles nach Plan läuft, also nichts geschieht, was das Individuum nicht schon wüsste, feuern diese Neuronen nicht. Geschieht jedoch etwas, das besser ist als erwartet, dann feuert das Modul: Der Organismus wird wach, aufmerksam und wendet der Information seine Aufmerksamkeit zu. Diese Funktion ist besonders wichtig für Lernprozesse, denn auf diese Weise lernen die Individuen langfristig alles, was gut für sie ist.

Eine andere wichtige Rolle spielen Vorhersagefehler bei der Entscheidungsfindung durch den Zugang zu Information über die verfügbaren Wahloptionen. Das Vorhandensein

der auf diese Weise für Belohnung sensitiven Neurone auch bei Menschen wurde in zahlreichen weiteren Publikationen bestätigt (Knutson, Delgado & Phillips, 2009; Pessiglione, Seymour, Flandin, Dolan & Frith, 2006; Schultz, 2000; Schultz, Dayan & Montague, 1997): Physische Signale dopaminerger Neurone des Mittelhirns kodieren Informationen über den motivationalen und ökonomischen Wert von Belohnungen, unabhängig von den Merkmalen des Stimulus oder den spezifischen Verhaltensreaktionen, die ausgeführt werden müssen, um die Belohnung zu erhalten.

Obwohl die meisten frühen Arbeiten auf diesem Gebiet an Tieren durchgeführt wurden, gibt es zunehmend eindeutige Hinweise darauf, dass sich diese Neurone beim Menschen ebenso verhalten. Einerseits erleben Menschen, genauso wie Säugetiere auch, dopaminerge Drogen als verstärkend. Ursache hierfür ist, dass sich diese Substanzen auch beim Menschen an die Rezeptoren in den Zielgebieten der dopaminergen Neurone - unter anderem dem Striatum (siehe Abbildung 1), binden<sup>2</sup>.



*Abbildung 1.* Hirnregionen, die mit der Verarbeitung von Belohnung und der Bewertung von Stimuli assoziiert sind. Das Striatum besteht aus drei Komponenten: Nucleus (Ncl.) Caudatus, Putamen und Ncl. Accumbens. Manche Forscher teilen das Striatum einfach in einen unteren Anteil (ventrales Striatum: Ncl. Accumbens und Putamen) und einen oberen Anteil (dorsales Striatum: Ncl. Caudatus). Die Abbildung wurde erstellt nach Sanfey und Dorris (2009) und Knutson, Delgado und Phillips (2009).

Darüber hinaus belegen am Menschen durchgeführte Studien mit funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT, s. Kapitel 2.4; S.63ff.), dass das ventrale Striatum (zusammen mit dem Frontalhirn) als neokortikales Zielgebiet dopaminerger Neurone hauptsächlich daran beteiligt ist, aus einer Bewertung und Vorhersage von Belohnungen zu lernen: Zum Beispiel steigt die Aktivität des ventralen Striatums bei finanzieller Belohnung (Pagnoni, Zink, Montague & Berns, 2002) und ist korreliert mit der Höhe von

<sup>2</sup> Die in dieser Arbeit aufgeführten neuroanatomischen Abbildungen zu den Vorbefunden und den Ergebnissen von Studie 2 sind in Anhang A (S.283ff.) überblicksartig zusammengestellt.

Geldgewinnen in Glücksspielen (Delgado, Nystrom, Fissel, Noll & Fiez, 2000; Elliot, Friston & Dolan, 2000), der Vorhersage und Erwartung von finanzieller Belohnung (Breiter, Aharon, Kahneman, Dale & Shizgal, 2001; Knutson, Fong, Bennett, Adams & Homme, 2003; Knutson, Westdorp, Kaiser & Hommer, 2000), der Erwartung von schmackhaftem Saft als primärem Verstärker (O'Doherty, Deichmann, Critchley & Dolan, 2002) und präferenziellen Werturteilen unterschiedlicher Belohnungen (O'Doherty, Buchanan, Seymour & Dolan, 2006).

In einer Studie, in der Versuchspersonen entscheiden sollen, ob sie Produkte zu verschiedenen Preisen kaufen würden und zusätzlich angeben, wie sehr ihnen die Produkte zusagen, korreliert die Aktivierung im ventralen Striatum während des Betrachtens der Objekte nicht nur mit der angegebenen Präferenz, sondern sagt die Kaufneigung auch besser vorher als die Selbstauskunft der Präferenz (Knutson, Rick, Wimmer, Prelec & Loewenstein, 2007). Wenig überraschend aktiviert auch das passive Betrachten schöner Frauengesichter den Nucleus Accumbens bei Männern (Aharon, Etcoff, Ariely, Chabris, O'Connor & Breiter, 2001). Zusammenfassend lässt sich das ventrale Striatum durchaus als Hauptgebiet der Antizipation des Wertes einer Option oder eines Reizes betrachten (Knutson, Delgado & Phillips, 2009).

Werden nicht nur die kurzfristige Wahrnehmung oder Antizipation von Belohnungen, sondern auch längerfristiges und handlungssteuerndes Erleben in Betracht gezogen, so zeigt sich, dass auch andere neuronale Regionen an Bewertungen beteiligt sind: Einzelzelleableitungen im *dorsalen* Striatum (siehe Abbildung 1) von Affen deuten darauf hin, dass diese Region ähnlich wie das ventrale Striatum sensitiv für Belohnungen ist (Glimcher, 2009). Bildgebende Studien mit menschlichen Probanden legen nahe, dass im dorsalen Striatum eine Integration von Belohnungsinformationen mit den damit verbundenen zukünftigen Handlungen zum Zweck optimierter Zielerreichung stattfindet (Grahn, Parkinson & Owen, 2008; Knutson, Delgado & Phillips, 2009). So zeigt sich eine Beteiligung des dorsalen Striatums zum Beispiel dann, wenn eine bestimmte Handlung ausgeführt werden muss, um eine Belohnung zu erhalten (O'Doherty, 2004).

Auch Läsionsstudien deuten auf eine wichtige Rolle des dorsalen Striatums für die Handlungsinitiierung hin: Schädigungen des Nucleus Caudatus - einem Teil des dorsalen Striatums - führen zu deutlichen Motivationsdefiziten (Bhatia & Marsden, 1994). Des Weiteren zeigen sich in Studien, bei denen das Subjekt in einer dynamischen Umgebung mit langfristig vorhersagbaren Belohnungen konfrontiert wird, auch Mehraktivierungen im dorsolateralen präfrontalen Cortex (s.u. Abbildung 3), im dorsalen prämotorischen

Cortex, im parietalen Cortex (s.u. Abbildung 4) und der Insula (s.u. Abbildung 7) (Tanaka, Doya, Okada, Ueda, Okamoto & Yamawaki, 2004).

### 2.1.3 Kognitive Neurowissenschaft der Auswahl

Die oben geschilderten Prozesse der Bewertung von Optionen bieten den Input für die zweite Stufe des Entscheidungsprozesses - die Auswahl einer Option. Diese wiederum lässt sich als Summe einzelner Teilprozesse begreifen: Konkurrierende Optionen müssen gegeneinander abgewogen und unangemessene Reaktionen gehemmt werden, die vorteilhafteste Handlungsstrategie soll gewählt und ihre Umsetzung geplant werden. Diese Teilprozesse von Konfliktverarbeitung, Inhibition und Handlungsplanung münden schließlich in die Ausführung der konkreten Handlung. In ihrer Gesamtheit werden solche Prozesse auch als exekutive Funktionen bezeichnet (Goschke, 2002). Sie stellen sicher, dass das Gehirn seine begrenzten Ressourcen immer optimal zur Steuerung von Verhalten nutzt (Beer, Shimamura & Knight, 2004).

#### 2.1.3.1 Fehlerentdeckung und Konfliktverarbeitung

Viele Belege sprechen dafür, dass der anteriore cinguläre Cortex (ACC, siehe Abbildung 2) als neurophysiologische Basis für die Entdeckung von Fehlern im Verhalten und einer Verarbeitung von Zielkonflikten angesehen werden kann (Bush, Luu & Posner, 2000; Mansouri, Tanaka & Buckley, 2009).

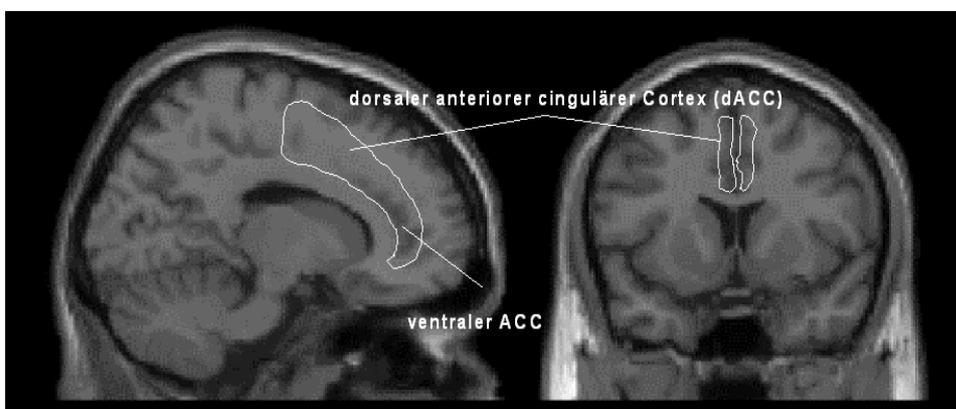


Abbildung 2. Anteriore cingulärer Cortex (ACC). Der ACC kann in einen dorsalen und einen ventralen Anteil gegliedert werden (Abbildung erstellt nach Mansouri et al. 2009).

Zum Beispiel liegt eine Vielzahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen zu Verhaltensänderungen vor, die durch einen Konflikt zwischen mehreren zur Auswahl stehenden Verhaltensoptionen hervorgerufen werden (Aarts, Roelofs & van Turenout, 2009; Kerns, Cohen, MacDonald, Cho, Stenger & Carter, 2004; Mansouri, Tanaka & Buckley, 2009). Bei experimentellen Aufgaben, die einen solchen Konflikt induzieren, z.B. Stroop-Test (MacLeod, 1991), Eriksen-Flanker-Test (Eriksen & Eriksen, 1974) oder go/no-go Paradigmen (Kawashima, Satoh, Itoh, Ono, Furumoto, Gotoh, Koyama, Yoshioka, Takahashi, Takahashi, Yanagisawa & Fukuda, 1996), zeigen sich konsistent Konflikt-Kosten im Verhalten (Fan, Flombaum, McCandliss, Thomas & Posner, 2003; Fan, Hof, Guise, Fossella & Posner, 2008): Entweder verlängert sich die Reaktionszeit (Davelaar, 2008), oder die Genauigkeit der Aufgabenbearbeitung lässt nach. Studien, die sich der Beschreibung der neuronalen Grundlagen dieser Konfliktverarbeitung widmen, berichten am häufigsten eine Aktivierung des ACC, aber auch des DLPFC (dorsolateraler präfrontaler Cortex) und des PPC (posteriorer parietaler Cortex).

Aufbauend auf diesen Befunden wurden mehrere Theorien zur Funktion des ACC aufgestellt. Eine Theorie nimmt an, dass eine wesentliche Rolle des ACC darin besteht, auftretende Konflikte zu entdecken, zu überwachen und Informationen über den Konflikt an andere Areale, die dann kognitive Kontrolle ausüben (z.B. DLPFC), weiterzuleiten (Botvinick, Braver, Barch, Carter & Cohen, 2001). Einer frühen anderen Theorie zufolge (Paus, Koski, Caramanos & Westbury, 1998) überwacht der ACC nicht nur Konflikte, sondern führt auch selbst exekutive Kontrolle aus, indem er die neuronale Verarbeitung in aufgabenrelevanten Netzwerken bahnt und unterstützt. Ridderinkhof und Kollegen bieten einen ausführlichen Überblick über Studien an Primaten und Menschen und fassen zusammen, dass eine Zone, die sie als *rostral cingulate zone* (RCZ) bezeichnen und die ein zentraler Teil des in Abbildung 2 dargestellten dACC (dorsaler ACC) ist, daran beteiligt sei, ungünstige Ergebnisse zu überwachen und Reaktionsfehler, Reaktionskonflikte und Entscheidungsunsicherheit zu repräsentieren (Ridderinkhof, Ullsperger, Crone & Nieuwenhuiss, 2004; Ridderinkhof, van den Wildenberg, Segalowitz & Carter, 2004).

Aktuellen Überblicksarbeiten zufolge ist der ACC speziell für die Auswahl von Handlungen in Abhängigkeit von ihrer Konsequenz verantwortlich, da die Hirnregion in der Lage ist, die Ergebnisse vorangegangener Entscheidungen zu evaluieren, die mit einer Auswahl verbundenen Kosten zu überwachen (Doya, 2008) und die Unsicherheit und Unbeständigkeit einer Entscheidungssituation zu kodieren (Mansouri, Tanaka & Buckley,

2009; Pessoa, 2009; Rushworth & Behrens, 2008). Diese Merkmale weisen dem ACC eine spezifische Rolle bei der Regulierung einander ausschließender Reaktionen und einer kontextabhängigen Festlegung auf die vorteilhafteste Handlungsalternative zu (Kennerley, Walton, Behrens, Buckley & Rushworth, 2006).

### 2.1.3.2 Handlungsplanung, Inhibition und Kontrolle

Eine weitere Hirnregion (Abbildung 3), die eine wichtige Rolle bei exekutiven Funktionen spielt, ist der DLPFC (Beer, Shimamura & Knight, 2004; Cole & Schneider, 2007; Danek, 2002; Goschke, 2002).

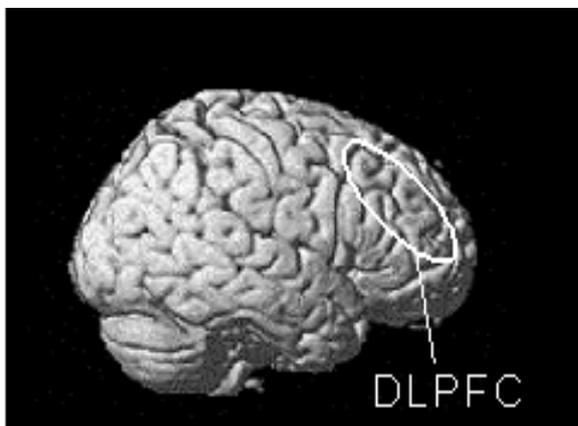


Abbildung 3. Dorsolateraler präfrontaler Cortex (DLPFC; Abbildung erstellt nach Ridderinkhof et al. 2004).

Frühe Arbeiten mit fMRT zeigen, dass diese Region bei Aufgaben zum Arbeitsgedächtnis aktiv wird (D'Esposito, Aquirre, Zarahn, Ballard, Shin & Lease, 1998). Eine aktuellere Übersichtsarbeit (Ridderinkhof, van den Wildenberg, Segalowitz & Carter, 2004) beschreibt, dass der DLPFC die aufgabenrelevanten Merkmale einer Stimuluskonfiguration präsent hält, um eine regelbasierte Reaktionsauswahl zu steuern. Diese Region hat beim Entscheidungsverhalten also eine integrative Rolle inne - sie kann die Inhalte des Kurzzeitgedächtnisses mit den Anforderungen zielgerichteten Verhaltens verknüpfen. So kodieren Neurone im DLPFC Entscheidungen, die bereits zurückliegen, sowie deren Konsequenzen und nutzen diese Information, um die Aktivität in anderen Hirnregionen zu fördern oder zu hemmen - je nachdem, wie dies zur Erreichung eines Handlungszieles beiträgt. Untersuchungen mit Einzelzelleableitungen konnten zeigen, dass die Feuerraten einzelner Neurone im DLPFC sensitiv für zurückliegende Wahlen (z.B.

links oder rechts), die Konsequenzen dieser Wahlen (belohnt oder unbelohnt) und die Kombination dieser Merkmale sind (Barracough, Conroy & Lee, 2004) bzw. abstrakte Regeln codieren (Wallis, Anderson & Miller, 2001). Dies spricht dafür, dass der DLPFC eine Rolle bei der Optimierung von Entscheidungsstrategien und der Handlungsplanung spielt.

Andere Autoren betonen weiterhin die Rolle des DLPFC bei der Kontrolle und Unterdrückung von unangemessenen Reaktionen (E. K. Miller, 2000; E. K. Miller & Cohen, 2001). Ihnen zufolge zeigt sich die inhibitorische Funktion des DLPFC vor allem bei Untersuchungen von Reaktionszeitverteilungen bei der Bearbeitung von Konflikten. Diese zeigen, dass der präfrontale Cortex in der Lage ist, bei stark konkurrierenden Verhaltensoptionen das Verhalten so zu steuern, dass das der Situation angemessenste Ziel erreicht werden kann. In diesem Sinne ist es plausibel, dass der DLPFC bei willentlichen von einer Versuchsperson ausgewählten Handlungen (in Relation zu vom Experimentator vorgegebenen Handlungen) aktiviert wird (C.D. Frith, 2007) und an der willentlichen Regulation von Emotionen beteiligt ist (K.N. Ochsner, Bunge, Gross & Gabrieli, 2002; Walter, Kalckreuth, Schardt, Stephan, Goschke & Erk, 2009).

### **2.1.3.3 Realisierung der Entscheidung als konkrete Handlung**

Im Gegensatz zu den zahlreichen Studien, die Prozesse von Bewertung und exekutiver Kontrolle bei Menschen mittels fMRT untersuchen, finden sich nur wenige Studien zur Realisierung der Auswahl als eine konkrete Handlung - also des abschließenden Teils jedes Entscheidungsprozesses. Existierende Arbeiten zur Umsetzung von Wahlen wurden bisher vorrangig am System der Blickbewegungssteuerung bei Affen durchgeführt (Glimcher, 2009). Eine Überblicksarbeit unterstreicht die Bedeutung der *lateral intraparietal area* (LIP) im posterioren parietalen Cortex als wichtigen Bestandteil des Systems zur Umsetzung von Wahlen (Glimcher, 2003). Dieses Areal bei Affen enthält eine nahezu topographische Karte der Objekte in der physischen Welt und der Augenbewegungen, die notwendig sind, um diese Objekte visuell anzusteuern. In Abbildung 4 ist das menschliche Analogon der LIP im parietalen Cortex dargestellt. Von der LIP laufen Projektionsbahnen zu den Regionen (*frontal eye fields*, FEF), die die Augenmotorik steuern (Y. E. Cohen & Andersen, 2002; Nieder, 2005). Zumindest für die Verbindung zwischen Auswahl und Ausführung von Augenbewegungen lassen sich die beteiligten Regionen also identifizieren.

Der Neurowissenschaftler Paul Glimcher schlägt vor, diese Befunde auch auf andere Arten von Entscheidungen zu verallgemeinern und postuliert, dass die Aktivität von neuronalen Netzwerken aus Anteilen des posterioren Parietalcortex und Arealen der Bewegungsvorbereitung, der Bewegungskoordination und Bewegungssteuerung (Motorischer Cortex, Prämotorischer Cortex, Supplementärer Motorcortex; siehe Abbildung 4) zusammenwirken, um Entscheidungen letztlich in Handlungen umzusetzen (Glimcher, 2009; Haggard, 2008).

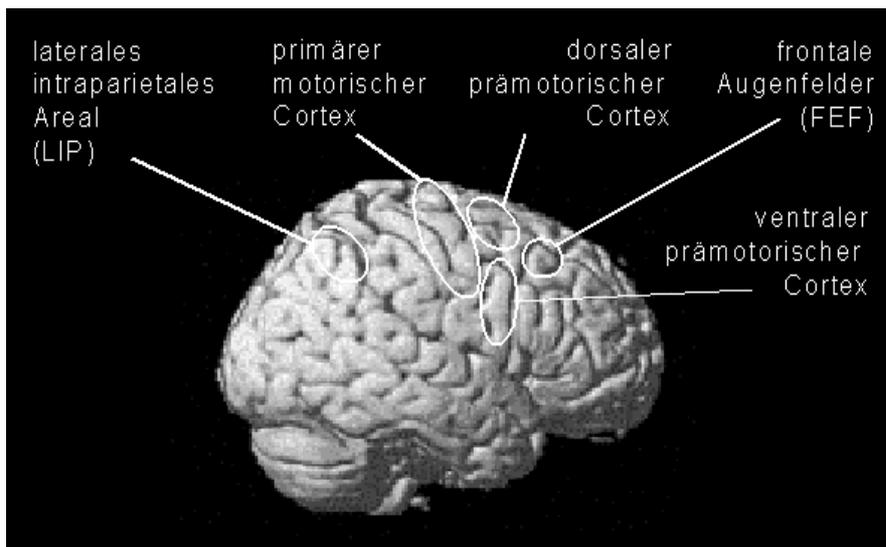


Abbildung 4. Laterales intraparietales Areal (LIP) im parietalen Cortex, frontales Augenfeld (engl.: frontal eye fields, FEF), dorsaler prämotorischer Cortex, ventraler prämotorischer Cortex (Abbildung erstellt nach Cohen & Andersen, 2002 und Nieder, 2005).

## 2.2 Die kognitive Neurowissenschaft sozialen Erlebens

Um die neuronalen Grundlagen von Entscheidungsprozessen in sozialen Interaktionen zu verstehen, kann es nicht genügen, allgemeine Erkenntnisse zur Neurophysiologie von Entscheidungsprozessen zu sammeln. Darüber hinaus ist ein ausführlicher Wissensstand im Bereich der Neurowissenschaft des sozialen Erlebens unabdingbar. Dieser soll in den folgenden Kapiteln zusammengestellt werden.

Die sozial-kognitive Neurowissenschaft ist ein interdisziplinäres Feld, hervorgegangen aus der Vereinigung der klassischen kognitiven Neurowissenschaft und der Sozialpsychologie (Adolphs, 2003; Lieberman, 2007). Die *klassische* kognitive Neurowissenschaft nimmt an, dass eine Beschreibung *eines* prototypischen Gehirns ausreicht, um ein Verständnis des Verhaltens *aller* Menschen zu gewinnen. In dieser Forschungstradition stehen die Mehrheit der oben aufgeführten Befunde zu den Grundlagen von Bewertungen, Konfliktverarbeitung und kognitiver Kontrolle in der Entscheidungsfindung. Dieser Ansatz ignoriert dabei aber, dass Menschen zumeist ihr ganzes Leben in Anwesenheit von Mitmenschen verbringen.

Die *sozial-kognitive* Neurowissenschaft zeichnet dagegen die Grundannahme aus, dass Gehirne nicht in Isolation existieren und Wahrnehmung, Entscheidung und Reaktion deshalb immer auch in Abhängigkeit vom sozialen Umfeld betrachtet werden sollten (Cacioppo & Bernston, 2004). So wird z.B. heute von vielen Anthropologen angenommen, dass gerade die Unterschiede zwischen den Gehirnen von Menschen und Primaten (Affen und Menschenaffen) darauf zurückgehen, dass sich im Laufe der Evolution ein immer feineres, komplexeres Sozialverhalten mit differenzierten Regeln des Miteinanders und Kommunizierens etabliert hat (Brothers, 1996; Brüne, 2007; Dunbar, 2003; Dunbar & Shultz, 2007).

Der Forschungsansatz der sozial-kognitiven Neurowissenschaft versucht deshalb, auch den Einfluss von sozialen Faktoren auf das Verhalten zu verstehen, d.h. die kognitiven Prozesse und die zugrundeliegenden neuronalen und hormonellen Mechanismen in ihrer sozialen Einbettung zu beschreiben (C. D. Frith & Singer, 2008). Diese Forschung wird häufig auf mehreren Ebenen gleichzeitig durchgeführt: Beobachtungen des Verhaltens (mittels Reaktionszeitmessungen und Fragebögen) werden in Beziehung zu Beschreibungen der neuronalen Aktivierungen oder Untersuchungen des autonomen Nervensystems (z.B. Hautleitfähigkeit und Herzratenvariabilität) gesetzt. Um

die Vielzahl und Komplexität der Forschungsthemen in diesem Bereich überschaubar zu halten, soll hier eine Unterteilung in vier Bereiche vorgenommen werden: Die Wahrnehmung sozialer Stimuli, die Interpretation sozialer Stimuli, soziale Bindung und sozial-moralische Dilemmata.

## 2.2.1 Die Wahrnehmung sozialer Stimuli:

### Biologische Bewegung und Gesichtsausdrücke

In ihrer Frühphase fokussierte die sozial-kognitive Neurowissenschaft hauptsächlich auf eine Beschreibung der neuronalen Grundlagen sozialer Wahrnehmung (Adolphs, Tranel & Damasio, 1998; K. N. Ochsner & Lieberman, 2001). Gemeint sind damit die Informationsaufnahme und die Anfangsstadien der Informationsverarbeitung, welche im weiteren Verlauf einer Analyse der Eigenschaften und Absichten anderer Individuen dient. Die Befunde von Einzelzellableitungen an Affen und bildgebenden Studien an Menschen legen nahe, dass der Cortex in und um den superioren temporalen Sulcus (STS; Abbildung 5) - und dabei zumeist der *posterioren* Anteile des STS (pSTS) - eine entscheidende Komponente dieses Wahrnehmungssystems ist (Allison, Puce & McCarthy, 2000).

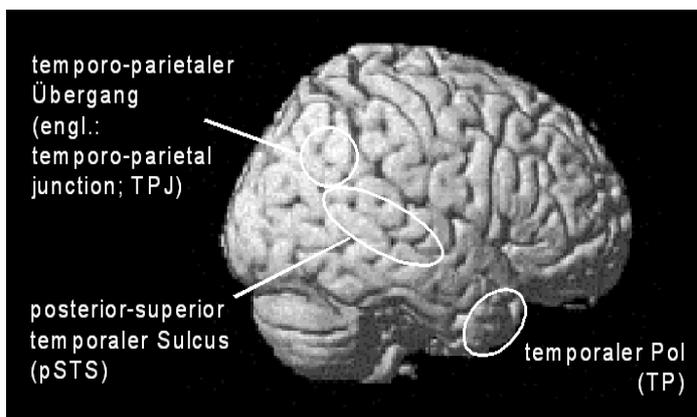


Abbildung 5. TPJ, pSTS und temporaler Pol (Abbildung erstellt nach Saxe, 2006; Saxe et al., 2004; Singer 2009 und Puce & Perrett 2003).

Die pSTS-Region wird durch die Beobachtung von Augenbewegungen, Mundbewegungen, Hand- und Körperbewegungen (Puce & Perrett, 2003), Blickbewegungen und Blickrichtungswechsel (Itier & Batty, 2009; Pelphrey, Singerman, Allison & McCarthy, 2003) und auch beim Deuten von Zeichensprache sowie

Lippenlesen (Calvert, Bullmore, Brammer, Campbell, Williams, McGuire, Woodruff, Iversen & David, 1997) aktiviert, was eine spezifische Rolle des Areals bei der Bedeutungsanalyse biologischer Bewegung nahe legt. Sogar eine Wahrnehmung der klassischen Johansson-Lichtpunkt-Bewegungen, bei denen eine sich im dunklen Raum bewegend Person lediglich durch an ihren Gelenken befestigten Lichtpunkten erkennbar wird (Johansson, 1973), aktiviert den pSTS.

Über die basale Aufmerksamkeit auf soziale Stimuli hinaus finden sich auch Hinweise, dass diese Region bei einer weitergehenden, kontextabhängigen Analyse der Absichten, die hinter den konkreten Handlungen anderer Menschen stehen, beteiligt ist (Blakemore & Decety, 2001; Pelphrey, Morris & McCarthy, 2004; Pelphrey, Morris, Michelich, Allison & McCarthy, 2005).

Aufgrund all dieser Befunde erscheint der Vorschlag plausibel, dass die Funktion des pSTS darin besteht, komplexe soziale Signale zu dekodieren (zum Beispiel Intentionen zu erschließen) und dadurch angemessenes soziales Verhalten durch die Weitergabe von Informationen an limbische, frontale und parietale neuronale Systeme zu ermöglichen (Puce & Perrett, 2003; Saxe, Xiao, Kovacs, Perrett & Kanwisher, 2004).

Diese Schlussfolgerung wird auch durch Studien gestützt, die sich mit der menschlichen Fähigkeit zur Imitation beschäftigen: Hier wird ebenfalls eine Aktivierung von pSTS bei gegenseitiger Imitation von einfachen Handlungen (Finger- und Handbewegungen) - sowohl bei der Ausführung einer beobachteten Handlung als auch bei dem Anblick, dass die eigene Handlung imitiert wird - berichtet (Decety, Chaminade, Grezes & Meltzoff, 2002; Meltzoff & Decety, 2003).

Aufmerksamkeit erzeugten auch Forschungsarbeiten speziell zur Wahrnehmung von Gesichtern. In diesen Studien zeigt sich neben dem oben beschriebenen Areal pSTS die Aktivierung einer Region im Fusiform-Gyrus, die auf die Wahrnehmung von Gesichtern spezialisiert zu sein scheint. Aus diesem Grund wird die Region von den Autoren auch als *fusiform face area* (FFA) bezeichnet (Kanwisher, McDermott & Chun, 1997). Die Forschergruppe um Ray Dolan untersucht, wie Gesichtswahrnehmung und Einschätzung der Vertrauenswürdigkeit eines Gegenübers zusammenhängen (Winston, Strange, O'Doherty & Dolan, 2002): Probanden betrachten im fMRT-Scanner liegend Gesichter auf einem Computerbildschirm und schätzen deren Vertrauenswürdigkeit oder Alter ein. Die Wissenschaftler berichten eine Korrelation der Aktivität im rechten pSTS während der expliziten Vertrauenswürdigkeitseinschätzung in dem Sinne, dass die Aktivität umso höher ist, je vertrauenswürdiger ein Gesicht eingeschätzt wird.

## 2.2.2 Die Interpretation sozialer Stimuli

Nachdem soziale Reize wahrgenommen werden, sind sie der individuellen Interpretation zugänglich. Zahlreiche Studien widmen sich den neuronalen Grundlagen eines Verständnisses der physischen oder psychischen Zustände des Gegenübers. Laut der aktuellen neurowissenschaftlichen Forschung ist anzunehmen, dass es mindestens drei Hauptsysteme gibt, die dazu beitragen, dass Menschen andere Individuen verstehen können (Singer, 2006): Die Fähigkeit, Absichten und Handlungsziele aus Bewegungen abzuleiten (System der Spiegelneurone, s.u.), die Fähigkeit, sich die Überzeugungen und Gedanken anderer Menschen zu erschließen (*Theory of Mind*, kurz ToM; s.u.) und die Fähigkeit, sich in die Gefühle anderer Menschen hineinzuversetzen (Empathie, s.u.).

Im tatsächlichen Erleben des Menschen gehen ToM und Empathie oft eng miteinander einher, aber Studienergebnisse an Patienten mit Störungen des Sozialverhaltens legen nahe, dass dies tatsächlich zwei distinkte Fähigkeiten sind, die auf unterschiedlichen neuronalen Kreisläufen aufbauen: So zeigen Patienten mit autistischen Störungen oft Defizite in der kognitiven Perspektivenübernahme (Amaral, Schumann & Nordahl, 2008; Sodian, 2007), während Psychopathen sehr gut darin sind, die Absichten Anderer zu erkennen und dementsprechend das Verhalten Anderer zu manipulieren (Yang & Raine, 2008). Auf der anderen Seite fehlt es den Psychopathen - und nicht den Autisten - an Empathie, was ein Grund für ihr antisoziales Verhalten sein könnte (Singer, 2009).

### 2.2.2.1 Spiegelneurone

Eine Richtung neurowissenschaftlicher Forschung beschäftigt sich mit der Fähigkeit, die Absichten und Ziele anderer Menschen dadurch zu verstehen, indem ihre Handlungen beobachtet werden. Hier spielt die folgende Entdeckung eine große Rolle: Neurone im prämotorischen Cortex von Makaken-Affen feuern sowohl dann, wenn der Affe eine Handbewegung selbst ausführt, als auch dann, wenn er beobachtet, wie ein anderer Affe oder Mensch dieselbe Handbewegung macht (Gallese, Fadiga, Fogassi & Rizzolatti, 1996; Rizzolatti, Fadiga, Gallese & Fogassi, 1996). Diese von den Autoren *mirror neurons* (deutsch: *Spiegelneurone*) getauften Cortexareale waren der erste Hinweis auf einen Hirnmechanismus, der beides - die 'innere Welt' des Individuums aber auch die 'innere Welt' des Gegenübers - repräsentiert (Rizzolatti & Craighero, 2004).

Seit der Entdeckung der Spiegelneurone haben auch verschiedene bildgebende Studien an Menschen eine ähnliche Verbindung zwischen der Wahrnehmung und Ausführung von motorischen Handlungen nachgewiesen (Grezes & Decety, 2001). Während manche Autoren daraufhin den Spiegelneuronen eine allgemeine Funktion in der sozialen Kognition - also über die Wahrnehmung von Bewegungsabsichten des Anderen hinaus - zuschrieben (Gallese, Keysers & Rizzolatti, 2004; Iacoboni, Molnar-Szakacs, Gallese, Buccino, Mazziotta & Rizzolatti, 2005), nehmen andere an, dass diese umfassende Interpretation der Daten zu weit geht. Danach helfen Spiegelneurone zwar einfache und beobachtbare Handlungsziele zu entschlüsseln, jedoch nicht, abstrakte Überzeugungen Anderer abzuleiten, wie das bei Theory of Mind (s.u.) der Fall ist (Saxe, 2005).

### 2.2.2.2 Neuronale Grundlagen von 'Theory of Mind'

*Theory of Mind* (ToM) beschreibt die Fähigkeit, richtige Einschätzungen der Überzeugungen, Absichten und Wünsche anderer Menschen zu treffen - es handelt sich also um die Repräsentation der *mental*en Zustände einer anderen Person, oft als *Mentalisieren* oder *kognitive Perspektivenübernahme*, umgangssprachlich auch als *Gedankenlesen* bezeichnet (Förstl, 2007). In den 80er Jahren wuchs das Interesse von Entwicklungspsychologen daran, ab welchem Stadium der Kindheitsentwicklung sich ToM-Fertigkeiten einstellen (Sodian, 2007). Eine klassische Aufgabe zur Prüfung von ToM ist die *false-belief-task* (Wimmer & Perner, 1983). In dieser Aufgabe wird sinngemäß die folgende Geschichte erzählt:

*Maxi hat Schokolade. Sie legt diese in den blauen Schrank. Maxi verlässt den Raum. Dann kommt ihr Vater herein und nimmt die Schokolade aus dem blauen Schrank. Er legt sie in den grünen Schrank. Maxi kommt zurück, um die Schokolade zu holen. Wo wird Maxi nach der Schokolade suchen?*

Ein Kind, das angibt, dass Maxi im blauen Schrank suchen wird, hat begriffen, dass Maxi dies aufgrund einer *falschen Überzeugung* macht. Eine große Anzahl von Studien, die diese oder abgewandelte Formen der Geschichte einsetzen, kommen zu dem Schluss, dass Kinder gewöhnlich erst ab einem Alter von vier Jahren in der Lage sind, falsche Überzeugungen zuzuschreiben (U. Frith & Frith, 2003). Mit fünf Jahren sind 90%

aller Kinder dazu in der Lage, mit sechs Jahren alle Kinder. Autistische Kinder hingegen haben in diesen Alterstufen sehr große Schwierigkeiten mit dem Mentalisieren.

Bildgebungsstudien, die ToM an Erwachsenen untersuchen, verwenden verschiedene Paradigmen. In einer frühen Studie mit Positronen-Emissions-Tomographie (PET) spielen die Probanden eine Version des Kinderspiels *Schere-Stein-Papier* abwechselnd mit einem menschlichen Mitspieler oder mit dem Computer (Gallagher, Jack, Roepstorff & Frith, 2002). Beim Vergleich beider Spielbedingungen zeigt sich, dass der mediale präfrontale Cortex (MPFC; Abbildung 6), beim Spiel gegen Menschen, denen eine absichtsvolle Strategie unterstellt wird, mehr aktiv ist.

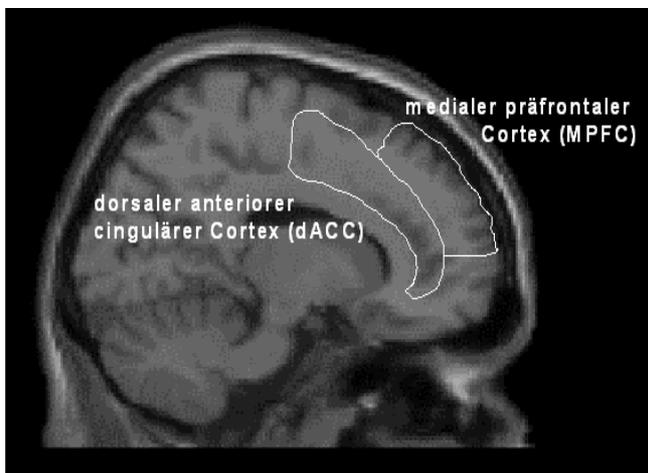


Abbildung 6. Dorsaler anteriorer cingulärer Cortex und medialer präfrontaler Cortex (Abbildung erstellt nach Singer 2009 und Mansouri et al. 2009).

In anderen Studien werden den Probanden im fMRT-Scanner Geschichten erzählt - entweder anhand von Texten, bewegten Formen oder Cartoons - und die Versuchspersonen müssen sich die Absichten, Überzeugungen und Wünsche der Protagonisten in den Geschichten erschließen (Amodio & Frith, 2006; Fletcher, Happe, Frith, Baker, Dolan, Frackowiak & Frith, 1995; Gallagher & Frith, 2003). Solche Studien zeigen übereinstimmend, dass bei der Bearbeitung von ToM-Aufgaben ein Netzwerk aktiviert wird (siehe Abbildungen 5 und 6), das aus dem posterioren superioren temporalen Sulcus (pSTS) und dessen Ausdehnung in die temporoparietale Verbindung (engl.: *temporoparietal junction*, kurz *TPJ*), dem MPFC und manchmal auch dem temporalen Pol besteht (C.D. Frith & Frith, 2006; Meyer-Lindenberg, 2007; Mitchell, Mason, Macrae & Banaji, 2006; Newen & Vogeley, 2007).

Zu den speziellen Funktionen dieser Areale werden unterschiedliche Hypothesen vorgeschlagen. So könnte der MPFC - welcher Repräsentationen der angemessenen

Lösungen sozialer Aufgaben liefert - eine top-down Kontrolle über den pSTS - welcher mit der Analyse basaler sozialer Signale beschäftigt ist - ausüben (C.D. Frith & Frith, 2006). Das würde bedeuten, dass Aktivität im pSTS sich eher auf die Eigenschaften des Stimulusmaterials bezieht und Aktivität im MPFC eher mit den Bewertungen der Versuchspersonen in Zusammenhang steht.

Dagegen schlägt Rebecca Saxe vor (Saxe, 2006; Saxe & Powell, 2006), dass sich allgemeine und grundlegende Konzepte sozialer Kognition vermutlich ontologisch eher entwickeln und auf Funktionen des MPFC beruhen, während abstrakte Konzepte (wie *Überzeugungen*) erst später in der individuellen Entwicklung auftreten und mit Aktivierungen der TPJ und des pSTS assoziiert sind. Für diese Interpretation würde sprechen, dass bei der Bearbeitung von ToM-Aufgaben die Aktivierung des pSTS bei Erwachsenen stärker ausgeprägt ist als bei Adoleszenten (Blakemore, den Ouden, Choudhury & Frith, 2007).

Die Spezifizierung der genauen Beiträge der einzelnen Regionen ist gegenwärtig Gegenstand intensiver Forschung und Debatte. In der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, hierzu einen Beitrag zu leisten.

### **2.2.2.3 Neuronale Grundlagen von Empathie**

Nach der Definition von de Vignemont und Singer liegt Empathie dann vor, wenn ein Mensch (a) sich in einem Gefühlszustand befindet, der (b) mit dem Gefühlszustand einer anderen Person übereinstimmt und (c) durch die Beobachtung oder die Vorstellung des Gefühlszustandes der anderen Person erzeugt wurde (de Vignemont & Singer, 2006). Ein weiteres Kriterium ist, dass der betreffende Mensch weiß, dass seine Empathie durch den Gefühlszustand der anderen Person hervorgerufen wurde. Punkt (a) grenzt Empathie generell von der oben beschriebenen ToM ab, d.h. eine mentalisierende Person muss nicht zwingend auch emotional involviert sein.

Die neuronale Grundlage der Fähigkeit des Menschen, die Stimmungen und Gefühle von anderen Menschen zu verstehen, wurde mittlerweile ausführlich untersucht (Decety & Lamm, 2006). Dabei zeigt sich, ähnlich wie bei dem oben beschriebenen Spiegelneuronen-System für motorische Handlungen, dass die Hirnregion der anterioren Insula (Abbildung 7) - ein wichtiger Teil des Systems interozeptiver Wahrnehmung (Craig, 2009; Critchley, Wiens, Rotshtein, Ohman & Dolan, 2004) - sowohl aktiviert ist, wenn eine Person selbst ekelerregenden Geruch oder Geschmack wahrnimmt als auch

wenn sie jemand anderen dabei beobachtet, wie er einen angeekelten Gesichtsausdruck während solcher Wahrnehmungen zeigt (Jabbi, Swart & Keysers, 2007; Wicker, Keysers, Plailly, Royet, Gallese & Rizzolatti, 2003).

Andere Studien zum Thema Empathie nutzen Schmerzstimulationen in ihren Forschungsparadigmen. So rekrutierten Forscher zum Beispiel Paare und erhoben die Hirnaktivität des weiblichen Partners, während schmerzvolle Stimulationen entweder dieser Versuchsperson selbst verabreicht wurden oder die Frauen per Video zusahen, wie ihr Partner die Schmerzapplikation erhält (Singer, Seymour, O'Doherty, Kaube, Dolan & Frith, 2004).

Die Befunde zeigen, dass einige Teile der sogenannten Schmerz-Matrix (Craig, 2003) - also Hirnregionen, die an der Verarbeitung von Schmerz beteiligt sind - in beiden Situationen aktiv werden. Diese Regionen sind die bilaterale anteriore Insula (AI), der anteriore cinguläre Cortex (ACC) (Abbildungen 7 und 6), der Hirnstamm und das Kleinhirn. Besonders AI (Singer, Critchley & Preusschoff, 2009) und ACC scheinen daran beteiligt zu sein, die emotionale Komponente des Schmerzes zu verarbeiten - sie kodieren offensichtlich, wie unwohl sich die Versuchsperson bei der Schmerzempfindung fühlt, damit diese Information zur Handlungsteuerung eingesetzt werden kann. Dieses Netzwerk wird ebenso aktiviert, wenn Versuchspersonen sehen, wie einer ihnen unbekanntem aber sympathischen Person Schmerz zugefügt wird (Singer, Seymour, O'Doherty, Stephan, Dolan & Frith, 2006), wenn Versuchspersonen sich Videos mit Körperteilen in schmerzhaften Stellungen ansehen (Jackson, Meltzoff & Decety, 2005), wenn sie schmerzverzerrte Gesichtsausdrücke erblicken (Lamm, Fischer & Decety, 2007; Lamm, Porges, Cadoppe & Decety, 2008) oder Hände, die mit Nadeln gestochen werden (Morrison & Downing, 2007).

Aus den zahlreichen Befunden, dass überlappende neuronale Schaltkreise die eigenen Wahrnehmungen und beobachtete Gefühlszustände kodieren, lässt sich schließen, dass das Gehirn die Repräsentationen der eigenen Empfindungen nutzt, um Vorgänge, die andere Personen gerade bewegen, zu erschließen - was den Kern von Empathie darstellt (Singer, 2009). Durch Empathie - die affektive Verbindung zwischen dem Selbst und den Anderen - wird es möglich, Informationen über zukünftige Handlungen von anderen Menschen aus dem Gesehenen abzuleiten. So entsteht effektive soziale Kommunikation und die Neigung zu kooperativem und prosozialem Verhalten wächst (Batson, 1991; de Vignemont & Singer, 2006).

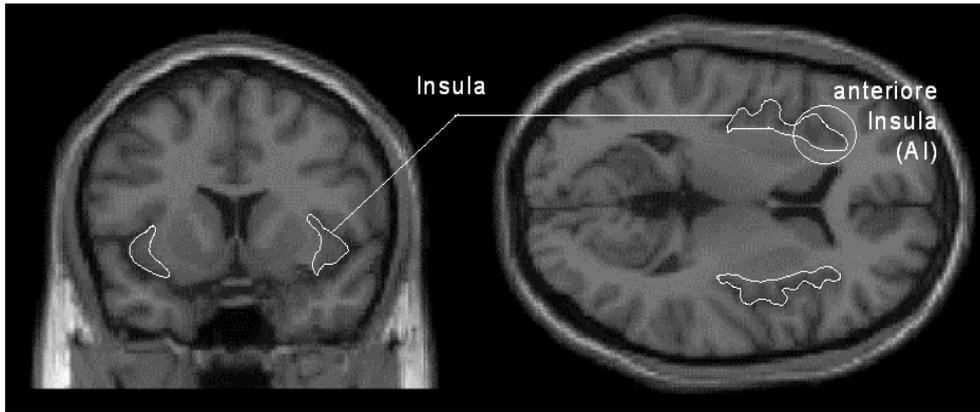


Abbildung 7. Insula und, als Teil davon, die anteriore Insula (Abbildung erstellt nach Craig, 2009).

### 2.2.3 Liebe und 'sozialer Schmerz'

Einige Forschungsgruppen wagen sich sogar an das Thema 'Liebe' heran und versuchen, die neurophysiologischen Grundlagen dieses umfassenden Bereiches zu beschreiben. Hier wird besonders deutlich, wie Forscher ein relativ komplexes Thema studieren, indem sie einfache, in einer fMRT-Untersuchung realisierbare, Paradigmen entwerfen.

Zur Untersuchung romantischer Liebe werden zum Beispiel sehr verliebten Versuchspersonen entweder Bilder ihrer Partner oder guter Freunde präsentiert (Bartels & Zeki, 2000). Im Vergleich zum Betrachten von Freunden findet sich eine Mehraktivierung in der mittleren Insula (Abbildung 7), dem dACC (Abbildung 6), dem Nucleus Caudatus und dem Putamen (Abbildung 1) beim Anblick der geliebten Person.

Die selben Wissenschaftler untersuchen einige Jahre später die neuronalen Korrelate von mütterlicher Liebe, indem sie Müttern Bilder der eigenen und fremder Kinder präsentieren (Bartels & Zeki, 2004). Wieder zeigen sich ähnliche Aktivierungsmuster beim Betrachten der eigenen Kinder: Mittlere Insula, dACC, Nucleus Caudatus, Putamen und außerdem Thalamus, lateraler orbitofrontaler Cortex und Substantia Nigra.

Unbedingte Liebe - also Zuneigung, die ohne Vorbedingungen erbracht wird und keine Gegenleistung verlangt - wird in einer Studie von Beauregard und Kollegen untersucht (Beauregard, Courtemache, Paquette & St-Pierre, 2009). Hier werden die Versuchspersonen aus ehrenamtlichen Mitarbeitern eines Hilfsprojektes rekrutiert, welche man auffordert, einigen in Form von Bildern dargebotenen Individuen unbedingte Liebe entgegenzubringen, während die Versuchspersonen andere Individuen neutral betrachten sollen. Mehraktivierungen beim Betrachten mit unbedingter Liebe im Vergleich zum

neutralen Ansehen finden sich im rechten Ncl. Caudatus (Abbildung 1), dem rechten globus pallidus, dem rechten periäquadralkalen Grau, der linken ventral-tegmentalen Area, dem dACC (Abbildung 6), dem superior parietalen Lappen beidseits und der rechten und linken Insula (Abbildung 7).

An den gerade dargestellten Untersuchungen wird besonders deutlich, dass man als Leser von fMRT-Forschungsergebnissen immer auch den Anspruch, den eine Studie hat, z.B. die Beschreibung der neuronalen Korrelate von *Liebe*, und andererseits das Studiendesign, welches die Studie tatsächlich verwendet - z.B. die Darbietung von Bildern von Geliebten - im Blick haben muss. Inwieweit die Betrachtung von Bildern des geliebten Partners das abbildet, was man gemeinhin als *Liebe* bezeichnet, lässt sich zumindest kontrovers diskutieren.

Dem Gegenstück zum Gefühl der Liebe, nämlich den Empfindungen beim Ausschluss aus der sozialen Gemeinschaft (*Ächtung*, engl.: *ostracism*), widmet sich die Forschungsgruppe um Naomi Eisenberger und Matthew Lieberman. In einem einfachen Versuch spielt der Proband im fMRT-Scanner mit zwei weiteren Versuchspersonen Ball. Diese Mitspieler werden als real vorgestellt, sind es in Wahrheit jedoch nicht. Die beiden Anderen sind auf dem Bildschirm als sich bewegende Männchen dargestellt und die Aufgabe der Versuchsperson im Scanner besteht lediglich darin, den Ball, wenn er ihr zugeworfen wurde, an einen der beiden Mitspieler weiterzuspielen (Eisenberger, Lieberman & Williams, 2003). Das Spiel ist so programmiert, dass die Mitspieler die Versuchsperson zunächst in das Spiel einbeziehen. Nach einer bestimmten Zeit jedoch beginnen die beiden anderen Spieler, den Probanden im fMRT-Scanner aus dem Ballspiel auszugrenzen: Sie werfen ihm den Ball nicht mehr zu.

Die meisten Teilnehmer an der Studie fassen diesen Ausschluss aus dem Spiel als intendierten, feindseligen Akt auf und geben an, dass sich dadurch ihre Stimmung verschlechtert hat. Kurz: Sie sind verärgert. Wird das individuell berichtete Ausmaß dieser Verstimmung mit der Hirnaktivität in Beziehung gesetzt, so zeigt sich, dass der dACC während des sozialen Ausschlusses umso aktiver ist, je mehr die Versuchsperson den Ausschluss als belastend empfindet (siehe Abbildung 8).



Abbildung 8. Hirnregion (dACC), deren Aktivität während des Ausschlusses aus dem sozialen Spiel mit dem Gefühl der Frustration einer Versuchsperson korreliert. (Abbildung übernommen von Eisenberger et al., 2003; Bildstörung (waagerechte Linie in der Mitte) im Original nicht erkennbar, aber durch den Bildtransfer sichtbar).

Naomi Eisenberger und ihre Kollegen entwickeln eine Interpretation dieser Befunde (Lieberman & Eisenberger, 2006), in der sie auf die Rolle des dACC bei physischem Schmerz verweisen (Craig, 2003; Hutchinson, Davis, Lozano, Tasker & Dostrovsky, 1999) und daraus ableiten, dass sich die Funktion des Areals im Laufe der Evolution vermutlich auf das für Menschen wichtige Gefühl des *sozialen Schmerzes* - der Empfindung, aus der sozialen Gruppe ausgeschlossen zu sein - erweitert hat (Eisenberger, Jarcho, Lieberman & Naliboff, 2006; Eisenberger & Lieberman, 2004).

Sie stützen diese Interpretation mit linguistischen Befunden (in vielen Sprachen wird soziales Leid mit Worten physischen Schmerzes beschrieben, so z.B. *ein gebrochenes Herz*), psychopharmakologischen Tatsachen (Medikamente gegen Depression und sozialen Stress wirken auch gegen chronische Schmerzen) und neurophysiologischen Gegebenheiten (der ACC hat die höchste Dichte an Opiatrezeptoren im Gehirn).

Auch neurochirurgische Befunde deuten auf die Rolle des dACC bei der Verarbeitung schmerzlicher Reize hin: Wenn bei Patienten der dACC entfernt wird, so fühlen sie danach den Schmerz zwar noch, empfinden ihn aber nicht mehr als so belastend. Weiterhin verweisen die Autoren auf Studien mit nichtmenschlichen Säugetieren, welche zeigen, dass der dACC am Erleben der Trennungsangst bei Jungtieren (Trennung vom Muttertier) beteiligt ist und an der Produktion derjenigen Laute, die ein Jungtier in diesem Fall ausstößt, um den Kontakt zur Mutter wiederherzustellen. Eine selektive Zerstörung des Areals unterbindet diese Rufe, wogegen elektrische Stimulation

des dACC bei den Tieren die Trennungsangst-Rufe auch dann hervorruft, wenn die Tiere gar nicht wirklich isoliert sind.

Schließlich gelingt es der Forschergruppe um Naomi Eisenberger, eine Verbindung zwischen sozialer Unterstützung und neuroendokriner Stressreaktion aufzuzeigen (Eisenberger, Taylor, Gable, Hilmert & Lieberman, 2007). Versuchspersonen, die in einer festgelegten Zeitspanne mehr unterstützende Sozialkontakte erleben, weisen eine geringere Konzentration des Stresshormons Cortisol während der oben beschriebenen Ballspiel-Aufgabe auf. Darüber hinaus steht größere soziale Unterstützung mit einer verminderten Aktivierung des dACC in Beziehung. Schließlich zeigen die Autoren, wie die individuellen Unterschiede in der Reaktivität des dACC die Beziehung zwischen sozialer Unterstützung und niedriger Cortisolproduktion vermitteln.

#### **2.2.4 Moralische Dilemmata**

Ein weiterer, relativ junger Zweig der sozial-kognitiven Neurowissenschaft beschäftigt sich mit moralischem Denken. Hier werden die Versuchspersonen mit moralischen Dilemmata konfrontiert, also Situationen, in denen alle möglichen Lösungen für ein gegebenes ethisches Problem mit unangenehmen Konsequenzen verbunden sind (Greene, Sommerville, Nystrom, Darley & Cohen, 2001).

In diesen Studien zeigt sich, dass die Aktivität in den oben schon vorgestellten Hirnregionen dACC und DLPFC mit der Schwere der moralischen Dilemmata steigt (Greene, Nystrom, Engell, Darley & Cohen, 2004; Raine & Yang, 2006). Die Befunde werden häufig so interpretiert, dass beide Regionen, ähnlich wie bei Entscheidungen zwischen nicht-moralischen Wahloptionen (s. Kapitel 2.1.3, S.21ff.) auch bei moralischen Bewertungen die neuronale Basis für kognitiven Konflikt (dACC) und der Kontrolle dieses Konfliktes (DLPFC) darstellen.

Eine andere Forschergruppe untersucht moralische Urteile anhand einer Bewertung von Aussagen als richtig oder falsch und zeigt, dass bei moralischen Urteilen im Vergleich zu neutralen Urteilen der mediale orbitofrontale Cortex, der temporale Pol und der pSTS aktiviert werden (Moll, Oliveira-Souza, Bramati & Grafman, 2002).

Ein weiterer Weg, moralische Beurteilungen zu untersuchen, führt über die Induktion und Kontrolle von Vorurteilen (Ambady, Chiao, Chiu & Deldin, 2006; Ito, Urland, Willadsen-Jensen & Correll, 2006): Die Darbietung von Gesichtern von Menschen mit schwarzer oder weißer Hautfarbe und eine damit verbundene Messung von

Vorurteilen ergibt, dass wiederum dACC und DLPFC daran beteiligt sind, wenn unangemessene Reaktionen - also Verhalten im Sinne des Vorurteils - unterdrückt werden müssen (Cunningham, Johnson, Raye, Gatenby, Gore & Banaji, 2004; Cunningham & Zelazo, 2007).

In einer Studie entscheiden die Versuchspersonen, wie stark andere Menschen (*Angeklagte*) für moralische Vergehen bestraft werden sollen. Auch hier zeigt sich der rechte DLPFC bei den *Richtern* (Versuchspersonen) aktiver, wenn die Angeklagten selbst für ihr Vergehen verantwortlich waren als wenn sie im Affekt handelten oder unbeabsichtigt Schuld auf sich luden (Buckholtz, Asplund, Dux, Zald, Core, Jones & Marois, 2008; Haushofer & Fehr, 2008). Auch dieser Befund spricht dafür, dass die Rolle des DLPFC bei moralischen Konflikten darin besteht, vorschnelle Impulse zu hemmen, um eher rational angemessene als emotionale Entscheidungen zu treffen.

### **2.3 Soziale Neuroökonomie**

Der Ansatz, der im experimentellen Teil der vorliegenden Arbeit verfolgt wird - die Untersuchung und Beschreibung der neuronalen Grundlagen von individuellen Entscheidungen in wohlwollenden sozialen Interaktionen - lässt sich am besten dem Forschungsfeld *Soziale Neuroökonomie* (Fehr & Camerer, 2007) zuordnen. In diesem noch jungen Wissenschaftsbereich wird menschliches Entscheidungsverhalten in sozialen Interaktionen anhand einer Kombination spieltheoretischer Experimente mit modernen psychologischen und neurowissenschaftlichen Methoden untersucht (Krueger, Grafman & McCabe, 2008).

Ziel dieses Ansatzes ist eine differenzierte Beschreibung der Mechanismen, mit denen Menschen die Entscheidungen anderer Personen in sozialen Kontakten bewerten und wie dies wiederum ihr eigenes Verhalten beeinflusst (Fehr, Fischbacher & Kosfeld, 2005; Sanfey, 2007b). Die Beschreibung von Beziehungen zwischen beobachtbarem Verhalten und psycho-physiologischen Maßen einer Versuchsperson, wie zum Beispiel der Hirnaktivität, der Hautleitfähigkeit, der Herzratenvariabilität oder der bei Stress vom Körper produzierten Hormone ist dabei ein fundamentaler Bestandteil (Rustichini, 2009) und bietet im besten Fall neue Möglichkeiten, bisher auf Verhaltensebene widersprüchliche Befunde zu erklären (Houser & McCabe, 2009; V. L. Smith, 2009). Zum Beispiel entspricht das tatsächliche Verhalten von Versuchspersonen oft nicht den Vorhersagen der klassischen Spieltheorie (s.u.) - hier könnte die Kombination aus

neuronalen und psychologischen Beschreibungen eine bessere Passung von Vorhersagen und Verhaltensdaten ermöglichen. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass die neurowissenschaftliche Perspektive wichtige biologische Voraussetzungen und Einschränkungen für die beteiligten Prozesse aufzeigt (Sanfey & Dorris, 2009).

Wie im Folgenden dargestellt, überschneiden sich die Hirnaktivitäten von komplexem sozialen Entscheidungsverhalten stark mit den oben aufgeführten Befunden zu fundamentalen Hirnprozessen bei z.B. Belohnung, Impulskontrolle und Schmerz (Wischniewski, Windmann, Juckel & Brüne, 2009). Eine Kenntnis dieser Elemente des Handelns sollte, so die Hoffnung vieler neuroökonomischer Wissenschaftler, bei der Erstellung besserer Modelle des Entscheidungsverhaltens behilflich sein (Glimcher & Rustichini, 2004).

Die soziale Neuroökonomie ist ein genuin interdisziplinäres Forschungsvorhaben, in dem verschiedene Ebenen der Analyse von Entscheidungsverhalten integriert werden: Die neuronalen Korrelate sozialer Entscheidungen werden erfasst, während die Versuchspersonen Aufgaben bearbeiten, die der Spieltheorie - einem Zweig der experimentellen Ökonomie - entstammen.

Im Folgenden wird deshalb auf die in der Spieltheorie verwendeten Paradigmen und die mit ihnen erbrachten Befunde sowie auf die Hirnmechanismen, die der Bearbeitung experimenteller Spiele zugrunde liegen, eingegangen.

### **2.3.1 Ökonomie als Wissenschaft**

Das Wirken von Adam Smith und seine Abhandlung *Wealth of Nations* im Jahre 1776 wird oft als die Geburt der Ökonomie als Wissenschaft bezeichnet (Glimcher, Camerer, Fehr & Poldrack, 2009). In diesem Werk erklärt er Phänomene, die wichtig sind für das Verständnis menschlichen Wahlverhaltens und die Einbindung dieses Verhaltens in den Markt.

Wie bei Glimcher et al. (2009) weiterhin beschrieben, ist die sich anschließende sogenannte *klassische Periode* der Ökonomie durch die Herausbildung verschiedener Schulen gekennzeichnet, unter anderem derjenigen von John Maynard Keynes. Dieser vertritt die Annahme, dass durch die Identifizierung von Regelmäßigkeiten im Kaufverhalten der Menschen eine Basis für die Finanzpolitik des Staates geschaffen werden kann, mit der es ihm gelingt, ökonomische Schwankungen auszugleichen. Keynes beschreibt dabei Konzepte wie *Konsumneigung* (engl.: *propensity to consume*) oder die

*Tierinstinkte* (engl.: *animal spirits*), welche die Investmententscheidungen von Unternehmern beeinflussen.

Ab den 30er Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts begannen einige Ökonomen, eine mathematische Struktur des Wahlverhaltens von Konsumenten an Märkten zu suchen (Glimcher, Camerer, Fehr & Poldrack, 2009). Dabei stützen sich diese Forscher auf einfache Modelle. Das vielleicht erste und einfachste dieser Modelle ist das *Weak Axiom of Revealed Preference* (WARP), zu deutsch in etwa *schwaches Axiom der offenbarten Präferenz*: Wenn ein Konsument, der eine Auswahl zwischen z.B. einer Orange und einem Apfel trifft, den Apfel wählt, offenbart er eine Präferenz für Äpfel. Aus der Feststellung dieser Präferenz lassen sich, so die Theorie, zukünftige Wahlen vorhersagen: Wenn jemand Äpfel den Orangen vorzieht, dann wird er zu einem späteren Zeitpunkt nicht Orangen wählen, wenn er auch Äpfel haben kann. Solch ein Modell stellt somit Aussagen über den Zusammenhang zwischen nicht beobachtbaren Variablen (*Präferenzen*) und beobachtbarem Verhalten auf.

Im Laufe der Zeit folgten zahlreiche Erweiterungen von WARP, denn Forscher vertraten immer mehr die Meinung, dass man die sehr einfachen axiomatischen Ansätze erweitern müsse, um eine sensitivere, auf Prinzipien der Psychologie beruhende Beschreibungsform von Auswahlverhalten zu formulieren (Camerer, 2003). Diese Gruppe von Forschern nennt sich selbst *Verhaltensökonom*. Sie generieren Modelle, die die Einschränkungen von rationaler Kalkulation, Willensstärke und Eigennutzen formalisieren und deren empirische Implikationen beschreiben. Sie befassen sich zum Beispiel mit Verhalten, das auftritt, wenn der Ausgang der Wahlentscheidung unsicher ist, d.h. wenn der Versuchsperson nur die *Eintretenswahrscheinlichkeiten* bekannt sind - es entsteht die sogenannte *expected utility theory* (EUT) der Wissenschaftler John von Neumann und Oskar Morgenstern im Jahre 1947 (Sanfey, 2007b).

EUT beschreibt, wie sich der Nutzen einer Option aus einer Funktion des Wertes der Konsequenzen, ihrer Eintretenswahrscheinlichkeit und persönlichen Präferenzen des Entscheidenden (z.B. Risikoaversion) ergibt. Von Neumann und Morgenstern legen auch den Grundstein für die Spieltheorie, die sie als eine spezielle Form der EUT ansehen.

In den darauffolgenden Jahren konzentrieren sich viele Ökonomen und Psychologen, darunter Daniel Kahneman und Amos Tversky, auf Paradoxe, die sich durch die klassische EUT nicht erklären lassen. Sie zeigen zum Beispiel, dass *framing* - also die Form, in der identische Auswahloptionen beschrieben werden (einfaches Beispiel hierfür

wäre z.B. ´das Glas ist halb voll´ vs. ´das Glas ist halb leer´), eine Entscheidung beeinflussen kann. Kahneman und Tversky fassten die Abweichungen von der EUT in ihrer Theorie der Wahl bei Unsicherheit zusammen, die sogenannte *prospect theory* (PT). Eine Hauptimplikation der PT ist, dass die Entscheider ihre Entscheidungen immer als Gewinne und Verluste relativ zu einem bestimmten Referenzpunkt sehen und dementsprechend entscheiden und handeln (Fox & Poldrack, 2009).

### 2.3.2 Verhaltensökonomie und Spieltheorie

Als eine Art Gegenströmung zur theoretischen Ökonomie entstand die Verhaltensökonomie und die experimentelle Ökonomie. Arbeiten der Verhaltensökonomie zeichnen sich durch die Grundannahme aus, dass die Verwendung psychologischer *Prinzipien* ökonomische Theorien verbessern kann, während für die experimentelle Ökonomie die Annahme charakteristisch ist, dass psychologische *Methoden* (insbesondere Verhaltensexperimente, aber auch Fragebögen) und die Entdeckung von Beziehungen zwischen beobachtbaren und nicht beobachtbaren Variablen die Testung ökonomischer Theorien verbessern können. Beide Bereiche bedienen sich der Experimente der Spieltheorie (Camerer, 2003).

In der Spieltheorie wird ein Paradigma dadurch spezifiziert, dass es eine bestimmte Anzahl Personen (Spieler) gibt, welche jeweils eine Reihe alternativer Auswahloptionen haben und Entscheidungen treffen müssen (Lee, 2008; Lee & Wang, 2009). Es gibt eine Auszahlungsregel, die jedem Spieler ein bestimmtes Auskommen in Abhängigkeit von der Kombination der Entscheidungen aller Spieler zuweist - der Gewinn eines Spielers hängt also nicht nur von seinen eigenen Entscheidungen ab, sondern auch von den Entscheidungen der Anderen.

Die Spieltheorie verbindet dieses Studium von individuellem Entscheidungsverhalten mit dem Verhalten einer Gruppe von Personen durch einen klar definierten Mechanismus, dem sogenannten *game-tree* (deutsch: *Spiel-Baum*; Beispiele s.u.). In einem *game-tree* wird spezifiziert, welcher Spieler wann am Zug ist, welche Auswahlmöglichkeiten dem Spieler dann zur Verfügung stehen - in Abhängigkeit davon, wie sich die anderen Spieler zuvor entschieden haben - und welche Information die Spieler in den unterschiedlichen Phasen des Spieles haben.

Ebenso ist aus der *Auszahlungsfunktion* (engl.: *payoff-function*) eines Spielbaums ersichtlich, wie die Entscheidungen von verschiedenen Spielern sich auf das individuelle

und gemeinsame *Endauskommen* (engl.: *outcome*) auswirken. Durch den Spielbaum können die Details einer strategischen Interaktion klar und mit möglichst einfacher Sprache beschrieben werden (Camerer, 2009).

Eine derart strukturierte Erforschung von Entscheidungsverhalten zeigt sich auch dann hilfreich, wenn im Zuge der Forschung keine ausführliche mathematische Analyse der Handlungen von Spielern vorgenommen wird. Camerer (2009) betont, dass ein Ziel der meisten Spieltheorien neben der Beschreibung des Spielverhaltens darin besteht, möglichst genaue Vorhersagen bezüglich des eintretenden Verhaltens von Spielern zu treffen. In vielen Fällen geschieht dies durch mathematische Spezifizierung: Modelle sollen erfassen, welche Entscheidungsvariablen bei einem Spieler zu welchem Zeitpunkt im Spiel vorliegen und bestimmen, welche Entscheidung des Spielers sich wahrscheinlich daraus ableitet.

Bei der klassischen Spieltheorie stehen drei Grundannahmen im Zentrum (Fehr, Fischbacher & Kosfeld, 2005; Mayr, Harbaugh & Tankersley, 2009; Sanfey, 2007b; Santos & Chen, 2009):

1. Spieler haben die stabile Präferenz, in allen Situationen eine Maximierung des eigenen Nutzens und Gewinnes anzustreben.
2. Menschen sind mit rationalem, fehlerfreiem Denken ausgestattet, d.h. sie verstehen immer vollkommen, wie ihre aktuellen Präferenzen ausgeprägt sind und lösen jedes Entscheidungsproblem mit Hilfe der Vernunft.
3. Menschen interagieren mit anderen Personen konflikt- und emotionslos: Jeder Mensch ist stets darauf bedacht, im Angesicht der eigenen Möglichkeiten und der Entscheidungen aller anderen Interaktionspartner das Bestmögliche für sich selbst zu erreichen.

Wie Nash formulierte, entsteht durch das Wirken dieser Grundmechanismen Stabilität dadurch, dass die Strategie jedes Spielers die bestmögliche Reaktion auf die Strategien aller anderen Spieler ist (Sally, 2003). Dieser Zustand wird auch als *Nash-Equilibrium* bezeichnet.

Eine weitere grundlegende Annahme der Spieltheoretiker ist, dass Spieler in Abhängigkeit davon handeln, welche Entscheidungen sie von den anderen Spielern erwarten, welche Motive, Präferenzen und Überzeugungen sie den Anderen zuschreiben (Singer & Fehr, 2005). Solche Erwartungen gründen den meisten Theorien zufolge auf einer kognitiven Analyse der gegebenen Struktur des Spieles und einer Bestimmung, was Menschen im Allgemeinen in dieser Situation tun würden (Camerer, 2009).

Wie Houser und McCabe erläutern, wird das Verhalten in spieltheoretischen Experimenten stark von *framing* – also der Art und Weise, wie einer Versuchsperson das Spiel beschrieben wird – beeinflusst (Houser & McCabe, 2009). Ob zum Beispiel das Wort *Gegenüber* oder *Partner*, *Mit-* oder *Gegenspieler* verwendet wird, hat nachweislich eine große Bedeutung.

Ebenso wichtig wie der Mechanismus des framing sind in der Spieltheorie die Konzepte Randomisierung und Anonymität: Die einzelnen Spieler müssen füreinander anonym bleiben und einander zugelost werden (Fehr, 2009).

### **2.3.3 Spieltheoretische Paradigmen: Befunde und neuronale Grundlagen**

Spieltheoretische Experimente lassen sich entsprechend ihres Ablaufes zumeist in zwei Kategorien einteilen (Houser & McCabe, 2009):

- In Spielen mit *strategischer Form* (engl.: *strategic form games*, z.B. *Gefangenendilemma*, s. Kapitel 2.3.3.2; S.50ff.) wählen alle Spieler ihre Handlung gleichzeitig und danach wird offenbart, welche Entscheidung jeder einzelne Spieler getroffen hat – und welches Ergebnis sich damit für jeden Teilnehmer ergibt. Spiele in strategischer Form werden zumeist durch eine *Spiel-Matrix* (s. Abbildung 14, S.55, als Beispiel) schematisiert.
- In Spielen mit *extensiver Form* (engl.: *extensive form games*, z.B. *Ultimatum-Spiel* oder *Vertrauens-Spiel*, s. Kapitel 2.3.3.1 und 2.3.3.2; S.44ff.) werden die Entscheidungen nacheinander getroffen: Einige Spieler erfahren, wie sich andere Mitspieler zuvor entschieden haben und reagieren auf diese vorangegangenen Handlungen. Spiele in extensiver Form werden durch einen Spiel-Baum (s. Abbildung 9 als Beispiel) abgebildet.

Diese Einteilung wird im experimentellen Teil der vorliegenden Arbeit (s. insbesondere Kapitel 3.2.1.1; S.108ff.) bedeutsam sein.

Man kann die Spiele auch in Hinblick auf die durch das Spiel getesteten Merkmale menschlichen Verhaltens kategorisieren (Sanfey, 2007b):

Hier lassen sich ...

- Experimente, in denen es um die mehr oder weniger faire Aufteilung eines Gutes bzw. das Verhandeln über die Auskommen der Beteiligten (engl.: *bargaining behavior*) geht, von ...
- Spielen, in denen das *Vertrauen* von Spielern zueinander im Fokus steht, unterscheiden.

Wieder andere Spiele fokussieren auf ...

- den menschlichen Impuls, Andere für normabweichendes Verhalten zu bestrafen oder die...
- Bereitschaft, uneigennützig Spenden an Bedürftige zu leisten.

Dieser Aufteilung folgend werden in den nächsten Kapiteln die wichtigsten Befunde aus verhaltensökonomischer und neurophysiologischer Perspektive referiert.

### **2.3.3.1 Die Fairness einer Aufteilung: Diktator-Spiel und Ultimatum-Spiel**

Zur Familie der Spiele zum Aufteilungs-Verhalten (engl.: *bargaining behavior*) gehören das Diktator-Spiel und das Ultimatum-Spiel. Sie untersuchen die Tendenz einer Person, fair zu teilen bzw. die Reaktion auf faire oder unfaire Teilungen (Sanfey & Dorris, 2009).

Das Diktator-Spiel (Abbildung 9) testet auf simple Weise die Bereitschaft von Personen, anderen Menschen etwas von einem Guthaben abzugeben. Ein Spieler (*Verteilender*; die englische Bezeichnung dieser Rolle ist *proposer*) entscheidet, wie viel er selbst von einem Ausgangsbetrag bekommt und wie viel ein anderer Spieler erhalten soll. Während der Verteilende uneingeschränkt entscheiden kann, hat der zweite Spieler (*Reagierender*, engl.: *responder*) keine Wahl - er muss nehmen, was ihm der erste Spieler zuteilt.

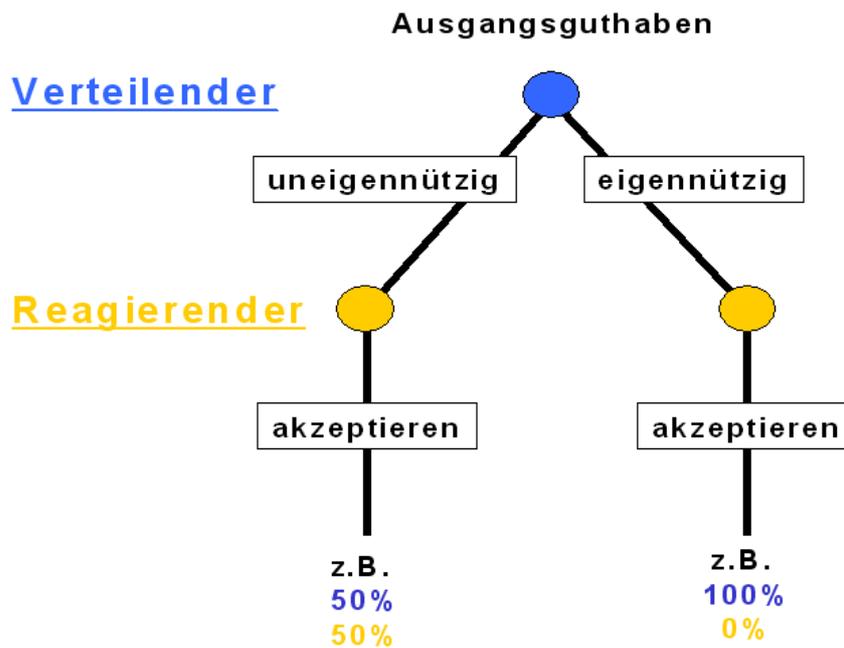


Abbildung 9. Das Diktator-Spiel. Farbkodiert sind die Rollen der Spieler und die dazugehörigen Auszahlungsbeträge (Abbildung angelehnt an Sanfey & Dorriss, 2009; S.65).

Der Anteil, den die Verteilenden dem zweiten Spieler zugestehen, liegt im Mittel zwischen 10 % und 25 % des Ausgangsbetrages (Camerer, 2003; Lee, 2008). Diese Befunde widersprechen den Vorhersagen der klassischen Spieltheorie, denn sie belegen, dass Menschen durchaus zu purem Altruismus bereit sind – Verteilende verringern ihren persönlichen Gewinn und gestehen dem zweiten Spieler einen gewissen Betrag zu, obwohl ihnen keine Strafe droht, wenn sie gar nichts abgeben.

Das Ultimatum-Spiel (Guth, Schmittberger & Schwarze, 1982), dessen Spielbaum in Abbildung 10 dargestellt wird, unterscheidet sich vom Diktator-Spiel darin, dass der Verteilende eine Aufteilung des Ausgangsguthabens zwischen sich selbst und dem Reagierenden *vorschlagen* soll. Der Reagierende hat daraufhin die Option, diese Teilung entweder *anzunehmen* oder *abzulehnen*. In dem Falle, dass der Reagierende das Angebot annimmt, wird das Guthaben wie vom Verteilenden vorgeschlagen geteilt. Lehnt der Reagierende die Teilung jedoch ab, so bekommen *beide Spieler nichts*.

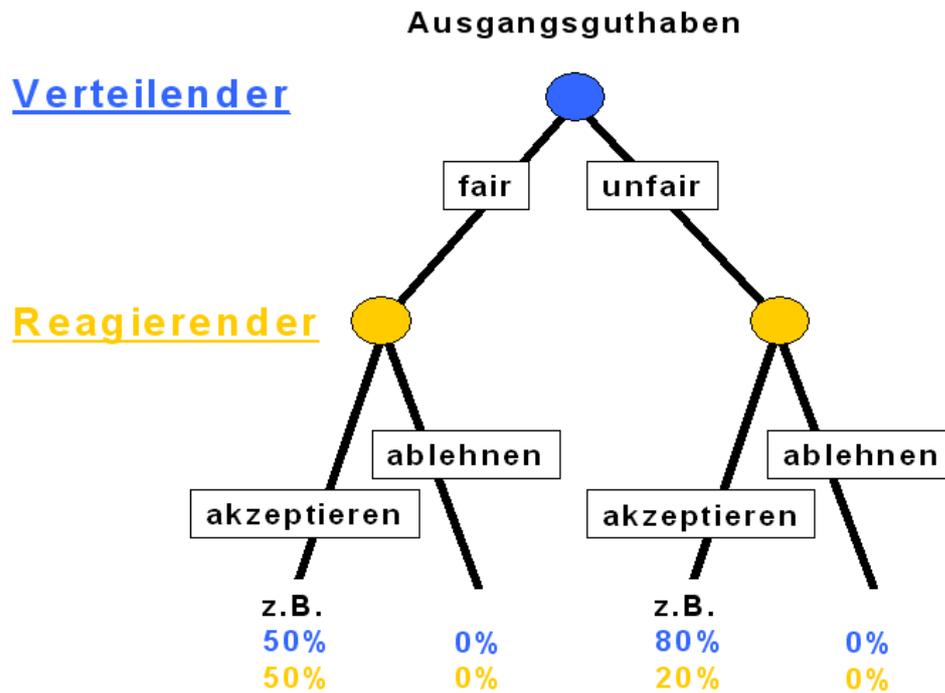


Abbildung 10. Das Ultimatum-Spiel. Farbkodiert sind die Rollen der Spieler und die dazugehörigen Auszahlungsbeträge (Abbildung angelehnt an Sanfey & Dorris, 2009; S.65).

In verschiedenen Variationen des Spieles wird dem Verteilenden die Entscheidung über die Größe der Proportionen entweder ganz überlassen, oder ihm werden zwei Optionen – eine faire und eine unfaire (wie in Abbildung 10 dargestellt) vorgegeben. Das Spiel hat nur einen Durchgang, d.h. es ist vorbei, nachdem der Verteilende einen Vorschlag unterbreitet hat und der Reagierende diesen entweder annimmt oder ablehnt (engl.: *one-shot game*).

Angenommen, die Grundannahme 1 der klassischen Spieltheorie (s.o., *Spieler werden ausschließlich von Eigeninteresse geleitet*) träfe zu, dann bestünde das entsprechende Nash-Equilibrium darin, dass der Reagierende auch kleinste Angebote akzeptiert (denn selbst 1% des Ausgangsguthabens zu bekommen ist besser als 0%) und der Verteilende, der diese Reaktion antizipiert, nur den kleinsten von Null verschiedenen Betrag anbietet.

Diese Vorhersage wird jedoch durch die Ergebnisse von experimentellen Studien nicht bestätigt: In nahezu der Hälfte aller Spiele ist der Verteilende willens, dem Reagierenden ungefähr 40% des Ausgangsguthabens abzugeben (Camerer, 2003). Reagierende nehmen diesen Vorschlag meistens an. Interessant ist weiterhin, dass, wenn der Verteilende die Proportionen frei bestimmen kann und ein Angebot macht, bei dem der Reagierende weniger als 20% des Gesamtbetrages erhalten würde, dieses Angebot in

ungefähr der Hälfte aller Spiele zurückgewiesen wird. Bei Angeboten unter 10% steigt die Ablehnungsrate sogar noch weiter.

Man mache sich bewusst, dass ein Reagierender, der ein Angebot von z.B. 10% des Ausgangsguthabens zurückweist, bewusst entscheidet, dass es besser sei *gar keinen Gewinn* zu bekommen als 10% des Ausgangsguthabens! Die Wahlen von Spielern im Ultimatum-Spiel passen also nicht zu einem Modell, in dem Entscheidungen ausschließlich von finanziellem Eigeninteresse bestimmt werden (Sanfey, 2007b).

Die Gründe, warum dieses auf den ersten Blick irrationale Verhalten bei Verteilenden und Reagierenden auftritt, mögen vielfältig sein. Pillutla und Murnighan befragen Reagierende, warum sie lieber ohne (wenn auch geringen) Gewinn das Spiel beenden als ein unfaires Angebot anzunehmen und berichten, dass die emotionale Wut über das unfaire Angebot dieses Verhalten erklärt (Pillutla & Murnighan, 1996). Die Hypothese 'Reagierende verleihen ihrer Wut dadurch Ausdruck, dass sie ein unfaires Angebot ablehnen' prüfen Xiao und Houser: Reagierende hatten, gleichzeitig mit der Entscheidung das Angebot anzunehmen oder abzulehnen, die Möglichkeit, eine Nachricht an den Verteilenden zu schreiben (Xiao & Houser, 2006). Verglichen mit dem üblichen Ultimatum-Spiel, wo Angebote unter 20% in ca. 50% der Fälle abgelehnt werden, wiesen Spieler signifikant weniger unfaire Angebote zurück, wenn sie eine Nachricht schreiben konnten, in der sie ihre Wut zum Ausdruck brachten. Die Autoren interpretieren dies so, dass Reagierende im Originalspiel deshalb auf Gewinn verzichten, weil sie dadurch negative Emotionen ausdrücken können.

Bemerkenswert ist auch der Befund von Sally und Hill, die zeigen, dass Autisten in der Rolle des Verteilenden sehr viel häufiger ein unfaires Angebot machen und dazu tendieren, die Gedanken und Gefühle des Reagierenden entweder völlig zu ignorieren oder falsch einzuschätzen (Sally & Hill, 2006).

Ein wichtiger Einflussfaktor ist darüber hinaus der Bekanntheitsgrad zwischen den Spielern: Wenn die Spielsituation weniger anonym ist und sich die Teilnehmer von Angesicht zu Angesicht gegenüber sitzen, dann wird in 90-100% der Fälle fair geteilt (Fehr, 2009). Vermutlich haben also subtile Formen emotionaler Kommunikation, gegenseitiger Erwartung und antizipierter emotionaler Reaktionen einen Einfluss auf die sozialen Motive und begrenzen das Eigennutz-Motiv.

Wie zusammenfassend bei Camerer (2003) beschrieben, sind die Befunde in Ultimatum-Spielen sehr robust gegen Variationen des Designs: Wiederholungen des

Spieler und Erhöhungen der Beträge bis zu mehreren Monatseinkommen führen nicht zu einer wesentlichen Veränderung der Ergebnisse.

Um die neuronalen Grundlagen von Reaktionen auf unfaire Angebote im Ultimatum-Spiel zu untersuchen, wurde eine fMRT-Studie durchgeführt, bei der den Reagierenden im Scanner nacheinander faire oder unfaire Angebote mehrerer Verteilender dargeboten werden (Sanfey, Rilling, Aronson, Nystrom & Cohen, 2003). Diese Verteilenden sind entweder 10 eingeweihte Versuchspersonen, deren Entscheidungen zuvor mit dem Versuchsleiter abgestimmt waren (was den Versuchspersonen aber nicht mitgeteilt wurde) oder vom Computer simuliert (was den Versuchspersonen mitgeteilt wurde). So erhielten die Reagierenden im Scanner eine gleiche Anzahl von fairen Angeboten (Teilung 50% / 50%) und unfairen Angeboten (Teilung ungefähr 80% / 20%) – entweder von einem realen Menschen oder vom Computer.

Auf der Verhaltensebene zeigt sich, dass die Reagierenden alle fairen Angebote akzeptieren und dass unfaire Angebote von Menschen häufiger zurückgewiesen werden als unfaire Angebote vom Computer. Während der Entscheidungsphase zeigt sich bei unfairen Angeboten im Vergleich zu fairen Angeboten eine Mehraktivierung in der rechten und linken anterioren Insula, im rechten DLPFC und im dACC (Abbildung 11). Die Autoren zeigen darüber hinaus auf, dass eine höhere Aktivierung der anterioren Insula mit einer steigenden Ablehnungsrate unfairen Angebote einhergeht.

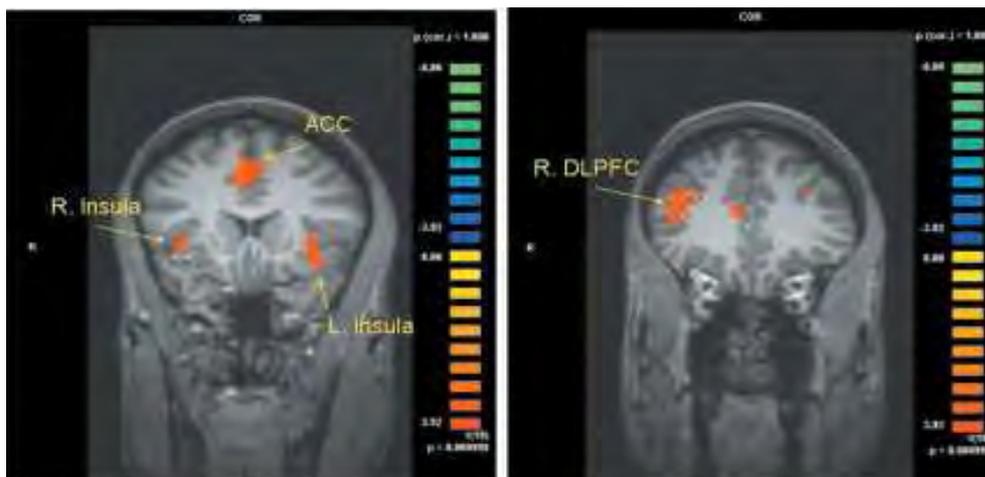


Abbildung 11. Hirnregionen (rechte und linke Anteriore Insula, ACC, rechter DLPFC), die beim Reagieren auf unfaire Angebote im Ultimatum-Spiel mehr aktiviert sind als beim Reagieren auf faire Angebote (Abbildung aus Sanfey et. al 2003).

Sanfey interpretiert diese Ergebnisse in Anbetracht der oben aufgeführten Befunde zur Beteiligung von dorsalem ACC und anteriorer Insula an Schmerz-, Ekel- und Konfliktverarbeitung dahingehend, dass unfaire Interaktionspartner durch neuronale Mechanismen wahrscheinlich aversiv markiert werden (Sanfey, 2007b).

Eine weitere Studie, die zusätzlich ein anderes psychophysiologisches Maß emotionaler Erregung einsetzt, unterstützt diese Interpretation: Die Hautleitfähigkeit (engl.: *skin conductance response*, kurz SCR) - ein sensibles Maß für den Erregungslevel eines Organismus - steigt an, wenn Versuchsperson unfaire Angebote im Ultimatum-Spiel erhalten (van 't Wout, Kahn, Sanfey & Aleman, 2005). Ebenso wie bei der Aktivierung der anterioren Insula zeigt sich ein korrelativer Zusammenhang zwischen SCR-Anstieg und der Ablehnung von unfairen Angeboten.

Die Aktivierung des DLPFC in Reaktion auf unfaire Angebote im Ultimatum-Spiel wird von Sanfey et al. (2003) als Zeichen für das Wirken eines Mechanismus angesehen, durch den die Regeln des Spieles und die Strategien zur Zielerreichung implementiert werden. Weiterführende Studien verwenden transkranielle magnetische Stimulation (TMS), um die Verarbeitung im rechten DLPFC durch die Einwirkung eines externen Magnetfeldes vorübergehend zu stören, während die Spieler Entscheidungen im Ultimatum-Spiel treffen (Knoch, Pascual-Leone, Meyer, Treyer & Fehr, 2006; van 't Wout, Kahn, Sanfey & Aleman, 2005). Die Befunde dieser Studien zeigen, dass sich die Akzeptanzrate unfairen Angebote von 9% auf 44% *erhöht*. Diese Beobachtung liefert starke Hinweise darauf, dass der rechte DLPFC bei ungestörter Funktion dafür verantwortlich ist, ein sozial-normatives Motiv - den Wunsch, Ärger über das unfaire Angebot auszudrücken, indem das Gegenüber durch Ablehnung des Angebotes bestraft wird - umzusetzen und gleichzeitig den egoistischen Impuls - den Wunsch nach finanziellem Gewinn - zu hemmen (Fehr, 2009).

Diese Vermutung wird auch durch die Reaktionszeitdaten bestätigt: Wenn Versuchspersonen ein faires Angebot bekommen und daher kein Konflikt zwischen Eigennutz und Fairness-Motiven vorliegt, dann benötigen die Versuchspersonen etwas mehr als 3 Sekunden, um das faire Angebot anzunehmen. Dagegen benötigen die Versuchspersonen ungefähr 6 Sekunden, um ein unfaires Angebot zu akzeptieren. Wenn die Versuchspersonen jedoch ein unfaires Angebot und zusätzlich TMS-Stimulation über dem rechten DLPFC erhalten, dann akzeptieren sie unfaire Angebote genauso schnell wie faire Angebote.

Der Konflikt zwischen Eigennutz-Motiv (unfares Angebot annehmen, um zumindest etwas Geld zu erhalten) und Fairness-Motiv (das unfaire Angebot aus normativen Gründen ablehnen) scheint die Entscheidung zu verzögern. Bei der künstlichen Funktionsstörung des rechten DLPFC durch TMS wird die Wirkung des egoistischen Motivs hingegen nicht inhibiert (Fehr, 2009).

### **2.3.3.2 Gegenseitiges Vertrauen: Vertrauens-Spiel und Gefangenen-Dilemma**

Der Test, ob eine Versuchsperson bereit ist in Interaktionen Vertrauen zu geben oder entgegengebrachtes Vertrauen zu honorieren, wird in Spielen meist anhand sozialer Dilemmata durchgeführt, in denen sich der Nutzen für die Gemeinschaft (zwei oder mehr Personen) und das Eigeninteresse des Einzelnen gegenseitig ausschließen (Houser & McCabe, 2009). Verwendet werden unter anderem das *Vertrauens-Spiel* (engl.: *trust-game*) und das *Gefangenen-Dilemma* (engl.: *prisoners dilemma*).

Während ersteres in extensiver Form durchgeführt wird, hat das zweite Spiel strategische Form (vgl. Erläuterungen Kapitel 2.3.3; S.43). Kernmerkmal beider Spiele ist, dass es sich für die Gruppe als Ganzes auszahlt, wenn alle Mitspielenden kooperieren, während der Einzelne seinen Gewinn nur maximieren kann, indem er die Anderen hintergeht, während diese kooperieren. In dieser Konstellation besteht das theoretische Nash-Equilibrium darin, dass kein Spieler einem anderen vertraut bzw. sich alle Beteiligten gegenseitig hintergehen. Die im Folgenden aufgeführten Befunde empirischer Forschung belegen, dass sich dieses Nash-Equilibrium in der Realität selten einstellt.

Berg, Dickhaut und McCabe führen 1995 das Vertrauens-Spiel ein (Berg, Dickhaut & McCabe, 1995). In diesem Spiel werden zwei Teilnehmer zufällig einander zugeteilt, ein Spieler bekommt die Rolle des *Investors*, der andere Spieler bekommt die Rolle des *Verwalters* oder *Trustee* (die Begriffe *Investor* und *Trustee* verwendet der Autor vorliegender Arbeit in Anlehnung an die englischsprachige Literatur). Die Spieler spielen nur einen einzigen Durchgang miteinander (Abbildung 12).

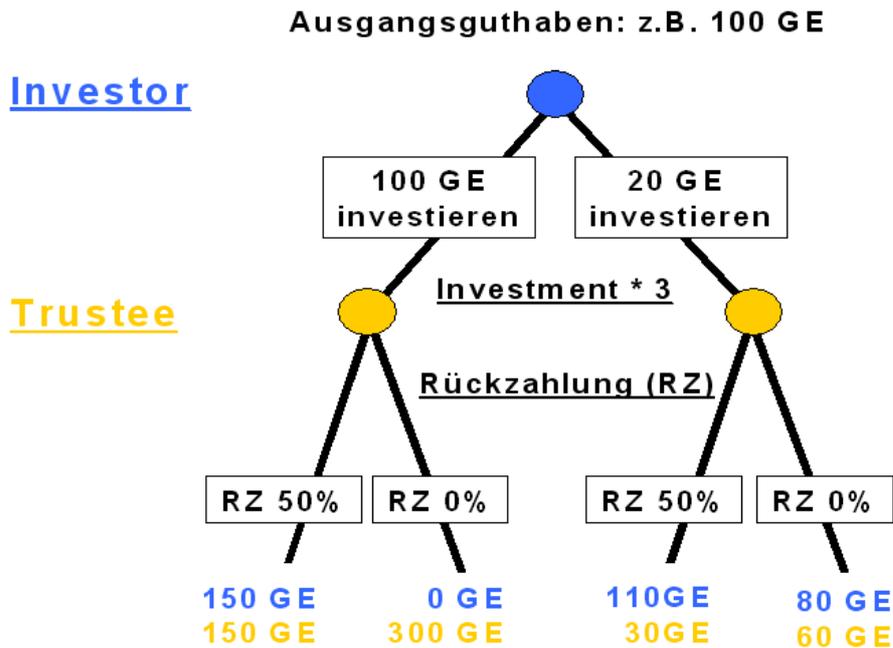


Abbildung 12. Das Vertrauens-Spiel. Farbkodiert sind die Rollen der Spieler und die dazugehörigen Auszahlungsbeträge in Geldeinheiten (GE) (Abbildung angelehnt an Sanfey & Dorris, 2009; S.65).

Der Investor bekommt ein Ausgangsguthaben von z.B. 100 Geldeinheiten (GE). Er kann etwas davon, alles oder nichts an den Trustee weitergeben (*investieren*). Jede Geldeinheit, die der Investor in den Trustee investiert, wird vervielfacht (z.B. verdreifacht). Als nächstes wird dem Trustee offenbart, wie viel er vom Investor erhielt und wie groß der ihm so zugefallene vervielfachte Betrag insgesamt ist. Der Trustee muss jetzt entscheiden, wie viel von dem vervielfachten Betrag er an den Investor zurückgibt. Die Höhe des Betrages, den der Investor überweist, wird als Maß seines Vertrauens in den Trustee angesehen. Die Höhe des Betrages, den der Trustee zurücksendet, ist ein Maß für seine Vertrauenswürdigkeit.

In Abbildung 12 wird als Höhe der Überweisung des Investors zur Verdeutlichung entweder der ganze Ausgangsbetrag von 100 GE (Investor zeigt sehr viel Vertrauen) oder nur ein geringer Anteil von 20 GE (Investor zeigt sehr wenig Vertrauen) investiert und für die Rückzahlung durch den Trustee entweder 50% (Trustee handelt vertrauenswürdig) oder 0% (Trustee handelt nicht vertrauenswürdig) gewählt.

Aus den in Abbildung 12 dargestellten Auszahlungsbeträgen wird ersichtlich, wie stark die gegenseitige Abhängigkeit beider Spieler ist: Wenn der Investor vertrauensvoll und der Trustee vertrauenswürdig handelt, so erhalten beide hohe Auszahlungen. Sollte nur der Investor Vertrauen geben, der Trustee dieses aber missbrauchen, dann stellt sich für den Trustee der höchste Gewinn ein und für den Investor der größte Verlust. Wenn der

Investor dagegen erst gar nicht vertrauensvoll ist, so ergeben sich für beide Spieler nur moderate Gewinne.

Die klassische Spieltheorie sagt für diese Situation, in der sich Investor und Trustee nur ein Mal begegnen, ein Nash-Equilibrium vorher, bei dem rationale und am eigenen Nutzen orientierte Trustees das Vertrauen des Investors nie belohnen werden und dementsprechend Investoren nie Vertrauen schenken.

Berg und Kollegen berichten jedoch, dass die Investoren im Mittel 50% ihres Ausgangsguthabens investieren und dass die Trustees den von den Investoren an sie überwiesenen Betrag im Allgemeinen zurücksenden (Berg, Dickhaut & McCabe, 1995).

Bei Camerer (2003) wird geschildert, dass eine Vielzahl von Folgestudien diese Ergebnisse bestätigen und Varianten die Erkenntnisse erweitern. Zum Beispiel zeigen McCabe und Kollegen, dass Trustees doppelt so häufig Vertrauen *nicht* erwidern, wenn man ihnen mitteilt, dass der Investor aus bestimmten Gründen keine andere Wahl hatte als Vertrauen zu schenken (McCabe, Rigdon & Smith, 2003). Diese Beobachtung legt nahe, dass es für Trustees eine wichtige Rolle spielt, ob die Entscheidung des Investors für Vertrauen *absichtlich* und *willentlich* stattfindet. Nur in diesem Fall scheinen Trustees ebenfalls willens, die intentionale Entscheidung des Investors für die risikoreiche Option zu honorieren. Dieser wichtige Aspekt wird in der Umsetzung von Studie 5 im experimentellen Teil der vorliegenden Arbeit berücksichtigt (s. Kapitel 3.5.1; S.209ff.).

Die neuronalen Grundlagen des Verhaltens im oben beschriebenen Vertrauensspiel untersucht das wahrscheinlich erste fMRT-Experiment des jungen Forschungsbereiches soziale Neuroökonomie (McCabe, Houser, Ryan, Smith & Trouard, 2001). Die 12 Teilnehmer spielen dabei one-shot-games entweder gegen anonyme Partner oder gegen einen Computer. Die Verhaltensdaten zeigen, dass sieben Versuchspersonen immer darauf aus sind, Kooperation mit ihrem Gegenüber herzustellen. In dieser Gruppe sind Hirnregionen des MPFC (Abbildung 6; S.31) mehr aktiv, wenn die Personen mit einem Menschen spielen als mit dem Computer. In der Gruppe der fünf unkooperativen Spieler finden sich diese Aktivitätsunterschiede nicht. Die Autoren schlussfolgern in Bezug auf die weiter oben bereits referierten Befunde zu den neuronalen Grundlagen der Fähigkeit, sich in Andere hineinzusetzen (Theory of Mind, kurz ToM), dass kooperativer ökonomischer Austausch vermutlich durch das neuronale ToM-System gesteuert wird.

In einer weiteren Studie (King-Casas, Tomlin, Anen, Camerer, Quartz & Montague, 2005) absolvieren die Versuchspersonen (jeweils in einem Scanner liegend und online per Computer miteinander interagierend) wiederholt Vertrauens-Spiele mit denselben Mitspielern und übernehmen dabei abwechselnd die Rolle von Investor und Trustee. Es zeigt sich, dass die Aktivierung des Nucleus Caudatus - ein Teil des dorsalen Striatums (Abbildung 13) - der Versuchspersonen in Beziehung dazu steht, wie viel Vertrauen das Gegenüber in vorangegangenen Durchgängen gezeigt hat.

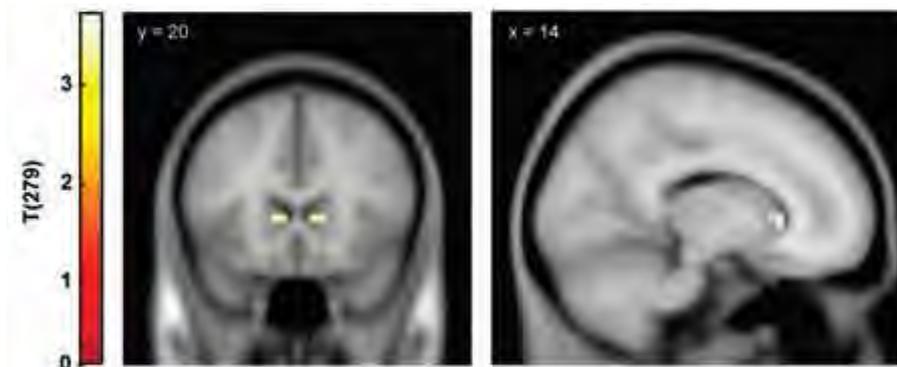


Abbildung 13. Region im dorsalen Striatum (Ncl. Caudatus), deren Aktivität mit Vertrauen, das dem Trustee im Vertrauens-Spiel entgegengebracht wird, in Zusammenhang steht (Abbildung aus King-Casas et al., 2005).

Da die Ausprägung dieser Aktivität auch damit korrespondiert, ob die Versuchsperson im Gegenzug ebenfalls reziprok handelt, bezeichnen die Autoren dieses Signal als *Signal der Vertrauens-Absicht* (engl.: *intention-to-trust signal*). Die Wissenschaftler können außerdem zeigen, dass sich dieses Signal im Laufe der Zeit verschiebt - in frühen Durchgängen erscheint das Signal im Hirn des Trustees, nachdem der Investor seine Wahl getroffen hat, in späteren Durchgängen dagegen erscheint das Signal viel früher - schon bevor der Mitspieler seine Entscheidung überhaupt trifft. Da eine derartige zeitliche Verlagerung auch die Vorhersagefehler (engl.: *prediction error*, s. Kapitel 2.1.2; S.18ff.) bei Belohnungen in Modellen des Belohnungslernens kennzeichnet, ist zu vermuten, dass die Forscher hier einen Mechanismus aufdecken, wie die Erfahrung von wiederholter wechselseitiger Kooperation mittels neuronal repräsentierter Lernmechanismen gelungenes soziales Interaktionsverhalten fördert.

Lernen durch soziale Erfahrungen im Vertrauens-Spiel untersucht auch eine Studie von Delgado und Kollegen, in der die Versuchspersonen die Rolle des Investors übernehmen und vor dem Vertrauens-Spiel Texte mit Persönlichkeitsbeschreibungen der Trustees lesen (Delgado, Frank & Phelps, 2005). Diese Beschreibungen schildern die

unterschiedlichen Trustees entweder in einem moralisch positiven, neutralen oder negativen Licht. Wie zu erwarten vertrauen die Investoren den moralisch positiv beschriebenen Trustees am meisten, obwohl deren tatsächliches Verhalten immer gleich ist (gleiches Verhältnis von Kooperation und Vertrauensmissbrauch bei positiv, neutral und negativ beschriebene Trustees). Die Aktivität im Nucleus Caudatus des Striatums ist dann, wenn sich das Vertrauen bestätigt, größer als wenn das Vertrauen missbraucht wird – aber nur bei den zuvor als neutral beschriebenen Partnern. Dieser Effekt zeigt sich dagegen weder bei den negativ noch bei den positiven beschriebenen Trustees.

Die Autoren interpretieren ihre Befunde dahingehend, dass der Lernmechanismus durch *Versuch-und-Irrtum*, dessen neuronale Basis wahrscheinlich u.a. der Nucleus Caudatus ist, nur dann wirksam wird, wenn man noch nichts über das soziale Gegenüber weiß. Das bedeutet, dass sich das kognitive System des Investors bei neutral beschriebenen Trustees scheinbar darauf einstellt, durch Erfahrung zu lernen, ob diesen Partnern zu vertrauen ist oder nicht. Wenn jedoch Vorinformationen existieren (z.B. moralisch negative oder positive Beschreibungen), dann sind diese stärker als die unmittelbaren Erfahrungen und deshalb nur schwer durch Bestätigungen oder Widersprüche revidierbar.

In zwei Studien der Gruppe um Tania Singer wird die neuronale Grundlage einer Reaktion auf Vertrauensmissbrauch untersucht (Singer, Kiebel, Winston, Dolan & Frith, 2004; Singer et al., 2006). In den entsprechenden Veröffentlichungen wird das verwendete Spiel zwar als Gefangenendilemma (Beschreibung s.u.) bezeichnet, aufgrund seiner sequentiellen Darbietungsform ähnelt es nach Meinung des Autors der vorliegenden Schrift aber mehr einem Vertrauens-Spiel.

In der ersten Studie treffen die Versuchspersonen in der Rolle des Investors vor dem fMRT-Scan per online-Computerspiel wiederholt auf verschiedene Trustees, welche auf entgegengebrachtes Vertrauen entweder vertrauenswürdig reagieren oder nicht kooperativ sind (Singer et al. 2004). Während der Spiele sieht der Investor stets ein Photo des Mitspielers im aktuellen Durchgang. Im Scanner werden den Versuchspersonen dann die Photos dieser Interaktionspartner abermals präsentiert und die Versuchspersonen sollen einfach entscheiden, welchen Geschlechtes das Gegenüber ist. Die Darbietung der Gesichter von Mitspielern, die sich für Kooperation entschieden hatten (also vertrauenswürdig reagierten) bewirkte Aktivitätsanstieg unter anderem in der anterioren Insula, dem pSTS und dem ventralen Striatum.

Die zweite Studie ähnelt der ersten darin, dass zunächst außerhalb des fMRT-Scanners verschiedene Trustees entweder kooperativ oder nicht vertrauenswürdig in einem Vertrauens-Spiel auf das Verhalten der Versuchsperson (Investor) reagieren (Singer et al. 2006). Später sehen die Versuchspersonen dann, wie diesen Trustees leichte Schmerzreize verabreicht werden. Bei Versuchspersonen beider Geschlechter verursacht dieser Anblick bei kooperativen Trustees mehr Aktivierung in Arealen, die mit empathischer Schmerzverarbeitung in Zusammenhang stehen (anteriore Insula und dACC) als bei nicht-vertrauenswürdigen Trustees. Interessanterweise zeigen sich diese vermutlich empathischen Reaktionen bei der Beobachtung von nicht-vertrauenswürdigen Trustees bei männlichen Versuchspersonen viel schwächer ausgeprägt als bei weiblichen Versuchspersonen. Außerdem steigt bei Männern in diesem Falle die Aktivierung von belohnungs-assoziierten Arealen einhergehend mit dem selbstberichteten Wunsch nach einer Vergeltung der Unkooperativität.

Im *Gefangenen-Dilemma* (Abbildung 14) müssen beide Spieler *simultan* entscheiden, ob sie dem anderen Spieler vertrauen oder nicht – ohne die Entscheidung des Gegenübers zu kennen. Die Gewinne oder Verluste beider Spieler hängen von der Kombination der Wahlen der Beteiligten ab. Sie können wie in Abbildung 14 (angelehnt an die ursprüngliche Idee des Spiels) in Haftjahren aber auch als ökonomisches Spiel mit finanziellen Gewinnen und Verlusten formuliert werden (Sanfey & Dorris, 2009).

		<u>Gefangener 1</u>	
		den Anderen decken	den Anderen belasten
<u>Gefangener 2</u>	den Anderen belasten	großer Verlust: 10 Jahre Haft  großer Gewinn: Freispruch	Verlust: 5 Jahre Haft  Verlust: 5 Jahre Haft
	den Anderen decken	Gewinn: 1 Jahr Bewährung  Gewinn: 1 Jahr Bewährung	großer Gewinn: Freispruch  großer Verlust: 10 Jahre Haft

Abbildung 14. Das Gefangenen-Dilemma. Farbkodiert sind die Rollen der Spieler und die dazugehörigen Gewinne bzw. Verluste in Haftjahren (Abbildung angelehnt an Sanfey & Dorris, 2009; S.65).

Die Spielsituation kann man sich wie folgt vorstellen: Zwei Gefangene werden verdächtigt, einen schweren Überfall begangen zu haben. Sie werden getrennt verhört. In diesem Verhör haben sie die Möglichkeit, den Komplizen entweder mit ihrer Aussage zu belasten (wofür ihnen ein Entgegenkommen des Richters sicher wäre) oder zu decken.

Wenn keiner der beiden den Anderen verrät, so erhalten beide Gefangenen aus Mangel an Beweisen ein Jahr auf Bewährung (moderater Gewinn). Wenn beide das Gegenüber verraten, so erhalten beide fünf Jahre Haft (moderater Verlust). Das beste Ergebnis erzielt ein Spieler dann, wenn er den Anderen durch seine Aussage belastet, während der Andere ihn selbst nicht verrät. In diesem Falle wird der Verräter freigesprochen (großer Gewinn) und dem anderen Gefangenen fällt die Hauptschuld zu - er bekommt 10 Jahre Haft (großer Verlust).

Da die Versuchung sehr groß ist, den Anderen zu verraten, besteht das Nash-Equilibrium unter der Annahme, dass jeder Spieler das beste für sich herausholen möchte, darin, dass beide Gefangenen sich gegenseitig verraten (wie es ja in vielen Kriminalfilmen, die sich dieser Dilemma-Figur bedienen, der Fall ist). Die empirischen Daten sprechen jedoch eine andere Sprache: Es zeigt sich, dass in ungefähr 50% aller Varianten des Gefangenen-Dilemmas Spieler durchaus bereit sind, sich gegenseitig Vertrauen zu schenken (Houser & McCabe, 2009; Sanfey, 2007b).

Dieser Befund ist umso beachtlicher, als er sich in anonymen und einmalig stattfindenden Spielen zeigt, also Spieler betrifft, die sich nicht kennen und auch nachmalig nicht wieder miteinander in Kontakt treten werden. Für reale soziale Interaktionen, die zum großen Teil nicht anonym und wiederholt stattfinden, sollte man eine noch größere Verbreitung und Wirkung von Vertrauen erwarten. Tatsächlich zeigt sich in Simulationsstudien, in denen das Gefangenendilemma unterschiedlich oft hintereinander gespielt wird, dass kooperative, nachsichtige und wohlwollende Spielstrategien - oft Strategien, die *Gleiches mit Gleichem* vergelten - langfristig den größten Erfolg haben (Dreber, Rand, Fudenberg & Nowak, 2008).

Zwei fMRT-Studien (Rilling, Gutman, Zeh, Pagnoni, Berns & Kilts, 2002; Rilling, Sanfey, Aronson, Nystrom & Cohen, 2004) mit dem Gefangenen-Dilemma zeigen, dass belohnungsassoziierte Hirnareale (ventrales und dorsales Striatum: Ncl. Accumbens, Ncl. Caudatus) dann aktiv werden, wenn dem im Scanner liegenden Spieler eröffnet wird, dass sowohl er selbst als auch das Gegenüber sich für Kooperation entschieden haben (relativ zur Information, dass nur er selbst kooperiert, er vom Anderen aber verraten wird). Betrachtet man die Reaktionen einer Versuchsperson im Gefangenen-Dilemma auf ein

menschliches Gegenüber im Vergleich zu einem Computerprogramm (welches finanziell gleichartige aber zufällige Festlegungen trifft), so ergibt sich eine Aktivierung in Regionen, die weiter oben schon mit der Fähigkeit, sich in die Gedanken, Absichten und Ziele anderer Menschen hineinzusetzen (Theory-of-Mind) genannt wurden (MPFC, pSTS).

Werden die Hirnaktivierungen von Psychopathen im Gefangenen-Dilemma mit denen von sozial normalbegabten Spielern verglichen, so zeigt sich, dass die Entscheidung zu betrügen (den Anderen zu verraten) bei Psychopathen mit einer geringeren Aktivierung des DLPFC und des ACC einhergeht (Rilling, Glenn, Jairam, Pagnoni, Goldsmith, Elfenbein & Lilienfeld, 2007).

### **2.3.3.3 Altruistische Bestrafung und selbstloses Spenden**

Ob die Grundannahme der klassischen Ökonomie vom ausschließlich egoistisch motivierten Menschen zutrifft, kann auch durch experimentelle Situationen getestet werden, in denen Versuchspersonen die Möglichkeit haben, andere Spieler für normabweichendes, unkooperatives Verhalten zu bestrafen. Sollten sich Versuchspersonen für die Bestrafung unkooperativer Anderer entscheiden, obwohl dies kostspielig ist und darüber hinaus auch keine anderen unmittelbaren Vorteile erbringt (weil das Spiel nur einen Durchgang hat und somit keine durch die Bestrafung hervorgerufenen und Nutzen bringenden Verhaltensänderungen beim Anderen erwartet werden können), dann wäre dies ein starker Hinweis darauf, dass auch andere Motive außer der Steigerung des direkten eigenen Nutzens Handeln und Entscheiden beeinflussen (Fehr & Fischbacher, 2004b).

Eine empirische Umsetzung solch einer Situation könnte z.B. sein, wenn zwei Spieler A und B sich an einem Diktator-Spiel beteiligen und ein dritter Spieler C zunächst sieht, wie viel A (Rolle: Diktator) an B (Rolle: Reagierender) abgibt und daraufhin einen Teil seines eigenen Guthabens dafür verwenden kann, A zu bestrafen (z.B. indem jeder von C in die Bestrafung von A investierte Punkt das Guthaben von A um 3 Punkte reduziert).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass zwischen 50% und 60% der Versuchspersonen in der Rolle von Spieler C bereit sind, egoistisches und von einer gerechten Verteilung abweichendes Verhalten von A zu bestrafen und dafür eine Verminderung des eigenen Guthabens in Kauf nehmen (Fehr, 2009).

Eine Studie, in der die Tendenz zu altruistischer Bestrafung in 15 verschiedenen Gesellschaftsformen untersucht wird, belegt, dass dieses Phänomen nicht auf den westlichen Kulturkreis beschränkt ist (Henrich, McElreath, Barr, Ensminger, Barrett, Bolyanatz, Cardenas, Gurven, Gwako, Henrich, Lesorogol, Marlowe, Tracer & Ziker, 2006).

Eine bildgebende Studie, die sich der Methode der Positronen-Emissions-Tomographie (PET) bedient (de Quervain, Fischbacher, Treyer, Schelthammer, Schnyder, Buck & Fehr, 2004), beschreibt die neuronale Basis solch altruistischer Bestrafung: Die Investoren in einem Vertrauens-Spiel erhalten die Möglichkeit, ihr Gegenüber dann, wenn es ihrer Meinung nach unkooperativ reagiert (also nicht vertrauenswürdig), zu bestrafen. Wie die Resultate der Studie zeigen, wenden Versuchspersonen diese Möglichkeit häufig an und dies ist mit Aktivierungen des Ncl. Caudatus im dorsalen Striatum verbunden (Abbildung 15). Da das Areal zu den oben aufgeführten neuronalen Kreisläufen von Belohnungsverarbeitung zählt (s. Kapitel 2.1.2; S.18ff.), wird dieser Befund von den Autoren dahingehend interpretiert, dass Spieler Befriedigung aus der Bestrafung von unkooperativen Gegenspielern ziehen – selbst dann, wenn diese Bestrafung zu einem finanziellen Verlust für sie selbst führt.

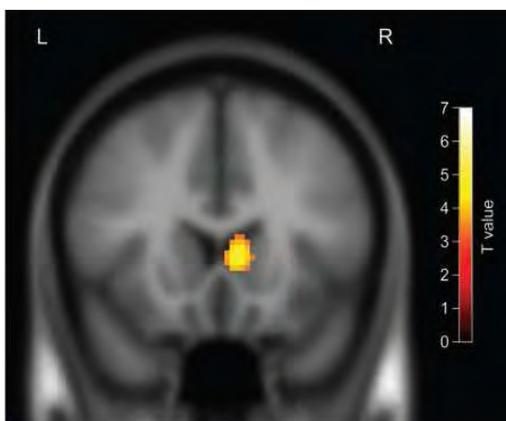


Abbildung 15. Hirnregion (dorsales Striatum - Ncl. Caudatus), die beim altruistischen Bestrafen aktiv ist (Abbildung aus deQuervain et al. 2004).

In einer anderen Studie wird anstelle der neuronalen Mechanismen einer *Neigung zu Bestrafen* die neuronale Grundlage der *Tendenz zur Verhaltensänderung bei drohender Strafe* beschrieben (Spitzer, Fischbacher, Herrnberger, Gron & Fehr, 2007): Während die Versuchspersonen im fMRT-Scanner die Rolle des Diktators in einem Diktator-Spiel einnehmen (sie müssen entscheiden, wie viel sie von einem Guthaben an das Gegenüber abgeben wollen, s.o.), haben die Reagierenden in einigen Spielen die Möglichkeit, allzu

egoistische Angebote bezüglich der Aufteilung des Geldes zu bestrafen. In den Spielen, bei denen diese Bestrafung droht, ist die Abgabe der Diktatoren an die Reagierenden signifikant höher und damit assoziiert steigt die Aktivität im rechten DLPFC und dem orbitofrontalen Cortex (engl.: *orbitofrontal cortex*; OFC). Es wird vermutet, dass die Aktivität dieser Areale eine Unterwerfung unter soziale Normen durch die Hemmung egoistischer Impulse steuert (P.R. Montague & Lohrenz, 2007; Spitzer, Fischbacher, Herrnberger, Gron & Fehr, 2007).

Dass der Mensch sogar zu völlig selbstlosen Spenden an hilfsbedürftige Personen fähig ist, beweist die Existenz der auf diese Geldgaben angewiesenen Hilfsorganisationen und der Projekte, die von diesen ins Leben gerufen werden. Zwei Studien, welche die neurophysiologische Grundlage dieser Bereitschaft ergründen, konfrontieren die Versuchspersonen mit Aufgaben, in denen sie entscheiden sollen, ob und wie viel echtes Geld sie an reale Wohltätigkeitsorganisationen spenden. In einer der beiden Studien konnte gezeigt werden, dass das mesolimbische Belohnungssystem (Striatum) beim Spenden von Geld genauso beteiligt ist, wie beim Erhalt von Geld (Moll, Krueger, Zahn, Pardini, de Oliveira-Souza & Grafman, 2006). Die andere Studie repliziert und erweitert diesen Befund, indem sie zeigt, dass die belohnungsassoziierten Areale mehr aktiviert werden, wenn die Spende freiwillig statt erzwungen erfolgt (Harbaugh, Mayr & Burghart, 2007).

### **2.3.4 Die Theorien sozialer Präferenzen**

Wie in Kapitel 2.3.2 (S.41ff.) erläutert, postuliert die klassische Spieltheorie, dass Spieler rationale, eigennutzorientierte Entscheidungen treffen, wodurch es zur Herausbildung von Nash-Equilibria kommt. Diese Nash-Equilibria sagen zumeist vorher, dass sich Spieler gegenseitig misstrauen, ausnutzen und hintergehen.

Wie oben skizziert wurde, weicht das in der empirischen Forschung zu beobachtende tatsächliche Entscheidungsverhalten oft sehr weit von den Vorhersagen des Standardmodells ab (Camerer 2003, 2009): Mittlerweile belegt eine beeindruckende Anzahl von Experimenten, dass Spieler selten ausschließlich rational egoistisch denken und stattdessen willens sind, Faktoren wie soziale Gegenseitigkeit und Gleichheit in Betracht zu ziehen. Wichtig erscheint die Anmerkung, dass die Höhe des Guthabens nur einen geringen oder keinen Einfluss auf das soziale Verhalten der Menschen hat.

Cameron zum Beispiel führt Ultimatum-Spiele in Indonesien durch, wo das Ausgangsguthaben ungefähr dem Einkommen von drei Monaten entspricht (Cameron, 1999). Der Autor verzeichnet trotzdem keine wesentliche Veränderung im Verhalten der Spieler in der Rolle des Verteilers und nur eine kleine Verringerung der Ablehnungsraten der Reagierenden. Die Befunde einer anderen Studie, in der die Experimente in Israel, Japan, den USA und Jugoslawien durchgeführt werden, legen nahe, dass es auch nur geringe Unterschiede zwischen unterschiedlichen westlichen Ländern gibt (Roth, Prasnikar, Okunofujiwara & Zamir, 1991).

Diese Beobachtungen führten zur Formulierung einer Vielzahl von *Theorien sozialer Präferenzen* durch namhafte Ökonomen (Fehr & Fischbacher, 2004a; Fehr, Fischbacher & Kosfeld, 2005). Eine soziale Präferenz wird als ein Merkmal des Verhaltens oder der Motive eines Individuums angesehen, welches darauf hindeutet, dass das Individuum das Wohlergehen oder – wie bei Experimenten zur Bestrafung – die normative Zurechtweisung eines anderen Individuums in Betracht zieht bzw. sich dafür einsetzt, auch wenn dies den eigenen Nutzen schmälert. In den letzten Jahren wurden verschiedene Theorien sozialer Präferenzen vorgeschlagen (Falk, Fehr & Fischbacher, 2008; Falk & Fischbacher, 2006; Fehr, 2009; Fehr & Fischbacher, 2003), die ihr Augenmerk auf verschiedene menschliche Bedürfnisse legen:

- *Fairness*: Das Bedürfnis danach, dass der zur Verfügung stehende Betrag angemessen aufgeteilt wird;
- *Gegenseitigkeit* oder *Reziprozität*: Das Bedürfnis danach, die guten Handlungen anderer Spieler zu schätzen und zu belohnen, während ihre schlechten Handlungen abgelehnt und bestraft werden;
- *Gleichheit*: Das Bedürfnis nach gleich viel Gewinn für jeden;
- *Effizienz*: Das Bedürfnis danach, den Gewinn aller Gruppenmitglieder – und somit den Gesamtgewinn - durch Kooperation zu steigern oder
- *Reputation*: Das Bedürfnis danach, ein positives soziales Image aufzubauen und aufrechtzuerhalten.

All diese Theorien nehmen an, dass sich der Nutzen einer Option für das Individuum nicht nur aus dem eigenen Ertrag ergibt, sondern zusätzlich auch noch Elemente enthält, die mit dem eigenen Gewinn nichts zu tun haben: Die Befriedigung der aufgeführten sozialen Bedürfnisse geht, ökonomisch gesprochen, in die Nutzenfunktion einer Option mit ein.

Die Theorien sozialer Präferenzen versuchen oft auch die Tatsache zu erklären, dass es eine beträchtliche individuelle Heterogenität in den sozialen Präferenzen gibt. So zeigen einige Menschen kein oder nur wenig Interesse für ihre Interaktionspartner, während andere starke soziale Präferenzen aufweisen (Fehr & Fischbacher, 2003). Die soziale Präferenz ändert sich sogar intra-individuell, je nachdem, in welcher Situation die Menschen sich befinden: In einigen Situationen handeln sie prosozial, in anderen eigennutzorientiert. Die Theorien sozialer Präferenzen versuchen, dieser Tatsache durch die Postulierung eines Kosten-Nutzen-Ausgleichs gerecht zu werden: Je kostspieliger fremd-bezogenes Verhalten ist, desto weniger wahrscheinlich wird es von Menschen gezeigt (Fehr, 2009).

### **2.3.5 Neuronale Basismechanismen in der Sozialen Neuroökonomie**

Ein Ziel der sozialen Neuroökonomie ist es, die Beteiligung von Hirnregionen als Maß dafür zu etablieren, welche kognitiven Prozesse an der Bearbeitung der unterschiedlichen Spielsituationen beteiligt sind (Camerer, 2008; Camerer, Loewenstein & Prelec, 2004). Die angeführten Befunde legen nahe, dass sich ökonomische Entscheidungen beim Spiel mit anderen Personen tatsächlich anhand von neuronalen Mechanismen abbilden lassen, die aus der oben dargestellten Grundlagenforschung zu Entscheidungsfindung (z.B. Bewertung, Emotions- und Konfliktverarbeitung, kognitive Kontrolle; s. Kapitel 2.1; S.14ff.) und sozialem Denken (z.B. Wahrnehmung von Gesten, Empathie und Theory of Mind; siehe Kapitel 2.2; S.26ff.) bereits bekannt sind (Sanfey, 2007b; Walter, Abler, Ciaramidaro & Erk, 2005).

In Bezug auf die Entscheidungsfindung ist beachtlich, dass das durch die Forschung zu Belohnungen identifizierte neuronale Bewertungssystem primärer und sekundärer Verstärker (ventrales und dorsales Striatum; siehe Kapitel 2.1.2; S.18ff.) offensichtlich auch die Belohnung abbildet, die mit dem positiven Gefühl sozialer Wertschätzung (Izuma, Saito & Sadato, 2008), gegenseitiger Kooperation, mit der Hilfe für Bedürftige und Bestrafung von unfairem Sozialverhalten einhergeht. Es scheint deutlich, dass Versuchspersonen einen Nutzen aus gelungenen sozialen Interaktionen ziehen, der über den Wert finanzieller Gewinne hinausgeht, was das Auftreten der oben beschriebenen altruistischen, fairen oder reziproken Verhaltensweisen erklären könnte (Fehr & Camerer, 2007).

Die oben geschilderten Befunde legen außerdem übereinstimmend nahe, dass der DLPFC eine entscheidende Rolle bei der Handlungsplanung und Entscheidungen in zwischenmenschlichen Interaktionen spielt. Dies gilt vermutlich insbesondere dann, wenn unangemessene Motive inhibitorisch kontrolliert werden müssen.

Während klassische Modelle der Entscheidungsfindung den Einfluss von Emotionen größtenteils ignoriert haben, belegen neuroökonomische Studien auch die wichtige Rolle affektiver Erregung (Decety, Jackson, Sommerville, Chaminade & Meltzoff, 2004). Die Beteiligung emotions-assoziierter Areale wie der anterioren Insula und dem dACC deutet auf negative emotionale Zustände hin, die sich als Ergebnis empfundener Ungleichheit und mangelnder Gegenseitigkeit in Spielen ergeben oder aus dem Konflikt zwischen egoistischen und sozialen Präferenzen der Spieler. Einige Theoretiker nehmen an, dass es unter anderem diese aversiven Emotionen sind, die im Laufe der Evolution beim Menschen solche Mechanismen wie Ungleichheitsvermeidung, Kooperationsförderung, Reputationsbildung und normative Sanktionierung von sozial schädigendem Verhalten etablierten (Brüne, 2007; Dunbar & Shultz, 2007; Nowak, 2006). Tatsächlich reagieren sogar schon Kapuzineraffen emotional aversiv auf ungleiche Verteilung von Belohnungen: Sie drücken ihren Unmut aus und beteiligen sich nicht weiter an Aufgaben, in denen gemeinsame Leistung gefordert ist, wenn sie merken, dass ein anderer Affe für weniger Aufwand die gleiche Belohnung erhält (Brosnan & de Waal, 2003).

Die dargestellten neuroökonomischen Studien liefern darüber hinaus Hinweise, wie beim Absolvieren spieltheoretischer Experimente die Absichten und Einstellungen Anderer verarbeitet werden. Teile des in Kapitel 2.2.2.2 (S.30ff.) vorgestellten neuronalen Netzwerkes der Fähigkeit, sich in Andere hineinzusetzen (Theory of Mind) – bestehend insbesondere aus MPFC und pSTS – werden auch dann aktiviert, wenn die Teilnehmer die Entscheidungsstrategien ihrer Mitspieler einschätzen (Bhatt & Camerer, 2005) oder wenn das Spiel mit einem Menschen - relativ zu einer Interaktion mit einem computergesteuerten Zufallsgenerator - durchgeführt wird (Rilling, Sanfey, Aronson, Nystrom & Cohen, 2004).

## 2.4 Die Grundlagen der funktionellen Magnetresonanztomographie

Die in den vorangegangenen Abschnitten referierten Befunde wurden zum überwiegenden Teil durch den Einsatz der Forschungsmethode der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) erbracht. Die Anwendung dieser Methode wird auch im Kernstück der vorliegenden Arbeit (Studie 2) im Zentrum stehen. Zunächst werden die physikalischen, neurophysiologischen und datenanalytischen Grundlagen der fMRT erläutert. Im Anschluss daran erfolgen kritische forschungsmethodische und erkenntnistheoretische Anmerkungen.

### 2.4.1 Physikalische Grundlagen der fMRT

Das Grundprinzip der Magnetresonanztomographie (MRT, Synonym: Kernspintomographie) ist simpel: Die Versuchsperson wird während des Versuches im MR-Tomographen einem starken Magnetfeld ausgesetzt. Im Verlauf der Untersuchung werden in ihrem Körper magnetische Reaktionen hervorgerufen, die zu einem messbaren Signal führen. Das Signal zeigt an, welche physikalischen Eigenschaften (zum Beispiel Wasser-, Fett- oder Sauerstoffgehalt) ein Gewebe an einer bestimmten Stelle des Körpers aufweist. Zur *funktionellen* Magnetresonanztomographie (fMRT) wird die MRT durch eine geringfügige Abwandlung, durch die sie nicht in erster Linie anatomische Gegebenheiten, sondern den Energiestoffwechsel des Gehirnes beim Ausüben unterschiedlicher kognitiver Funktionen abbildet.

Die nachfolgenden Informationen zu den physikalischen Grundlagen der fMRT beruhen hauptsächlich auf Ausführungen einer Dokumentation (Hendrix & Krempe, 2003), welche die Firma Siemens zusammen mit einem installierten fMRT-Scanner bereitstellt. Die in dieser Quelle enthaltenen Informationen werden im Folgenden auf das für ein Verständnis der vorliegenden Arbeit Wesentliche und Notwendige reduziert und zusammengefasst.

Der MR-Tomograph hat meist die Form einer sehr dickwandigen Röhre, in deren Höhlung eine Liege mit einer darauf positionierten Person eingefahren werden kann. Der Tomograph besteht aus drei Hauptkomponenten.

Die wichtigste Komponente ist ein starker Magnet, der das für die MRT benötigte homogene Magnetfeld erzeugt. Die derzeit optimale Feldstärke für die Hirnforschung oder

klinische Bildgebung liegt bei 1,5 bis 3 Tesla, wobei 1 Tesla ungefähr dem 20.000-fachen des natürlichen Magnetfeldes der Erde entspricht. Das Magnetfeld des Scanners bleibt immer gleich, seine Richtung und Stärke verändert sich nicht – es ist statisch.

Zusätzlich zu der Spule des Hauptmagneten besitzt die MR-Anlage drei sogenannte Gradienten, je einen für die drei Ebenen im Raum (x-, y- und z-Ebene). Durch die Gradienten lässt sich das statische Magnetfeld des Scanners so verändern, dass es in eine Richtung der Raumebene schwächer, zur anderen Richtung stärker wird.

Die dritte wichtige Komponente des MR-Scanners ist das Hochfrequenz-System (HF-System). Auch dieses System besteht aus einer Spule, die zum einen gepulste magnetische Hochfrequenz-Felder (HF-Pulse) anregt und zum anderen das von Bestandteilen des Gewebes abgegebene MR-Signal empfängt. In der fMRT-Hirnforschung befindet sich diese Spule zumeist in einem käfigartigen Helm, der auf der Liege installiert ist und der Versuchsperson über den Kopf gezogen wird.

Die MRT nutzt zur Bildgebung die magnetischen Eigenschaften von Wasserstoffprotonen. Die Rotation des Protons (*Spin*) um die eigene Achse ist die tiefere Ursache für die Fähigkeit zur Magnetresonanz: Durch den Spin ist der Atomkern des Wasserstoffs stets magnetisch – man spricht vom Spinnmagnetismus. Die magnetische Wirkung mehrerer Protonen wirkt additiv.

Mit der MRT misst man nicht die Wirkung jedes einzelnen Spins im Körper, sondern die Gesamtheit aller Wirkungen von Protonenspins innerhalb eines Volumenelements (Voxel). Normalerweise sind die Spins zufällig ausgerichtet, wodurch sich die einzelnen magnetischen Wirkungen kompensieren. Dann ist die Gesamtheit der Wirkung nach außen unmagnetisch.

Wird der menschliche Körper im Magnetresonanztomographen einem starken Magnetfeld ausgesetzt, entsteht im Gewebe eine schwache Magnetisierung in Richtung der Feldlinien des Tomographen, welche von außen messbar ist. Die Spinnmagnete schwingen um die Richtung des externen Magnetfeldes (*Präzession*). Hilfreich kann hier die Vorstellung eines sich drehenden Kreisels (Spinnmagnet) sein, den man anstößt und so aus seinem aufrechten Stand auslenkt – und der daraufhin beginnt, um die Senkrechte (Magnetfeld des Scanners) zu schwingen (Abbildung 16).



Abbildung 16. Visuelle Analogie zu der Präzession eines Spins um das statische Magnetfeld des Scanners (Quelle: Abbildung übernommen von Hendrix und Krempe 2003, S. 38).

Die Präzessionsfrequenz der Spinvektoren (auch *Lamorfrequenz*) hängt von der Stärke des angelegten Magnetfeldes ab. Bei den verwendeten Feldstärken liegt sie im hochfrequenten Radiowellenbereich (bei 1 Tesla etwa 42 MHz). Die Signale einer Gruppe von Spinkreisen lassen sich empfangen, wenn die Empfangstechnik des MR-Gerätes auf die Lamorfrequenz der Spins abgestimmt ist.

Für die weiteren Erläuterungen und das Verständnis von Befunden der funktionellen Bildgebung ist es hilfreich, ein Koordinatensystem der Raumrichtungen festzulegen. Abbildung 17 zeigt ein xyz-Koordinatensystem, das auf eine Versuchsperson auf der Liege im Scanner projiziert wird. Die z-Achse weist in Richtung des Magnetfeldes des Scanners. Außerdem ist eine Schicht Voxel in der xy-Ebene (mit stark verlängert dargestellten Seitenkanten der Voxel) eingezeichnet. Abbildung 18 zeigt eine Sicht auf den Raum aus anderer Perspektive. Hier stellen die senkrechten blauen Linien das statische Magnetfeld des Scanners dar. Wieder befindet sich die xy-Ebene quer zum Magnetfeld in z-Richtung.

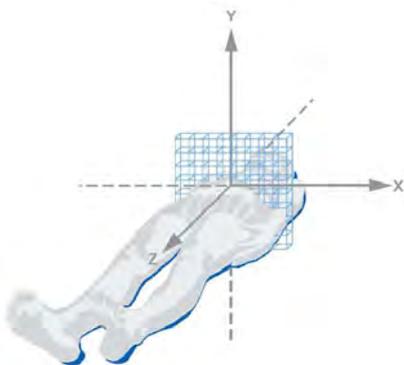


Abbildung 17. Die Raumrichtungen x, y, z in Bezug zur Lage einer Person im Scanner (Quelle: Abbildung übernommen von Hendrix und Krempe 2003, S. 105).

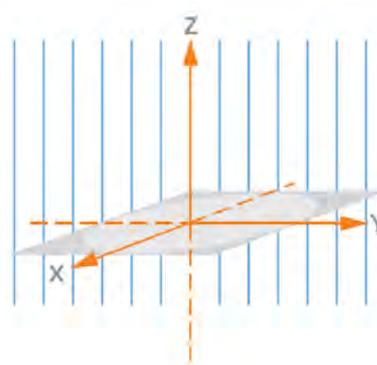


Abbildung 18. Darstellung der Raumrichtungen x, y, z, wie sie in den folgenden Erläuterungen verwendet wird (Quelle: Abbildung übernommen von Hendrix und Krempe 2003, S. 43).

Abbildung 19 zeigt eine schematische Darstellung von 6 Spins (blaue Vektoren), die sich um die Ausrichtung des statischen Magnetfeldes des Scanners drehen. Die Spins kreiseln mit unterschiedlichen Phasenlagen, d.h. sie sind nicht alle an der gleichen Position auf dem orangenen Kreis. Durch dieses Verhalten heben sich die magnetischen Wirkungen der Spins *quer* zum statischen Magnetfeld des Scanners auf. Während die *Quermagnetisierung* also null ist, liegt eine *Längsmagnetisierung* (*längs* zum Magnetfeld des Scanners in z-Richtung) vor.

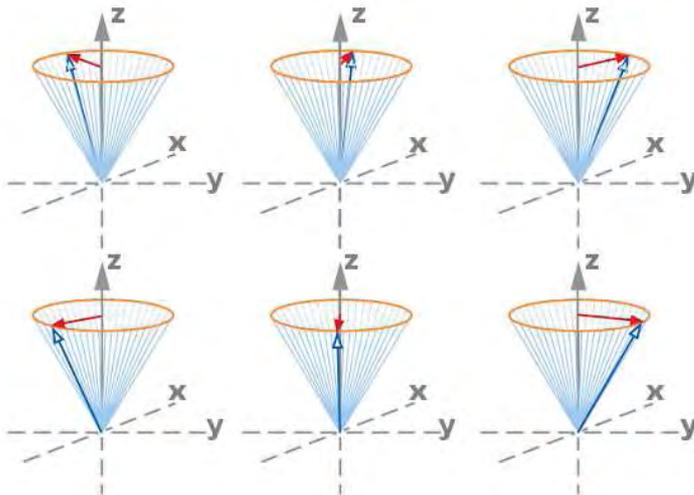


Abbildung 19. Schematische Darstellung von 6 Protonenspins (Quelle: Abbildung übernommen von Hendrix und Krempe 2003, S. 44 und modifiziert).

Der nächste Schritt beim Verfahren der MRT besteht darin, die Spins aus dem Gleichgewicht zu bringen, in das sie durch das statische Magnetfeld des Scanners gebracht wurden. Dies geschieht, indem man eine zusätzliche Magnetwelle (*Hochfrequenz-Puls*, kurz HF-Puls) quer durch das Magnetfeld des Scanners sendet. Hierbei müssen HF-Puls und Protonenspins in *Resonanz* sein, d.h. ihre Drehgeschwindigkeiten müssen übereinstimmen. Die Magnetresonanz bewirkt, dass die Spinmagneten 'umkippen': Sie präzedieren nun um die Wirkungsachse des HF-Pulses. Je stärker die Energie des HF-Pulses ist, desto größer ist der Kippwinkel. So entsteht zum Beispiel durch einen  $90^\circ$ -Puls eine Magnetisierung quer zum statischen Magnetfeld des Scanners. Nach dem HF-Puls richten sich die Spinmagneten langsam wieder auf. Die Abbildungen 20 A-D sollen diese Schritte verdeutlichen.

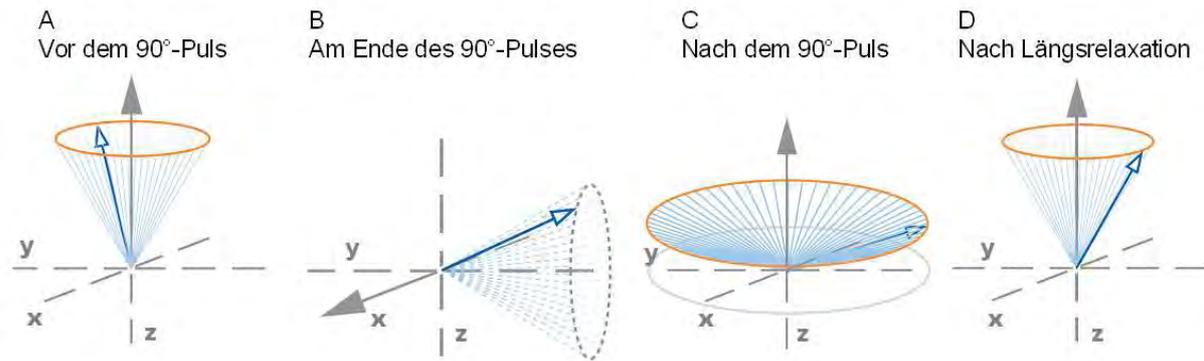


Abbildung 20 A-D. Schematische Darstellung der Auswirkungen eines 90°-Hochfrequenzpulses auf den Spin (Quelle: Abbildungen übernommen von Hendrix und Krempe 2003, S.56-S.75 und modifiziert).

Direkt am Ende des HF-Pulses (Abbildung 20 B), wenn alle Spins phasenkohärent kreiseln, verhalten sie sich wie ein einziger großer Magnet, der in der xy-Ebene rotiert. Diese Quermagnetisierung erzeugt in der Empfängerspule des HF-Systems eine elektrische Spannung - das MR-Signal. Es kann von dem Hochfrequenz-System des Scanners aufgezeichnet werden.

Die Abbildungen 20 C und D zeigen, wie die Spins nach dem HF-Puls langsam wieder ihren Grundzustand einnehmen. Dabei zerfällt die Quermagnetisierung und die Längsmagnetisierung baut sich wieder auf. Beide Prozesse nennt man auch Quer- bzw. Längsrelaxation.

Die Dauer von Längsrelaxation ( $T_1$ ) und Querrelaxation ( $T_2$ ) kann gemessen werden. Sie ist von der Zusammensetzung des Gewebes, in dem sich die Protonen befinden, abhängig. Durch diese Tatsache wird es möglich, die Versorgung von Gehirnregionen mit Sauerstoff sichtbar zu machen - eine Funktion, auf der die bildliche Darstellung von Hirnfunktionen beruht (s.u.).

Besondere Bedeutung hat die *Echoplanare Bildgebung* (engl.: *echoplanar imaging: EPI*). Sie ist derzeit eine der schnellsten Sequenzen und kann nach nur einem einzigen anregenden HF-Puls eine ganze Serie von Schichten aufnehmen. Dadurch eignet sie sich besonders zur Untersuchung dynamischer Vorgänge, wie zum Beispiel in der funktionellen Neurobildgebung.

## 2.4.2 Neurophysiologische Grundlagen der fMRT

Die Aktivierung von Neuronen verbraucht Energie. Diese Energie erhalten die Neuronen durch den Blutkreislauf in Form von Glucose und Sauerstoff. Während das

Hämoglobin in den Arterien fast vollständig mit Sauerstoff besetzt (oxygeniert) ist, befindet sich in den Venen sowohl oxygeniertes als auch sauerstoffarmes (deoxygeniertes) Hämoglobin.

Bei einer lokalen Verstärkung der Aktivität von Neuronen ergibt sich kurzfristig eine regionale Erhöhung des Anteils deoxygenierten Blutes im abtransportierten Blut (Goebel & Kriegeskorte, 2005a). Weiterhin führt der erhöhte Energieverbrauch nach einer kurzen Latenz zu einer Verstärkung der lokalen Durchblutung. Durch diese hämodynamische Reaktion wird die erhöhte Deoxygenierungsrate kompensiert. Innerhalb weniger Sekunden führt der Prozess sogar zu einer deutlichen lokalen Überversorgung mit sauerstoffreichem Blut, was vermutlich mit der Antizipation eines fortlaufenden Energiebedarfes in dieser Region zusammenhängt.

Ogawa und Kollegen beschreiben zu Beginn der 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts nach Untersuchungen mit Ratten, dass das Verhältnis zwischen sauerstoffreichem und sauerstoffarmen Blut das Signal von Kernspinaufnahmen beeinflusst (Ogawa, Lee, Kay & Tank, 1990). Sie nannten diesen Effekt sinngemäß *vom Sauerstoffgehalt des Blutes abhängig* (engl.: *blood oxygenation level dependent, BOLD*). Je mehr sauerstoffreiches Blut sich in einem Hirnbereich befindet, desto langsamer zerfällt die Quermagnetisierung nach dem HF-Puls und dementsprechend stärker ist das MR-Signal. Alle gegenwärtig mit Menschen durchgeführten fMRT-Studien basieren auf dieser Messung des MR-Signals, welches durch die etwas verzögert eintretende, größere und länger anhaltende Überversorgung mit sauerstoffreichem Blut hervorgerufen wird (Goebel & Kriegeskorte, 2005a; Wager, Hernandez, Jonides & Lindquist, 2007).

Der Zeitverlauf der hämodynamischen Reaktion wurde in der primären Sehrinde von Affen mittels gleichzeitig vorgenommener Einzelzelleitungen und fMRT-Messungen genau untersucht (Logothetis, Pauls, Augath, Trinath & Oeltermann, 2001). Bei der Darbietung eines visuellen Reizes für 100ms beginnt das fMRT-Signal in der Sehrinde des Cortex nach ca. 2 Sekunden anzusteigen und erreicht nach etwa 6 Sekunden sein Maximum. Nach etwa 10 bis 12 Sekunden befindet es sich wieder auf dem Ausgangsniveau (Goebel & Kriegeskorte, 2005a). Einer kurzen neuronalen Antwort von 100ms entspricht also ein etwa 12 Sekunden andauerndes fMRT-Signal. Außerdem konnte gezeigt werden, dass sich die Antwortlatenzen von neuronaler Aktivierung und fMRT-Signal auf der Ebene basaler Reizverarbeitung relativ gut entsprechen (Menon & Kim, 1999).

Die Beschreibung der Zusammenhänge zwischen neuronaler Aktivierung und hämodynamischer Reaktion kann für höhere kognitive Prozesse leider nicht so einfach erfolgen wie für die Verarbeitung visueller Reize. Dies liegt daran, dass man die Aktivierung immer weniger zeitlich präzise experimentell beeinflussen kann, je höher strukturiert ein kognitiver Prozess ist (Goebel & Kriegeskorte, 2005a). Um, wie in der vorliegenden Arbeit, Prozesse der Entscheidungsfindung oder sozialen Kognition untersuchen zu können, muss man sich daher auf die gut begründete Annahme verlassen, dass der Zeitverlauf der hämodynamischen Reaktion aller Gehirnregionen in etwa dem oben beschriebenen Modell der BOLD-Antwort entspricht (Wager, Hernandez, Jonides & Lindquist, 2007).

### 2.4.3 Die statistische Analyse von fMRT-Daten

In der funktionellen Bildgebung wird am häufigsten die EPI-Messesequenz (engl.: *echo planar imaging*) verwendet. Mit dieser Sequenz kann eine Schicht aus 46x46 Bildpunkten in weniger als 100 Millisekunden aufgenommen werden. In der Regel dauert die Aufnahme des Hirnvolumens (z.B. als 30 Schichten mit einer Dicke von jeweils 30mm) zwischen 2-3 Sekunden. Solch eine komplette Aufnahme aller Schichten des Gehirnes wird als *funktionelles Volumen* bezeichnet und die Zeit, die es zu ihrer Messung bedarf, wird TR (Time of repetition) genannt. Die vollständige funktionelle MRT-Messung besteht typischerweise aus wiederholten Messungen von 100 bis 600 funktionellen Volumina, in denen der Proband die verschiedenen Bedingungen eines Experimentes durchläuft.

Die Datenanalyse wird in mehreren Schritten durchgeführt (Goebel & Kriegeskorte, 2005b). Zunächst werden die Datensätze der einzelnen Probanden vorverarbeitet und einzeln ausgewertet. Danach werden sie in eine Gruppenanalyse integriert. All diese Schritte werden im Folgenden kurz erläutert. Sie sind in die gängigen Softwarepakete, zum Beispiel in das vom *Wellcome Trust Centre for Neuroimaging* in London erstellte *Statistical Parametric Mapping* (SPM), implementiert (FIL\_Methods\_Group, 2006). Obwohl in der Forschungsgemeinschaft ein gewisser Konsens über die Verwendung der einzelnen Verarbeitungsschritte besteht, unterliegt die konkrete Umsetzung einem stetigen Prozess der Entwicklung (oft geleitet durch das Prinzip *trial and error*). Daher sind Diskussionen der angemessenen

Auswertungsstrategien, des Testens und Verwerfens von neuen Verarbeitungs-‘Moden’ innerhalb und zwischen Forschungsgruppen durchaus üblich.

### **2.4.3.1 Die Vorverarbeitung funktioneller Daten**

Die Vorverarbeitung von fMRT-Daten vollzieht sich meist in den folgenden Schritten: Entdeckung und Entfernung von Kopfbewegungsartefakten (räumliche Bewegungskorrektur, engl.: *spatial realignment*), Anpassung des individuellen Hirnvolumens an ein Referenzgehirn (engl.: *spatial normalization*) und räumliche Glättung der Daten (engl.: *spatial smoothing*).

Die räumliche Bewegungskorrektur (engl.: *spatial realignment*) umfasst die Entdeckung und Korrektur von Kopfbewegungen, durch welche die Qualität der fMRT-Daten stark beeinträchtigt wird. Bei Bewegungen von mehr als 5 mm wird der Datensatz der Versuchsperson in der Regel gar nicht weiter analysiert. Für die räumliche Bewegungskorrektur wird ein funktionelles Volumen (eine Messung aller Schichten, s.o.) als Referenzvolumen ausgewählt. Sodann werden alle anderen funktionellen Volumina an dieses Referenzvolumen angeglichen. Hierzu geht man davon aus, dass sich jede Kopfbewegung durch sechs Parameter beschreiben lässt: Parameter für Verschiebungen in den drei Raumdimensionen und Rotationen um die drei Raumachsen. Diese sechs Parameter, welche die Bewegung eines beliebigen Volumens zu dem Referenzvolumen beschreiben, werden durch Wiederholung eines iterativen Verfahrens ermittelt, bei dem analysiert wird, wie sich das Volumen verschieben beziehungsweise drehen muss, damit die Intensitäten der MR-Signale (über alle Voxel hinweg gemittelt) besser mit den Intensitätswerten des Referenzvolumens übereinstimmen. Die so ermittelten Parameter werden verwendet, um jedes Volumen zu transformieren. Die Kopfbewegungseffekte werden somit weitestgehend ausgeschaltet (Goebel & Kriegeskorte, 2005b).

Während eines fMRT-Exerimentes werden die Daten verschiedener Versuchspersonen gesammelt. Doch die Gehirne der Versuchspersonen unterscheiden sich mitunter stark in ihrer Ausrichtung, Größe und Form. Im Zuge der räumlichen Normalisierung (engl.: *spatial normalization*) werden diese Merkmale des individuellen Gehirns so weit verändert, bis sie der Ausrichtung, der Größe und der Form eines Standardgehirns entsprechen. Erst durch diese Veränderungen wird eine Gruppenanalyse über mehrere Subjekte hinweg, aber auch ein Vergleich der Forschungsergebnisse unterschiedlicher Studien, möglich. Ein viel verwendetes Standardgehirn ist zum Beispiel

das vom Montreal Neurological Institute veröffentlichte *MNI-template* (Evans, Collins, Mills, Brown, Kelly & Peters, 1993). Zur Erstellung des MNI-template wurde eine große Serie von MRT-Aufnahmen nicht-hirngeschädigter Versuchspersonen gemittelt.

Bei der räumlichen Glättung (engl.: *spatial smoothing*) der Daten wird jedes der dreidimensionalen Volumen mit einem 3D Gauss-Kernel 'gefaltet'. Dazu werden die Intensitäten nebeneinanderliegender Voxel gemittelt, was das Gesamtbild 'verwischt'. So werden harte Grenzen aufgeweicht und das Verhältnis zwischen Signal und Rauschen wird erhöht. Diese räumliche Glättung macht außerdem Vergleiche zwischen Versuchspersonen leichter.

### 2.4.3.2 Inferenzstatistische Analyse funktioneller Daten

In der Analyse von fMRT-Daten wird die Korrelationsanalyse kontinuierlich variierender Variablen angewendet (Goebel & Kriegeskorte, 2005b). Die unabhängige Variable ist dabei der vom Untersucher erwartete Verlauf des durchblutungsbedingten fMRT-Signals, der sich aus einer Verknüpfung von experimentellem Design und dem Modell der neuronalen Durchblutungsreaktion (hämodynamische BOLD-Reaktion, s.o.) ergibt. Bei der Korrelationsanalyse wird dieser erwartete fMRT-Signalverlauf mit dem tatsächlich bei der Messung vorgefundenen Voxelzeitverlauf über alle Messzeitpunkte hinweg verglichen.

Da in fMRT-Experimenten meist mehrere experimentelle Bedingungen miteinander verglichen werden sollen, wird das Allgemeine Lineare Modell (ALM) verwendet, welches auch als Verallgemeinerung der oben beschriebenen linearen Korrelationsanalyse verstanden werden kann. Im Rahmen der fMRT-Analyse wird für jede Voxelzeitreihe, also den Aktivierungsverlauf eines Voxels über die Zeitdauer des gesamten Experimentes, separat eine Analyse ausgeführt. Die Modellzeitreihen der erwarteten zeitlichen Verlaufsform der fMRT-Signale werden im Rahmen des ALM auch als *Regressoren* oder *Prädiktoren* bezeichnet. Alle Regressoren zusammengenommen bilden die *Designmatrix*.

Abbildung 21 zeigt eine Designmatrix für eine Versuchsperson in einem einfachen visuellen fMRT-Experiment, das der Autor der vorliegenden Schrift zu Testzwecken durchführte. Der Versuchsperson werden abwechselnd jeweils 3 Blöcke aufeinanderfolgender Bilder (Länge eines Blockes: 16 Sekunden) dargeboten. Die Bilder

zeigen entweder Plätze (Häuser, Stadtszenen) oder Gesichter. Zwischen den Bilderblöcken wird eine Pause (ein Fixationskreuz) eingeblendet.

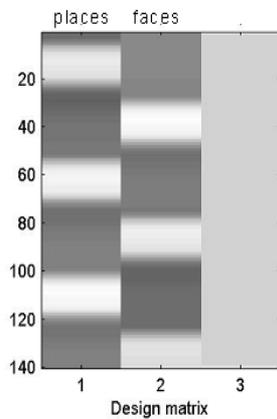


Abbildung 21. Beispiel der Darstellung einer Designmatrix im Auswertungsprogramm SPM (Quelle: selbst).

Die dargestellte Designmatrix hat 140 Zeilen und 3 Spalten. Die Zeilen entsprechen den im Verlauf des Experimentes aufgezeichneten 140 funktionellen Volumina, also 140 Messungen von jeweils 30 Schichten des Gehirns. Die Zeilen von 0 bis 140 lassen sich daher auch als Zeitverlauf des Experimentes begreifen. Die Färbung der ersten beiden Spalten ergeben sich aus einer Kombination des experimentellen Designs (wann der Versuchsperson welche Bedingung dargeboten wurde) und der Form der angenommenen hämodynamischen Reaktion auf die Bedingungen: Je heller die Darstellung einer Zeile, desto stärker die erwartete hämodynamische Reaktion. Der Designmatrix kann so z.B. entnommen werden, dass es jeweils drei Blöcke (helle Felder, die sich über die Zeilen eines Regressors erstrecken) mit Gesichtern und Plätzen gab, mit einem Gesichter-Block begonnen wurde und die Blöcke durch eine kurze Pause voneinander getrennt waren (es gibt Zeilen, die bei beiden Regressoren dunkel sind). Zu Beginn und Ende eines Blockes gehen dunkle und helle Bereiche langsam ineinander über, worin sich der langsame Auf- und Abbau des angenommenen BOLD-Signalverlaufes widerspiegelt.

Nachdem das Modell der erwarteten fMRT-Signalverläufe aufgestellt wurde, wird die Amplitude des Zeitverlaufs (auch *Beta-Gewicht* oder *Regressionsgewicht* genannt) für jede Bedingung aufgrund der tatsächlich gemessenen Daten geschätzt. Das hierfür verwendete ALM lässt sich in mathematischer Form als Gleichungssystem darstellen (angelehnt an Goebel und Kriegeskorte, 2005b):

$$\begin{array}{rcll}
y_1 & = & \beta_1 X_{1;1} & + \beta_2 X_{1;2} & + e_1 \\
y_2 & = & \beta_1 X_{2;1} & + \beta_2 X_{2;2} & + e_2 \\
y_3 & = & \beta_1 X_{3;1} & + \beta_2 X_{3;2} & + e_3 \\
\cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\
y_{140} & = & \beta_1 X_{140;1} & + \beta_2 X_{140;2} & + e_{140}
\end{array}$$

Die  $y$ -Werte stehen in diesem Gleichungssystem für die tatsächlich gemessene Signal-Zeitreihe eines Voxels.  $y_1$  ist also der Messwert des Voxels zum Zeitpunkt 1,  $y_2$  der Messwert des Voxels zum Zeitpunkt 2 usw.

Die Voxelzeitreihe auf der linken Seite vom Gleichheitszeichen wird durch die Terme der rechten Seite erklärt. Die ersten beiden Spalten auf der rechten Seite beinhalten die Prädiktoren der erwarteten Zeitverläufe ( $X_{i;j}$ ) für die beiden Bedingungen Gesichter und Plätze.

Für jedes einzelne Voxel im Gehirn wird nun unabhängig dieselbe Analyse ausgeführt: Die fMRT-Zeitreihe  $y$  des Voxels wird als Summe der mit ihren Beta-Gewichten  $\beta$  multiplizierten Prädiktorenfunktionen ( $X_{i;j}$ ) modelliert. Dazu werden die Beta-Gewichte so gewählt, dass die resultierende Modellzeitreihe den tatsächlich im Voxel gemessenen Daten möglichst nahe kommt. Das geschieht über die Minimierung der quadrierten Summe der Abweichungsquadrate  $e$  (auch *Vorhersagefehler* oder *Residuen*).

Diese zu den Prädiktoren geschätzten Beta-Gewichte sind letztendlich das Maß dafür, inwieweit die modellierten Bedingungen zur Erklärung der gemessenen Voxelzeitreihe benötigt werden: Ein großes Beta-Gewicht auf einem Regressor macht deutlich, dass die Hirnregion, aus der das Voxel stammt, während der zugehörigen Bedingung ein starkes fMRT-Signal aufweist.

Als nächstes können mit dem ALM gezielte Einzelvergleiche geprüft werden. Hierzu formuliert man *Kontraste* (Linearkombinationen von Beta-Gewichten) und prüft anschließend deren statistische Signifikanz. Für jede beliebige Linearkombination lässt sich testen, ob sie signifikant von 0 abweicht.

Zur Verdeutlichung dient abermals ein Bezug auf das oben angeführte Beispielerperiment (Gesichter/Plätze). Die Forschungsfrage könnte zum Beispiel lauten: Weist ein Voxel für die Bedingung *Plätze* eine signifikant stärkere neuronale Antwort auf als für die Bedingung *Gesichter*? Man würde also den Kontrast [+1 -1] formulieren und testen.

Die graphische Darstellung dieses Kontrastes bietet Abbildung 22. Die Kontrastgewichte +1 und -1 werden in SPM als graue Balken in einem separaten Diagramm über den zugehörigen Regressoren des Modells positioniert.

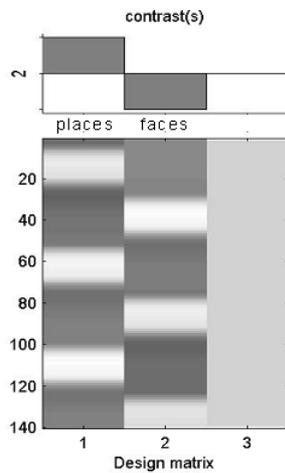


Abbildung 22. Designmatrix zu dem Experiment Plätze/Gesichter mit Darstellung des Kontrastes [+1 -1] (Quelle: selbst).

Bei der Formulierung des Kontrastes [+1 -1] testet man die Nullhypothese  $\beta_1 - \beta_2 = 0$  (bzw.  $\beta_1 = \beta_2$ ) gegen die Alternativhypothese  $\beta_1 > \beta_2$  (d.h.: Das Voxel ist während Bedingung *places* mehr aktiviert als bei Bedingung *faces*). Die Nullhypothese wird mit einem *t*-Test überprüft: Anhand der *t*-Verteilung lässt sich die Frage beantworten, wie wahrscheinlich es unter der Nullhypothese ist, dass ein so großer (oder größerer) Kontrasteffekt im Signalverlauf dieses Voxels erscheint.

### 2.4.3.3 Erstellung von statistischen Karten und Visualisierung von Aktivierungen

Wenn das ALM für jede Voxelzeitreihe unabhängig durchgeführt wird und die geschätzten Beta-Gewichte für jedes Voxel liefert, charakterisieren diese das Antwortverhalten des Gehirns für jedes Voxel.

Weiterhin erhält man für jedes Voxel einen *t*-Wert, wenn zur Überprüfung einer Hypothese wie oben beschrieben ein Kontrast formuliert wird. Die so ermittelten statistischen Kennwerte für alle Voxel bilden einen neuen 3D-Datensatz – die statistische Karte. Zur Visualisierung dieser statistischen Karten werden statt der ursprünglichen Intensitätswerte des Signals aus einem Voxel nun die berechneten statistischen Kennwerte angezeigt. Diese Karten sind zumeist so gestaltet, dass nur Voxel mit einem statistisch

signifikanten Effekt dargestellt werden. Der berechnete statistische Wert wird also mit einer vorgegebenen statistischen Schwelle verglichen und jene Voxel, deren statistische Werte diese Signifikanzschwelle überschreiten, abgebildet.

Zur Darstellung wird die Signifikanz des Voxels meist farblich kodiert, mit einem Verlauf von Dunkel-Rot nach Weiß-Gelb, wobei die Farbskala die Signifikanz widerspiegelt: Je höher ein  $t$ -Wert und der entsprechende  $p$ -Wert eines Voxels ist, desto weniger rot und mehr weiß-gelb wird das Voxel eingefärbt.

Abbildung 23 zeigt die statistische Karte für den Kontrast [Plätze > Gesichter] bei einer Versuchsperson im oben vorgestellten Beispiexperiment. Die Darstellungen in der oberen Zeile sind sogenannte *glas-brains* mit drei Abbildungen aller signifikanten Voxel, in denen sich mehr Aktivierung beim Betrachten von Plätzen als beim Betrachten von Gesichtern zeigt. Den *glas-brain* Zeichnungen in Abbildung 23 wurden durch den Autor der vorliegenden Schrift wörtliche Beschreibungen der Perspektiven hinzugefügt. Koordinaten im *glas-brain* beziehen sich auf den Standardraum des MNI-templates (s.o.), wodurch ein Vergleich von Befunden unterschiedlicher Forschungsgruppen möglich wird. Unter den *glas-brains* findet sich in Abbildung 23 eine Darstellungsweise, bei der die statistische Karte auf das oben vorgestellte Standardgehirn MNI-template projiziert wird.

Die hier gefundene Aktivierung beim Kontrast [Plätze > Gesichter] entspricht der von Nancy Kanwisher und Kollegen beschriebenen Region im parahippocampalen Gyrus, die besonders beim Betrachten von Gebäuden, Stadtszenen oder Plätzen involviert ist (Epstein, Harris, Stanley & Kanwisher, 1999).

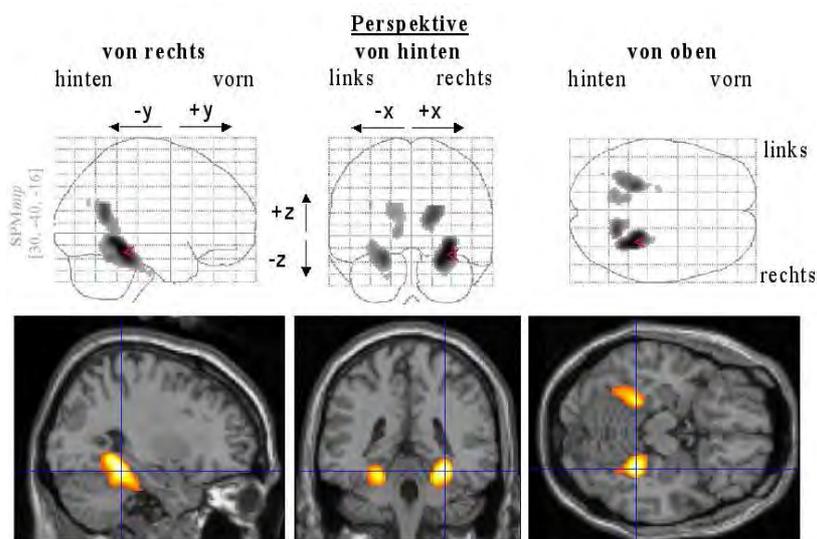


Abbildung 23. Visualisierung der statistische Karte für den Kontrast [Plätze > Gesichter] bei einer Versuchsperson im Beispiexperiment (Quelle: selbst).

An dieser Stelle wird auch das sogenannte *Subtraktionsprinzip* der funktionellen Bildgebung deutlich. Beim Vergleich von zwei Prozessen – also z.B. dem Betrachten von Plätzen mit dem Betrachten von Gesichtern – mitteln sich jene neuronalen Mechanismen, die bei beiden Prozessen gleichermaßen ablaufen (wie z.B. allgemeine visuelle Verarbeitung), heraus. In den Aktivierungskarten in Abbildung 23 werden aus diesem Grund auch keine aktiven Voxel im visuellen Cortex angezeigt. Dies unterstreicht eine entscheidende Voraussetzung von fMRT-Experimenten. Die zu vergleichenden Bedingungen sollten möglichst ähnlich sein und sich nur im Hinblick auf das den Untersucher interessierende Merkmal unterscheiden.

Für jedes ausgewählte Voxel lassen sich darüber hinaus die statistischen Kennwerte und die Größe der einzelnen Beta-Werte für jeden Regressor angeben. Außerdem ermittelt SPM5, wie viele Voxel ein zusammenhängendes Cluster bilden.

#### **2.4.3.4 Das Problem der multiplen Einzelvergleiche**

Die Wahl der statistischen Schwelle wird in der fMRT-Forschung immer wieder debattiert. Genau wie bei anderen statistischen Fragestellungen wird hierzu ein  $p$ -Wert gewählt, der angibt, wie wahrscheinlich die Ausprägung eines statistischen Kennwertes unter der Annahme der Nullhypothese ist. Der  $p$ -Wert wird aus dem statistischen Kennwert und der Anzahl der Freiheitsgrade berechnet. Wenn es nur einen einzigen Voxelzeitverlauf gäbe, so könnte man sich an konventionelle Signifikanzwerte ( $p < 0,05$  oder  $p < 0,01$ ) halten. Die Datenanalyse wird aber beim fMRT für jedes Voxel einzeln durchgeführt. Das statistische Prinzip bedeutet, dass bei 100maliger Wiederholung des Zufallsexperimentes und der festgesetzten Irrtumswahrscheinlichkeit von  $p < 0,05$  mit fünf zufällig signifikanten Werten zu rechnen ist (selbst wenn die Nullhypothese überall zutrifft). Konsequenterweise muss bei einer typischen fMRT-Messung, bei der man etwa 30000 bis 100000 Voxel weitgehend unabhängig räumlich parallel misst, im Durchschnitt über viele Experimente mit 5000 irrtümlich als positiv identifizierten Voxeln gerechnet werden (Goebel & Kriegeskorte, 2005b).

Lange Zeit bestand ein Lösungsansatz für dieses Problem darin, die statistische Schwelle auf das strenge Niveau von  $p < 0,001$  zu setzen und nur jene Regionen bei der Diskussion in Betracht zu ziehen, in denen zusammenhängende Cluster (gewöhnlich mehr als 30 Voxel) diese Schwelle übersteigen. Die Idee dahinter ist, dass ein einzeln liegendes signifikantes Voxel durchaus Rauschen darstellen könnte, dass dies aber für ein ganzes

Cluster aus vielen aneinanderliegenden Voxeln eher unwahrscheinlich ist. In Studien der letzten Jahre wird oft ein ähnliches Vorgehen angewendet, besonders wenn man sich auf a-priori-Hypothesen stützen kann, die sich aus den Befunden vorangegangener Studien ergeben (Rilling, Sanfey, Aronson, Nystrom & Cohen, 2004; Sanfey, Rilling, Aronson, Nystrom & Cohen, 2003; Spitzer, Fischbacher, Herrnberger, Gron & Fehr, 2007).

Ein Problem mit diesem Ansatz besteht aber darin, dass man eventuell wahre Aktivierungen von kleinen Modulen im Gehirn nicht entdeckt.

Ein neuerer Ansatz zur Korrektur für multiple Vergleiche ist eine Umsetzung der Bonferroni-Korrektur (Goebel & Kriegeskorte, 2005b). Bei der Bonferroni-Korrektur gilt, unter der Annahme unabhängiger Tests,  $p_{\text{corr}} = p/N$ . Das korrigierte Signifikanzniveau ergibt sich also aus der Division des Signifikanzniveaus für den Gesamttest (z.B.  $p=0,05$ ) durch die Anzahl der Tests (hier: Anzahl der Voxel). Durch das Verfahren wird garantiert, dass die Wahrscheinlichkeit, dass auch nur eines der 100000 Voxel fälschlich als signifikant bezeichnet wird (wenn in Wirklichkeit kein Effekt vorliegt) nicht größer als 5% ist. Mit dieser Korrektur kontrolliert man also den Fehler erster Art sehr stringent. Sie ist in SPM unter dem Namen FWE-Korrektur (engl.: *family-wise-error*) implementiert. Da Zeitreihen benachbarter Voxel aber nicht unabhängig sind, sondern vermutlich eine gewisse Korrelation aufweisen, ist das Bonferroni-Verfahren eventuell zu konservativ, d.h. die tatsächliche Wahrscheinlichkeit falsch positiver Tests ist bei Bonferroni-Korrektur viel geringer als der gesetzte Wert von 5%. Diese Tatsache geht stark auf Kosten der Sensitivität, was bedeutet, dass wahre Effekte häufig nicht entdeckt werden.

Ein anderer Weg zur Lösung des Problems multipler Vergleiche ist die Kontrolle der Rate fälschlich entdeckter Voxel (engl.: *false discovery rate*, FDR). Diese Methode erreicht nach Goebel und Kriegeskorte (2005b) einen guten Kompromiss zwischen Fehlern erster und zweiter Art. Sie ist deshalb nach Ansicht dieser Autoren für die Analyse von fMRT-Daten besonders geeignet. Durch das Verfahren wird nicht die Wahrscheinlichkeit des Auftretens positiver Voxel unter der Nullhypothese kontrolliert, sondern der durchschnittliche Anteil falsch positiver Voxel unter allen als positiv angegebenen Voxeln.

Zum Vergleich: Bei der Anwendung von FWE ist das Auftreten falsch positiver Voxel sehr unwahrscheinlich (5 %, falls die Nullhypothese gilt) – bei einer Korrektur der Signifikanzschwelle mit FDR wird in Kauf genommen, dass es in fast jeder Analyse falsch positive Voxel gibt. FDR stellt aber sicher, dass der Anteil der falsch positiven

Voxel an allen signifikanten Voxeln im Durchschnitt über mehrere Experimente hinweg nicht höher als 5% ist.

In der Analyse der im Rahmen von Studie 2 erhobenen neurophysiologischen Daten werden alle drei Korrekturverfahren angewendet.

### **2.4.3.5 Gruppenstatistische Analyse funktioneller Daten**

Die Frage, ob und wie die fMRT-Daten von mehreren Versuchspersonen zusammengefasst werden können, wirft ein großes Problem auf. Wie schon im Abschnitt zur räumlichen Normalisierung angedeutet, sind die Gehirne von Versuchspersonen sehr variabel. Es ergibt sich somit die wichtige Frage, welche Voxel in den Gehirnen der einzelnen Versuchspersonen als korrespondierend betrachtet werden können. Durch den oben beschriebenen Vorverarbeitungsschritt der Normalisierung auf ein Standardgehirn werden die Regionen der Einzelgehirne in größtmögliche Übereinstimmung gebracht.

Bei der Gruppenanalyse wird in einem ersten Schritt (engl.: *first level analysis*) ein separates ALM für jeden Probanden modelliert (s.o.). Hiermit ergeben sich Schätzungen der Beta-Gewichte für jedes Voxel eines jeden Probanden. In einem zweiten Schritt (engl.: *second level analysis*) dienen diese Beta-Gewichte, beziehungsweise daraus errechnete Kontraste, als neue abhängige Variable eines ALM über alle Versuchspersonen (Goebel & Kriegeskorte, 2005b). Durch den integrierten Verfahrensansatz des ALM lässt sich auf der zweiten Ebene der Gruppenstatistik jegliches Verfahren der Inferenzstatistik (*t*-Test, Varianzanalyse, multiple Korrelation bzw. lineare multiple Regression) durchführen.

### **2.4.4 Kritische Anmerkungen zu Datenanalyse und Ergebnisinterpretation in der funktionellen Bildgebung**

Wie bereits angedeutet, ist die Forschung mit fMRT nicht unumstritten. Neben ihren faszinierenden Möglichkeiten werden auch immer wieder ihre forschungsmethodischen und erkenntnistheoretischen Schwachstellen diskutiert. Deshalb sollen zwei ausgewählte aktuelle Debatten kurz umrissen werden: Der *Nicht-Unabhängigkeitsfehler* (engl.: *non-independence-error*) und die *inverse Inferenz* (engl.: *reverse inference problem*).

### 2.4.4.1 Die Debatte um den non-independence-error

Im Jahr 2009 ging geradezu ein Sturm durch die Reihen der Forscher im Bereich der sozial-kognitiven Neurowissenschaft. Die Aufregung wurde durch die Vorabveröffentlichung eines Artikels von Edward Vul und Kollegen mit dem aufsehenerregenden Titel *Voodoo Correlations in Social Neuroscience* im Internet verursacht. Der Artikel war zum Druck in der Zeitschrift 'Perspectives on Psychological Science' angenommen, in der er später unter dem weniger provokanten Titel *Puzzlingly High Correlations in fMRI Studies of Emotion, Personality, and Social Cognition* erschien (Vul, Harris, Winkielman & Pashler, 2009a).

Die Änderungen im letztendlich gewählten Titel machen schon zweierlei deutlich: Der mit Scharlatanerie und Betrug assoziierte Begriff *Voodoo* (den viele Wissenschaftler aus dem Feld der sozial-kognitiven Neurowissenschaft als beleidigenden Generalangriff auf ihre Forschung auffassten) wurde abgeschwächt – die Korrelationen werden nun nicht mehr als zauberische Täuschung, sondern lediglich als *verwirrend hoch* bezeichnet – und der fachliche Bereich, in dem diese Korrelationen festgestellt werden, erweitert sich von der sozial-kognitiven Neurowissenschaft auf alle Bereiche der affektiven, differentiellen und sozial-kognitiven Hirnforschung mit fMRT.

Die Vorabveröffentlichung des Artikels von Edward Vul erreichte sehr schnell eine breite Öffentlichkeit. So wurde er zum Beispiel im Wissenschaftsmagazin *Nature* (A. Abbott, 2009), in *Newsweek* (Begley, 2009) und in der Wochenzeitung *DIE ZEIT* (Schnabel, 2009) besprochen.

Deutliche Erwiderungen ließen nicht lange auf sich warten, zum Beispiel in einer Pressemitteilung von Mbemba Jabbi, Christian Keysers, Tania Singer und Klaas Enno Stephan (Jabbi, Keysers, Singer & Stephan, 2009) oder im Wissenschaftsmagazin *Gehirn&Geist* (Derrfuss, Fiebach & Heekeren, 2009). Aufschlussreich sind ebenso die in der Zeitschrift 'Perspectives on Psychological Science' erschienene Antwort auf Edward Vul von Lieberman und Kollegen (Lieberman, Berkman & Wager, 2009) und die Veröffentlichung von Russel Poldrack und Jeanette Mumford zum gleichen Thema (Poldrack & Mumford, 2009).

Die von Edward Vul seinerseits verfasste Erwiderung auf einige Reaktionen (Vul, Harris, Winkielman & Pashler, 2009b) und Vul's Buchkapitel "Begging the Question: The Non-Independence Error in fMRI Data Analysis" (Vul & Kanwisher, 2009) tragen dazu bei, den Überblick über die Debatte zu vervollständigen.

Das von Edward Vul aufgezeigte Problem sowie die dadurch entfachte Debatte und die Rezeption des Themas in den Medien zeigen, wie präsent die fMRT-Forschung heute in unserer Gesellschaft ist und wie gut sich mit ihr – ob nun im Sinne eines ‘grandiosen’ Forschungsbefundes oder eines Angriffs auf die „Macht der bunten Bilder“ (Derrfuss, Fiebach & Heekeren, 2009, S.67) – mediale Aufmerksamkeit herstellen lässt. Es wird aber auch deutlich, wie sehr dieser Forschungszweig noch am Anfang seiner Entwicklung steht. Dadurch bedingt kommt es wohl unvermeidlich zu Missverständnissen, Schwachstellen in der Veröffentlichung von Forschungsbefunden oder sogar zu methodisch unzulänglichen Verfahrensweisen.

In diesem Sinne kann man die Debatte um den *non-independence error* auch als Beispiel dafür ansehen, wie sich ein junger Wissenschaftszweig durch Kritik, Gegenargument und Korrektur (Popper, 2005) etabliert. Im Folgenden werden die Kernpunkte der Kritik von Edward Vul, wie auch die Gegenargumente darauf und der Standpunkt des Autors der vorliegenden Schrift erläutert.

## **Der non-independence-error**

Das Kernargument von Vul und Kollegen lautet kurzgefasst: Eine Berechnung (zum Beispiel eine Korrelation), die man für eine aus einer Gesamtmenge von Daten ausgewählten Untermenge vornimmt, ist dann mit einem Bias (einem Verzerrungseffekt) behaftet, wenn das Auswahlkriterium für die Untermenge dieselbe Form wie die durchzuführende Berechnung (in diesem Beispiel eine Korrelation) hat.

Dieses Problem ist seit langem unter Statistikern bekannt und wird nicht in Zweifel gezogen (Poldrack & Mumford, 2009). Wo genau sehen Vul und Kollegen dieses Problem in der fMRT-Forschung repräsentiert?

Ein Gedankenexperiment soll es verdeutlichen: Man stelle sich vor, es wird eine fMRT-Studie durchgeführt, bei der den Versuchspersonen abwechselnd emotional neutrale und zornige Gesichter dargeboten werden. Man kann, wie oben in Kapitel 2.4.3.2 (S.71ff.) beschrieben, zunächst für jede Versuchsperson einzeln (*first level analysis*) und dann über alle Versuchspersonen hinweg (*second level analysis*) ermitteln, welche Hirnregionen bei der Betrachtung zorniger Gesichter mehr aktiv sind als bei der Betrachtung neutraler Gesichter.

Man könnte sich außerdem dafür interessieren, ob es eine Hirnregion gibt, deren Aktivität beim Betrachten der Gesichter mit der Ängstlichkeit einer Versuchsperson

zusammenhängt. Die Forschungsfrage würde zum Beispiel lauten: Welche Hirnregion ist beim Betrachten zorniger Gesichter (relativ zu neutralen Gesichtern) umso aktiver, je ängstlicher eine Versuchsperson ist? Dazu würden wir die Versuchspersonen einen Fragebogen ausfüllen lassen, der das Ausmaß ihrer allgemeinen Ängstlichkeit erfasst, zum Beispiel das State-Trait-Angstinventar (STAI) von Laux und Kollegen (Laux, Glanzmann, Schaffner & Spielberger, 1981).

Man hätte also einerseits die Beta-Schätzungen pro Voxel für jede Versuchsperson (aus dem first-level-ALM Kontrast [zornig>neutral]) und andererseits einen Ängstlichkeitswert für jede Versuchsperson. Mit einem second-level ALM ließe sich nun eine Korrelation errechnen, die ermittelt, ob es über die Gehirne aller Versuchspersonen hinweg Voxel gibt, deren Aktivität mit steigendem Angstwert größer wird.

Man möge sich weiterhin vorstellen, dass dem Kollegen, der für die Erhebung der Ängstlichkeitsausprägung zuständig ist, ein Malheur passiert: Aus irgendeinem Grund geraten die Daten, die er von den Fragebögen in die Auswertungstabelle überträgt, vollkommen durcheinander. Wir würden, ohne es zu wissen, die Hirnaktivität jedes Voxels mit Ängstlichkeitswerten korrelieren, die ohne Bezug und völlig zufällig sind – also Rauschen. Diese Korrelation in einem Voxel würden wir als signifikant bezeichnen, wenn die Wahrscheinlichkeit dafür, dass das Ergebnis durch Zufall zustande gekommen ist, unter 5% (oder 1%) liegt.

Wie in Kapitel 2.4.3.4 (S.76ff.) erläutert, ist es aufgrund der sehr hohen Anzahl parallel ausgewerteter Voxel sehr wahrscheinlich, dass einige Voxel eine signifikante Korrelation aufweisen, *obwohl* es keinen wirklichen Zusammenhang zwischen Hirnaktivität und Ängstlichkeit geben kann – unsere Ängstlichkeitsdaten sind ja in Wirklichkeit vollkommen unbrauchbar. Wenn wir nun das Signal aus einem dieser - zufällig und fälschlicherweise - signifikanten Voxel auswählen und den Zusammenhang zwischen Aktivierung und Ängstlichkeitsmaß numerisch (Korrelationskoeffizient) oder graphisch (Punktwolke der korrelierenden Maße) darstellen, dann würde diese Beziehung überaus deutlich 'vor Augen stehen' – aber leider nur deshalb, weil wir jenes Voxel ausgewählt haben, welches *zufällig* die beste Beziehung zu den in Wirklichkeit verrauschten Ängstlichkeitswerten aufweist.

Wie motivieren Edward Vul und Kollegen ihre Veröffentlichung? Sie gehen von einer Beobachtung aus: In den Studien aus dem Bereich der sozialen-kognitiven Neurowissenschaft mit fMRT werden gehäuft extrem hohe Korrelationen zwischen Hirnaktivierungen und Verhaltens- oder Persönlichkeitsmaßen berichtet, z.B.  $r = 0.88$  bei

Eisenberger, Lieberman und Williams (2003). Vul und Kollegen zeigen sich erstaunt über die beeindruckende Höhe dieser Korrelationen und fragen sich, wie diese zustande kommen. Um diese Frage zu klären, senden sie einen Fragebogen zur methodischen Vorgehensweise an die Autoren der Studien. Bei der Auswertung dieser Fragebögen stellen Vul und Kollegen fest, dass in 54 % der betreffenden Studien folgendermaßen vorgegangen wird: In einem ersten Schritt werden mittels einer Regression über Versuchspersonen hinweg Voxel identifiziert, deren Signal eine signifikante Korrelation mit einem Verhaltens- oder Persönlichkeitsmaß aufweist. In einem zweiten Schritt wird diese Korrelation für die ausgewählten Voxel nochmals berechnet, um sie graphisch und numerisch darzustellen.

Vul und Kollegen nehmen an, dass durch genau diese Methode die unplausibel hohen Korrelationskoeffizienten entstehen. Die Selektion von Voxeln für eine Korrelationsanalyse aufgrund der Tatsache, dass diese Voxel eine Korrelation aufweisen, sei eine *non-independent-analysis* (Vul, Harris, Winkielman & Pashler, 2009a). Vul und Kollegen behaupten, dass diese nicht-unabhängige Form der Analyse die Korrelationen über Versuchspersonen hinweg 'aufbläht' und signifikante Ergebnisse 'fabriziert', da Rauschen ausgewählt wird, das den gesuchten Effekt zeigt. Alle Maße, die durch solche nicht-unabhängigen Analysen gewonnen werden, seien "completely untrustworthy", "entirely illusory" und "should not be believed" (Vul et al., 2009a, S. 285).

Vul und Kollegen machen daraufhin Vorschläge, wie man alternativ die Korrelationen berechnen sollte (Vul, Harris, Winkielman & Pashler, 2009a): Die Auswahl der Voxel zur Berechnung einer Korrelation könnte zum Beispiel aufgrund von Befunden vorangegangener Studien stattfinden. Ebenso böten sich die Aktivierungseffekte beim Vergleich von Bedingungen im eigenen Experiment (*t*-Tests bzw. Varianzanalysen anstelle von Korrelationen) an. Weiterhin schlagen sie eine Split-Half-Methode vor: Man teile die Daten entweder nach Durchgängen oder nach Versuchspersonen in zwei Hälften. Mit der einen Hälfte ermittle man, welche Voxel signifikante Korrelationen aufweisen und mit der anderen Hälfte der Daten berechne man die Höhe der Korrelationen in diesen Voxeln und erstelle die Diagramme. Die Alternativvorschläge haben laut Vul und Kollegen eins gemeinsam: Das Auswahlverfahren der zu korrelierenden Voxel ist nicht mit dem Analyseverfahren (Korrelation) identisch.

Im Folgenden sollen die Kritikpunkte von Vul und Kollegen (2009a) einer ebenso kritischen Bewertung unterzogen werden. Die Ausdrucksweise von Edward Vul und Kollegen (2009a) zeigt, dass sie das Wesen der Datenanalyse von fMRT-Studien zu einem

gewissen Teil missverstehen. Die Autoren schreiben stets von *zwei* Analysen, die *nicht-unabhängig* voneinander durchgeführt würden. Tatsächlich handelt es sich aber nur um *eine* Analyse, die sich in einen *inferenzstatistischen* und einen *deskriptiven* Anteil gliedert.

In dieser *einen* Analyse wird über alle Personen zunächst für jedes Voxel geprüft, ob die Signalintensität mit dem Wert der Persönlichkeits- oder Verhaltensaprägung korreliert. Dieser *inferenzstatistische* Teil der Analyse ist, aufgrund der hohen Anzahl an Voxel, anfällig für Fehler 1. Art (s.o.). Das heißt, einige Voxel werden wahrscheinlich als signifikant bezeichnet, ohne es tatsächlich zu sein – das ist der wahre Kern im Argument von Vul und Kollegen (2009a) und diese Tatsache wird von den meisten Wissenschaftlern, die sich an der angestoßenen Debatte beteiligen, anerkannt.

Die Anfälligkeit dieses inferenzstatistischen Teils der Analyse bedeutet jedoch *nicht*, dass die Analyse *vollständig unbrauchbar* ist. Dass der Artikel von Vul et al. (2009) jedoch so verstanden werden kann, zeigt der Vergleich von Korrelationen in der fMRT-Forschung mit dem *Dilemma des texanischen Scharfschützen* (Schnabel, 2009): Ein Cowboy ballert zufällig auf ein Scheunentor und malt dann Kreise um die Einschüsse, um sie als Treffer darzustellen. Diese Veranschaulichung träfe nur für eine fMRT-Studie zu, bei der tatsächlich Fehler passieren, wie sie oben im Beispiel als Extremfall geschildert werden. Nur wenn die Daten *vollkommen zufällig verteilt und verrauscht* wären, könnte man dies mit dem wahllosen 'Drauflosballern' des Schützen vergleichen. Zum Glück passieren aber nicht ständig solch grobe Fehler in der Forschungspraxis.

Stattdessen muss man davon ausgehen, dass in der *einen* inferenzstatistischen Analyse bei angemessener Korrektur für multiple Vergleiche tatsächlich die meisten Voxel richtig als signifikant identifiziert werden und nicht komplettes Rauschen darstellen. Vul et al. (2009a) räumen dies gegen Ende ihres Artikels auch ein.

Das, was die Autoren als *zweite* Analyse bezeichnen, ist *deskriptive* Statistik. Insbesondere soll in diesem deskriptiven Teil der Analyse *kein* zweiter Test die Signifikanz der Korrelation erneut prüfen. Es geht stattdessen darum, die schon im inferenzstatistischen Teil als signifikant identifizierte Korrelation für ein Voxel (oder eine Gruppe Voxel) *abzubilden*, sei es *visuell* durch ein Punktediagramm der beiden miteinander korrelierten Maße (neuronales Signal und Persönlichkeits-/ Verhaltensmaß) oder *numerisch* durch die Berechnung des Korrelationskoeffizienten beider Maße.

Diese kombinierte Darstellung von Signifikanz (*p*-Werten) und Effektgrößen (z.B. Korrelationskoeffizienten) stimmt nach Jabbi und Kollegen mit den statistischen

Richtlinien der American Psychological Association überein (Jabbi, Keyzers, Singer & Stephan, 2009).

Eventuell erliegen Vul et al. (2009a) dem Missverständnis, es handele sich um zwei nacheinander stattfindende inferenzstatistische Tests, weil in der fMRT-Praxis die Signifikanzprüfung einer Korrelation in einem Voxel und die Berechnung des zugehörigen Korrelationskoeffizienten für dieses Voxel oft mit unterschiedlichen Programmen durchgeführt werden. Dies hat den einfachen Grund, dass z.B. SPM5 vor allem dafür ausgelegt ist, für jedes Voxel die Signifikanz zu prüfen und signifikante Voxel darzustellen. Die für diese Testung herangezogenen Beta-Schätzwerte über alle Personen hinweg können aber für jedes Voxel einfach extrahiert werden. Mit jedem Programm für statistische Analysen lassen sich diese Beta-Schätzwerte dann mit den Verhaltens- oder Persönlichkeitsparametern der Personen korrelieren.

Die Klarstellung, dass es sich bei der Korrelationsrechnung in fMRT-Studien *nicht* um zwei nacheinander folgende Signifikanztests für Korrelationen handelt, wird auch von Jabbi et al. (2009) und Liebermann et al. (2009) eingebracht und in der Antwort von Vul et al. (2009b) auf Liebermann et al. (2009) akzeptiert. Und bezüglich dieses *einen* Signifikanztestes drücken Vul und Kollegen (2009a) – nach all ihrer harschen Kritik an fMRT Korrelationsanalysen – sogar selbst aus, dass eine signifikante Korrelation, bei der “die Korrektur für multiple Vergleiche richtig angewendet wird“ (S.283; Übersetzung durch den Autor der vorliegenden Arbeit) durchaus verlässlich einen tatsächlichen, von Null verschiedenen Zusammenhang zwischen Hirnaktivität und Persönlichkeits-/Verhaltensmaß der Versuchspersonen anzeigt.

Es bleiben also zwei Fragen, die mit Nicht-Unabhängigkeit in der fMRT-Forschung wenig zu tun haben: Wenn, wie oben beschrieben, ‘Verrauschtheit’ aus der Notwendigkeit multipler Testungen einer Vielzahl von Voxel erwächst, wie erreicht man dann eine möglichst ‘saubere’, d.h. wenig ‘verrauschte’ inferenzstatistische Prüfung der Korrelation auf Signifikanz? Und: Wie ‘aufgebläht’ ist ein Korrelationskoeffizient, der zu einer mehr oder weniger ‘verrauschten’ signifikanten Korrelation gehört?

Bei der Beantwortung der ersten Frage verweisen Poldrack und Mumford vor allem auf eine angemessene Korrektur für multiple Testungen (Poldrack & Mumford, 2009). Sie betonen, dass die weithin eingesetzten Korrekturverfahren FWE und FDR (Kapitel 2.4.3.4; S.76ff.) dies hinreichend zuverlässig und sicher leisten.

Ein anderes Gütekriterium führen Vul et al. (2009a) selbst an: Die Anzahl zusammenliegender Voxel. Mit dem Verweis auf die Idee, dass das gemessene Signal sich

als eine Aktivierung darstellen wird, die sich über mehrere Voxel erstreckt – wogegen zufälliges Rauschen nicht gehäuft, sondern über alle Voxel gleich verteilt sein sollte – schätzen Edward Vul und Kollegen per Simulation die Anzahl der Voxel, die zusammenfallen sollten, um die Wahrscheinlichkeit falsch positiver Befunde in nicht für multiple Vergleiche korrigierten Analysen unter 0,05 zu halten, auf 41.

Auf ein drittes Gütekriterium verweisen Jabbi et al. (2009): Die Replikation von Befunden. Zufälliges Rauschen oder, wie im oben beschriebenen Extrembeispiel, ein grundlegender Fehler in der Datenaufbereitung kann in einigen Studien das Ergebnis verzerren – diese Faktoren sollten jedoch über viele Studien hinweg nicht immer gleich ausgeprägt sein. Deshalb sollten Befunde, die in einer Vielzahl von Studien und mit unterschiedlichen Forschungsmethoden (also nicht nur mit Korrelationsanalysen) repliziert wurden, als robust und vertrauenswürdig angesehen werden.

Zur Beantwortung der Frage, wie stark ein Korrelationskoeffizient 'aufgebläht' ist, formulieren alle an der Diskussion beteiligten Wissenschaftler, dass sich das genaue Ausmaß gar nicht genau beziffern lässt. Zumindest zeigen Jabbi et al. (2009) und Liebermann et al. (2009), dass die von Vul et al. (2009a) aufgestellte theoretische Obergrenze für Korrelationskoeffizienten ( $r = 0,74$ ) zu niedrig liegt und dass aufgrund anderer, zutreffenderer Reliabilitätsmessungen für fMRT durchaus mit Koeffizienten bis zu  $r = 0,92$  zu rechnen sei.

Poldrack und Mumford (2009) reanalysieren die Daten einer ihrer Studie nach den Vorschlägen von Vul et al. (2009a) und finden, dass die Veränderung des Korrelationskoeffizienten durch die Anwendung der alternativen Analyseform relativ klein ist (im Mittel 0,29). Ihre Effekte bleiben trotzdem weiterhin signifikant und die Aussage ihres von Vul et al. (2009a) angegriffenen Artikels wird auch durch die alternative Analyse bestätigt. Sie stellen daher fest, dass die ursprüngliche dramatische Bezeichnung 'Voodoo' keinesfalls gerechtfertigt war.

Und um nur kurz einen Ausschnitt des Ergebnisteiles der vorliegenden Arbeit vorwegzunehmen: Die Korrelationsanalysen der fMRT-Studie (s. Kapitel 3.2.2.5; S.151ff.) werden auf die 'herkömmliche' Weise analysiert und zusätzlich mit zwei der von Vul und Kollegen (2009a) vorgeschlagenen Alternativmethoden. Die Beträge der Korrelationskoeffizienten ändern sich von  $r = 0,63$  auf  $r = 0,60$  und von  $r = -0,71$  auf  $r = -0,68$ . Ein unangemessen hohes 'Aufblähen' der Korrelationskoeffizienten kann hier nicht festgestellt werden.

### 2.4.4.2 Welche Schlussfolgerungen lassen sich aus fMRT-Befunden ziehen? Oder: Das Problem der inversen Inferenz

Das Ziel der kognitiven Psychologie ist es, zu beschreiben, welche 'geistige Architektur' den kognitiven Funktionen zugrunde liegt. Dafür untersuchen Wissenschaftler den Einfluss von Aufgabenvariationen auf Variablen des Verhaltens (z.B. Reaktionszeit oder Fehlerrate) und nutzen diese Daten, um Modelle kognitiver Funktionen zu testen.

Oft reichen jedoch Verhaltensdaten allein nicht aus, um zu entscheiden, welcher Denkprozess beteiligt ist oder ob eine bestimmte Theorie der kognitiven Architektur zutrifft. An dieser Stelle begründet sich die Faszination, welche die neuronale Bildgebung auf viele Vertreter der kognitiven Psychologie ausübt: Wenn es möglich wäre, aufgrund von Hirnaktivierungen zu entscheiden, welche Denkprozesse an der Lösung einer bestimmten Aufgabe beteiligt sind, dann hätte die kognitive Psychologie ein wichtiges neues Forschungswerkzeug gewonnen.

Aus den mit der fMRT gemessenen Daten lässt sich, wie oben geschildert, schlussfolgern, welche Hirnregionen an der Bearbeitung spezifischer kognitiver Aufgaben beteiligt sind. In den für die vorliegende Arbeit zentralen Forschungsfeldern, der sozial-kognitiven Neurowissenschaft und der Neuroökonomie (s.o.), hat aber auch eine andere Form der Schlussfolgerungen enorm weite Verbreitung gefunden (Poldrack, 2006): Von der Aktivierung einer Hirnfunktion wird auf die Beteiligung einer bestimmten kognitiven Funktion geschlossen. Dieser Umkehrschluss wird auch als *inverse Inferenz* (engl.: *reverse inference*) bezeichnet. Es ist wichtig zu wissen, wie mit ihr Argumente dargestellt werden und warum sie nur eingeschränkt gültig ist.

Die zutreffende Schlussfolgerung aus Befunden der Bildgebung lautet:

*Wenn der kognitive Prozess **P** beteiligt ist, dann ist die Hirnregion **H** aktiv.*

Ein Schluss im Sinne einer inversen Inferenz – das rückwärtige Folgern der Beteiligung einer bestimmten kognitiven Funktion aus der Aktivierung einer Hirnregion – nimmt in den Diskussionen von fMRT-Befunden meist die folgende Form an:

- (1) *In vorangegangenen Studien, in denen der kognitive Prozess **P** angeregt wurde, zeigte sich eine Aktivierung der Hirnregion **H**.*
- (2) *In der vorliegenden Studie wird Aufgabe **A** bearbeitet, und Hirnregion **H** zeigt sich aktiv.*
- (3) *Aus der Beteiligung der Aktivierung von Hirnregion **H** in der vorliegenden Studie lässt sich schließen, dass an der Lösung der Aufgabe **A** der kognitive Prozess **P** beteiligt ist.*

Ein konkretes Beispiel verdeutlicht die Anwendung der inversen Inferenz: In einer Studie werden die Versuchspersonen im fMRT-Scanner untersucht, während sie in einem ökonomischen Spiel finanzielle Transaktionen mit Gegenspielern durchführen. Ein Merkmal des Spieles ist, dass die Versuchspersonen auch Geld investieren können, um betrügerische Mitspieler zu bestrafen. Wenn die Versuchspersonen das tun, wird das dorsale Striatum aktiviert (de Quervain et al., 2004).

Da vorangegangene Studien dem Striatum (Hirnregion **H**) eine Rolle bei der Verarbeitung von Belohnungen (kognitiver Prozess **P**) zugewiesen haben, schlussfolgern de Quervain und Kollegen, dass das Bestrafen von Betrügern (Eigenschaft der Situation bzw. Aufgabe **A**) als belohnend empfunden wird (kognitiver Prozess **P**). Der kognitive Prozess 'Empfindung von Belohnung' wird also aus der Aktivierung einer bestimmten Hirnregion (Striatum) geschlossen.

Warum ist die inverse Inferenz problematisch? Ein Alltagsbeispiel zeigt auf, wie die inverse Inferenz auf einen Fehlschluss hinauslaufen kann:

- (1) *Wenn es regnet, wird die Straße nass.*
- (2) *Die Straße ist nass.*
- (3) *Aus dem Zustand der Straße lässt sich schließen, dass es geregnet hat.*

Selbst wenn die Punkte 1 und 2 wahr sind, dann folgt Punkt 3 *nicht zwingend* aus ihnen: Die Straße kann zum Beispiel auch nass sein, weil Kinder mit Wasserpistolen spielten, weil die Kehrmaschine die Straße spülte usw. Die Schlussfolgerung hätte nur dann Gültigkeit, wenn Punkt eins exklusiv wäre, d.h. wenn *ausschließlich* Regen eine Straße befeuchtet.

Übertragen auf die Bildgebung bedeutet dies, dass die inverse Inferenz nur dann volle Gültigkeit besäße, wenn Hirnregion *H* *ausschließlich* am kognitiven Prozess *P* beteiligt wäre.

Die meisten Hirnregionen sind jedoch in Netzwerke mit anderen Arealen eingebunden und an mehreren Funktionen beteiligt. Zum Beispiel verarbeitet das oben genannte Striatum nicht nur Belohnungsempfindung, sondern steuert als Teil der Basalganglien auch motorische Impulse (Utter & Basso, 2008). Kritiker könnten deshalb an de Quervain und Kollegen die Frage richten, ob eine Aktivierung des Striatums beim Bestrafen von Betrügern statt einer *Belohnungsempfindung* vielleicht eher einen motorischen Handlungs*impuls* (z.B. eine bestrafende Bewegung auszuführen) kodiert.

Was bedeutet das für Schlussfolgerungen im Sinne der inversen Inferenz? Russel Poldrack merkt an, dass die inverse Inferenz trotzdem ein nützliches Werkzeug für die Generierung neuer Hypothesen und Theorien in der kognitiven Neurowissenschaft sein kann, wenn man sich ihrer Schwächen bewusst ist (Poldrack, 2008). Die Gültigkeit der inversen Inferenz lässt sich seiner Meinung nach steigern, indem man die Funktion einer Hirnregion umfassend analysiert und sich einen möglichst vollständigen Überblick darüber erarbeitet, welche Hirnareale an bestimmten Aufgabenlösungen beteiligt sind.

Dieser Hinweis wird in den Kapiteln 2.1 bis 2.3 zur wissenschaftlichen Ausgangslage der vorliegenden Arbeit befolgt, indem aktuelle Befunde zu allen neuronalen Teilprozessen bei Entscheidungen in sozialen Interaktionen zusammengestellt werden.

Andere Autoren schlagen vor, stets nach *konvergenter Evidenz* zu suchen, um eine inverse Inferenz zu stärken. Hinweise aus Studien mit *verschiedenen* Methoden (z.B. transkranieller Magnetstimulation oder Patientenstudien) und Parallelen zwischen dem Verhalten, Selbstaussagen der Versuchspersonen und neuronalen Aktivierungen sollten übereinstimmen (Sanfey & Dorris, 2009). Im einfachsten Fall hieße das zum Beispiel, dass Optionen dann, wenn man bei ihnen eine Beteiligung von Belohnungsarealen postuliert, auch von den Versuchspersonen bevorzugt ausgewählt werden sollten und dass Probanden äußern, dass sie diese Option als angenehm empfinden.

Ähnlich argumentiert Ernst Fehr wenn er schreibt, dass die Verfügbarkeit zusätzlicher Daten, wie zum Beispiel Befragungen der Versuchspersonen und Reaktionszeiten im Experiment, die inverse Inferenz abstützen können (Fehr, 2009).

Diese Ratschläge werden ebenfalls in den experimentellen Studien der vorliegenden Arbeit umgesetzt - das Augenmerk liegt *gleichzeitig* auf:

- Messungen der neuronalen Aktivierung,
- Selbstaussagen der Versuchspersonen bzgl. ihrer Empfindungen und Motive,
- beobachtbarem Verhalten (Wahlen und Reaktionszeiten) und
- Messungen von Persönlichkeitseigenschaften.

Dadurch, dass diese Informationen zueinander in Beziehung gesetzt werden, soll sich eine möglichst stabile inverse Inferenz der fMRT-Befunde und eine Beantwortung von offenen Forschungsfragen abzeichnen.

### 2.4.4.3 Einige Un-Möglichkeiten der fMRT-Forschung

In den vorangestellten Kapiteln wurde beschrieben, welches Potential in der Methode der fMRT steckt und welche Schlussfolgerungen sich aus ihren Befunden ziehen lassen. Bei all ihren faszinierenden Möglichkeiten ist ihre Aussagekraft trotzdem begrenzt. Zum Schluss der Ausführungen zu den Grundlagen der fMRT soll noch kurz auf zwei entscheidende Begrenzungen hingewiesen werden – gerade auch deshalb, weil sie in der öffentlichen Debatte oft falsch kommuniziert werden.

Erstens bedeutet das Aufzeigen von Korrelation nicht gleichzeitig auch Kausalität. Mit Befunden der fMRT werden Zusammenhänge zwischen psychischen Funktionen und der Tätigkeit des zugehörigen biologischen Substrats beschrieben. Leider gibt sich der Mensch selten mit Aussagen wie 'Während der kognitive Prozess **P** abläuft, ist Hirnregion **H** aktiviert' zufrieden. Viel spannender und auf den ersten Blick nützlicher klingt die Formulierung 'Die Hirnregion **H** verursacht den kognitiven Prozess **P**.' Sehr passend ist dies auf dem Titelbild der Wochenzeitung DIE ZEIT vom 12. Mai 2005 (Abbildung 24) dargestellt. Eine Nonne wird betend in den Kernspintomographen geschoben, während die daneben stehende Frage *Warum glauben wir?* impliziert, dass die fMRT-Forschung die Ursache für religiöse Empfindungen aufdecken könnte.

Genau dazu ist Forschung mit fMRT aber *nicht* in der Lage! Selbst wenn man zeigte, dass die Tiefe religiöser Meditation mit der Aktivität in einem Netzwerk aus den Regionen **R**, **S** und **T** *zusammenhängt* (korreliert), so ist noch nichts darüber ausgesagt, was diese religiösen Empfindungen *verursacht*!



Abbildung 24. Coverbild der Wochenzeitung DIE ZEIT vom 12.Mai 2005; Nr. 20 / 60. Jahrgang.

Die auf dem Titelblatt dargestellte Frage lässt sich also mit der abgebildeten Methode (fMRT) nicht beantworten! Um es noch klarer auszudrücken: Gäbe es ein Hirnareal, dessen Aktivität mit der Intensität der Farbe eines Blumenstraußes steigt, dann würde diese Aktivierung zwar mit der Wahrnehmung des Objektmerkmals *zusammenhängen*, die Farbe des Straußes jedoch keinesfalls *verursachen*!

Zweitens bedeutet Messbarkeit nicht Veranlagung oder Unveränderlichkeit. Natürlich können pathologische Veränderungen des Gehirns bestimmte Handlungen oder Gedanken unmöglich machen – wie Funktionen der Motorik bei Schlaganfällen oder des Gedächtnisses bei Alzheimer. Solche Veränderungen können auch Prozesse hervorrufen – wie z.B. vokale Ticks beim Tourette Syndrom – Lautäußerungen, die der Erkrankte nur sehr schwer willentlich unterdrücken kann.

Gewöhnlich lässt sich aus der Beschreibung einer neurophysiologischen Grundlage für ein psychisches Phänomen jedoch nicht ableiten, dass das betreffende Verhalten oder Erleben unveränderlich in der menschlichen Veranlagung verwurzelt liegt und deshalb nicht willentlich beeinflusst werden könnte. Um noch einmal die schon oben angeführte Studie von Dominique de Quervain aufzugreifen: Nur weil sich zeigen lässt, dass Belohnungsareale beim Bestrafen unfairer Mitspieler aktiv werden, heißt dies nicht, dass der Mensch generell eine Veranlagung zur Rache in sich trägt und nicht vergeben könnte. Ebenso bedeutet die Entdeckung eines Areals, das bei altruistischen Entscheidungen aktiv wird, nicht, dass der Mensch von Natur aus gut ist. Solche unzulässigen

Schlussfolgerungen werden wohl in der öffentlichen Presse gern gelesen, seriöse Forscher sollten sich ihrer jedoch nicht bedienen.

## **2.5 Diskussion der wissenschaftlichen Ausgangslage, Ableitung von Fragestellungen und Studienplanung**

Ziel aller in der vorliegenden Arbeit dargestellten experimentellen Studien ist es, die in den Kapiteln 2.1 bis 2.3 beschriebenen Vorbefunde zu überprüfen bzw. zu erweitern. Im Folgenden werden deshalb Kritikpunkte an diesen bereits vorgestellten Studien aufgezeigt und offene Forschungsfragen benannt. Zudem werden wichtige Aspekte der sich daraus ergebenden Planung von Experimenten erörtert.

Während mehrere neuroökonomische Studien anhand des Vertrauens-Spieles untersucht haben, welche Hirnregionen aktiv sind, wenn Investoren *Vertrauen geben* und dieses entweder honoriert oder missbraucht wird, finden sich bisher nur unzureichende Bemühungen, die neuronalen Grundlagen von Empfindungen und Reaktionen zu untersuchen, die mit einem *Empfang von Vertrauen* einhergehen (Fehr, 2009). Zwei Studien widmen sich diesem Thema und beide sind in mancherlei Hinsicht kritisierbar:

In der in Kapitel 2.3.3.2 (S.50ff.) vorgestellten Studie von King-Casas et al. (2005) wird gleichzeitig die Hirnaktivität von Spielerpaaren gemessen, die sich in mehreren Runden wiederholt gegenseitig vertrauen oder misstrauen. Durch eben diese Wiederholung von Interaktionen lässt sich jedoch nicht klar identifizieren, ob die beobachtete Aktivitätssteigerung im Nucleus Caudatus die 'saubere' neuronale Reaktion auf das in diesem Durchgang empfangene Vertrauen darstellt oder z.B. schon die Absicht, das Gegenüber in den nächsten Zügen wohlwollend zu behandeln (Fehr, 2009) - tatsächlich wird das Signal von den Autoren dementsprechend als *intention-to-trust signal* interpretiert.

In der zweiten Studie (van den Bos, van Dijk, Westenberg, Rombouts & Crone, 2009) bietet sich den Autoren aufgrund der Struktur des von ihnen gewählten Paradigmas nur die Möglichkeit, kooperative Reaktionen auf empfangenes Vertrauen mit unkooperativen Reaktionen auf empfangenes Vertrauen zu vergleichen. Wie in Kapitel 2.4.3.3 (S.74ff.) dargestellt, werden jedoch dann, wenn zwei Bedingungen zueinander in Relation gesetzt werden, nur die neuronalen Grundlagen von Aspekten dargestellt, in denen sich beide Bedingungen *unterscheiden (Subtraktionsmethode)*. Die Studie von van

den Bos und Kollegen (2009) beschreibt deshalb nur die physiologischen Grundlagen von kooperativen vs. unkooperativem Verhalten, nicht jedoch die neuronale Basis des Erlebens von entgegengebrachtem Vertrauen (denn Vertrauen liegt in beiden Bedingungen vor und 'kürzt sich somit weg').

Der Autor der vorliegenden Arbeit sieht aber noch einen weitaus wichtigeren Kritikpunkt an den vorgenannten Studien wie auch an allen anderen Studien, die anhand des Vertrauens-Spiels die Empfindungen und Reaktionen von Trustees auf ihnen entgegengebrachtes Vertrauen untersuchen: Im Vertrauens-Spiel ist *Vertrauen empfangen* immer gleichbedeutend mit *mehr finanziellen Gewinn erhalten* (siehe Abbildung 12; S.51). Unabhängig davon, ob der Trustee das Vertrauen des Investors honoriert (was seinen Gesamtgewinn etwas schmälert) oder hintergeht (wodurch er den größtmöglichen Gewinn erwirkt) – der Trustee schneidet *auf jeden Fall* besser ab, wenn ihm der Investor Vertrauen entgegenbringt als wenn der Investor ihm misstraut.

Wenn das Empfangen von Vertrauen in diesem Spiel aber *konfundiert* ist mit dem Empfang finanzieller Belohnung, so kann nicht mit Sicherheit entschieden werden, ob Messungen des Verhaltens und der Hirnaktivität von Trustees auf die sozialen Merkmale einer Situation zurückzuführen sind oder aber auf ihre finanziellen Aspekte. Aus diesem Kritikpunkt erwächst die Notwendigkeit, das Empfinden von und die Reaktion auf entgegengebrachtes Vertrauen anhand eines Paradigmas zu studieren, bei dem Vertrauen *nicht* an den Erhalt von *mehr Gewinn* gekoppelt ist. Ein solches Versuchsdesign findet sich in einer Studie von Armin Falk und Michael Kosfeld, welche im Folgenden näher erläutert wird (Falk & Kosfeld, 2006).

### **2.5.1 Vertrauen im Prinzipal-Agent-Spiel**

Die Kernelemente verschiedener psychologischer und soziologischer Definitionen des Konzeptes *Vertrauen* lassen sich wie folgt zusammenfassen (Petermann, 1996):

Vertrauen bezieht sich immer auf zukünftige Handlungen oder Entscheidungen und ist gekennzeichnet durch ...

- die Erwartung, dass das Gegenüber sich wohlwollend verhalten wird,
- einen Aspekt der Ungewissheit bzw. das Vorhandensein eines Risikos und den ...
- Verzicht auf Kontrolle.

Vertrauen ist weiterhin auf kognitiver Ebene durch ...

- eine Zuversicht charakterisiert, die sich beim Nachdenken über eine soziale Beziehung einstellt ...

... und auf Verhaltensebene dadurch, dass ...

- sich der Vertrauende auf den Vertrauten einlässt, dessen ....
- Rat befolgt oder dessen Handeln nicht kontrolliert.

Mit Vertrauen geht zumeist ein Gefühl der ...

- Sicherheit und ...
- Behaglichkeit in zwischenmenschlichen Beziehungen einher.

Das von Falk und Kosfeld (2006) verwendete Paradigma – das *Prinzipal-Agent-Spiel* (engl.: *principal-agent-game*) – setzt diese Kernelemente von Vertrauen in einem spieltheoretischen Experiment um (siehe Abbildung 25).

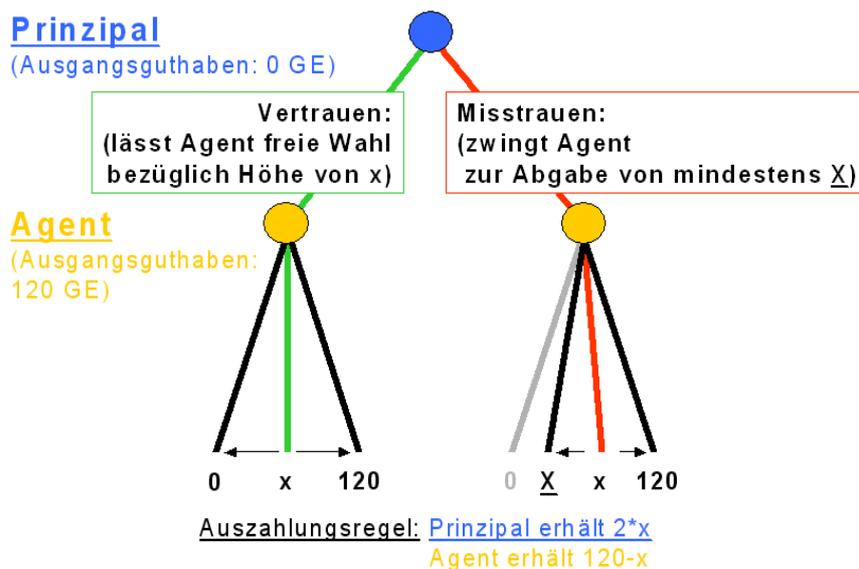


Abbildung 25. Das Prinzipal-Agent-Spiel nach Falk und Kosfeld (2006). GE = Geldeinheiten.

Anders als beim Vertrauens-Spiel (Berg, Dickhaut & McCabe, 1995) haben im Prinzipal-Agent-Spiel diejenigen Versuchspersonen, die sich für oder gegen vertrauensvolles Verhalten entscheiden (die *Prinzipale*), eine neue von Falk und Kosfeld (2006) untersuchte Entscheidungsmöglichkeit: Mit Vertrauen oder Misstrauen legen sie statt der finanziellen Anteile beider Spieler den *Handlungsrahmen des Gegenübers* fest.

Der Prinzipal hat zu Beginn des Spiels ein Ausgangsguthaben von 0 Geldeinheiten (GE oder *Punkte*), während der *Agent* - derjenige Spieler, der das Vertrauen oder Misstrauen *empfängt* - über ein Ausgangsguthaben von 120 GE verfügt. Der Agent muss

entscheiden, wie viel von diesem Ausgangsbudget er an den Prinzipal abgibt (dieser Betrag wird mit  $x$  bezeichnet). Bevor der Agent diese Entscheidung trifft, hat der Prinzipal die Wahl zwischen zwei Optionen:

- Option 1: Er kann entscheiden, dem Agenten die Wahl von  $x$  frei zu überlassen oder ...
- Option 2: den Agenten zu kontrollieren, indem er ihn zur Abgabe eines bestimmten, zuvor vom Experimentator festgelegten, Mindestabgabebetrages zwingt. Dieser Betrag wird von Falk und Kosfeld (2006) mit  $\underline{x}$  und vom Autor der vorliegenden Arbeit aus Gründen besserer Darstellbarkeit in Graphiken mit  $\underline{X}$  bezeichnet.

Der Prinzipal kann also die Wahl von  $x$  entweder komplett dem Agenten überlassen (in diesem Fall wäre die niedrigste Wahlmöglichkeit für den Agenten  $x = 0$ ) oder den Agenten zwingen,  $x \geq \underline{X}$  zu wählen. Dass im Folgenden Option 1 auch mit *Vertrauen* und Option 2 mit *Misstrauen* umschrieben wird, begründet sich aus der Struktur beider Optionen: Option 1 weist Aspekte der oben aufgeführten Definition von Vertrauen und Option 2 Merkmale von Misstrauen auf.

Die Auszahlungsregel besagt, dass der Agent den Betrag erhält, den er von seinem Ausgangsguthaben für sich behält ( $120 \text{ GE} - x$ ), während der Prinzipal das Doppelte von dem bekommt, was der Agent ihm überweist ( $2x$ ).

Das auf den Annahmen der klassischen ökonomischen Theorie beruhende Nash-Equilibrium für dieses Spiel sagt vorher, dass ein Agent immer ein möglichst niedriges  $x$  wählt, also  $x = 0$  für den Fall, dass sich der Prinzipal für Option 1 (Vertrauen) entscheidet und  $x = \underline{X}$ , falls sich der Prinzipal für Option 2 (Misstrauen) entscheidet. Da ein Prinzipal dies vorhersieht, wird er immer die misstrauische Kontrolle, also den Zwang zur Mindestabgabe, wählen.

Armin Falk und Michael Kosfeld (2006) führen für ihre Studie eine Vielzahl von Experimenten mit drei Variationen der Höhe des Mindestabgabebetrages durch:  $\underline{X}$  beträgt in einer Teilstudie 5 GE, in einer weiteren Studie 10 GE und in einer dritten 20 GE. Die Autoren verwenden dabei die Strategie-Methode (s. Kapitel 2.3.3; S.43). Das heißt, bevor dem Agenten die tatsächliche Entscheidung des Prinzipals mitgeteilt wird, müssen die Agenten entscheiden, wie hoch sie  $x$  in beiden möglichen Fällen wählen.

Jedes Prinzipal-Agent-Spiel wird mit nur einem Durchgang gespielt und die Forscher benutzen eine möglichst neutrale Sprache, indem sie den Agenten mit

“Teilnehmer A“ und den Prinzipal mit “Teilnehmer B“ benennen und während des Experimentes normativ geladene Ausdrücke wie *Vertrauen* und *Misstrauen* ganz vermeiden. Die beiden Optionen werden den Agenten als *Teilnehmer B lässt Sie frei entscheiden, wie viel Sie an ihn überweisen* oder *Teilnehmer B zwingt Sie, ihm mindestens [X] Punkte zu überweisen* vorgegeben (Falk und Kosfeld 2006, S. 1615). Insgesamt nehmen 804 Versuchspersonen an der Studie teil.

Die Hauptergebnisse der Studie bestätigen *nicht* die oben aufgestellte Prognose des Nash-Equilibriums: Die durchschnittliche Abgabehöhe  $x$  von Agenten ist *höher*, wenn der Prinzipal dem Agenten volle Entscheidungsfreiheit lässt (d.h. wenn der Prinzipal dem Agenten vertraut) als wenn er ihn zur Abgabe des Mindestbetrages zwingt (d.h. wenn der Prinzipal dem Agenten misstraut). Ähnlich entscheidet sich die Mehrzahl der Prinzipale *nicht* dafür, den Agenten zur Abgabe des Mindestbetrages zu zwingen.

Dies legt nahe, dass die Prinzipale mögliche negative Effekte von Kontrolle auf die Motivation der Agenten antizipieren. Befragungen nach dem Experiment zeigen, dass Prinzipale, die sich für Kontrolle entscheiden, eine niedrigere freiwillige Abgabe des Agenten erwarten als Prinzipale, die nicht kontrollieren. Wie bei den Agenten scheint es bei den Prinzipalen also zwei Typen zu geben: Vertrauensvolle Prinzipale sind eher optimistisch und glauben, dass ihr Vertrauen sich auszahlen wird, wohingegen kontrollierende Prinzipale eher pessimistisch sind und überzeugt, dass Misstrauen sich auszahlt.

Interessanterweise stellt sich zumeist eine Passung zwischen den Erwartungen der Prinzipale und den Reaktionen der Agenten ein, was die Autoren zu der Vermutung bewegt, dass sich in den Überzeugungen der Prinzipale und den tatsächlichen Reaktionen der Agenten eine *sich selbst erfüllende Prophezeiung des Misstrauens* niederschlägt: Prinzipale mit pessimistischen Erwartungen zwingen den Agenten zur Abgabe eines Mindestbetrages und werden dann in ihrer Erwartung auch bestätigt, da die Agenten in Reaktion auf Zwang tatsächlich nur wenig an den Prinzipal abgeben.

Um zu erklären, warum sich Misstrauen viel weniger auszahlt als Vertrauen, ergründen Falk und Kosfeld (2006) auch die Denkweise der Agenten. Hier zeigen Befragungen, dass Agenten, die vom Gegenüber Misstrauen empfangen, überzeugt sind, der Prinzipal habe an sie nur sehr geringe Erwartungen bezüglich der Abgabehöhe  $x$  – wohingegen Agenten, die vom Prinzipal Vertrauen empfangen, überzeugt sind, das Gegenüber habe an sie hohe Erwartungen. Aus diesen Erwartungen erwächst nach Meinung der Autoren wahrscheinlich ein Motiv, den Überzeugungen des Anderen zu

entsprechen – d.h., ihm eine niedrige Abgabe zukommen zu lassen, wenn er misstraut und eine hohe Abgabe, wenn er vertraut.

Außerdem werden die Agenten nach dem Experiment befragt, wie sie die Entscheidung, sie zur Abgabe von mindestens X Punkten zu zwingen, emotional wahrnehmen. Diejenigen Agenten, die auf Zwang mit einer geringeren Abgabe reagieren, berichten am häufigsten, dass sie die Entscheidung des Gegenübers als *Misstrauen* empfinden.

Falk und Kosfeld (2006) vermuten als Ursache für die von ihnen beschriebenen Befunde, dass die Entscheidung des Prinzipals wahrscheinlich seine Erwartungen signalisiert und dass der Agent auf diese Erwartungs-Signale reagiert: Eine Entscheidung für Misstrauen signalisiert die Überzeugung des Prinzipals, dass Menschen in der Regel nicht bereit sind, freiwillig etwas an Andere abzugeben – und der Agent handelt entsprechend, weil er gar keine Veranlassung sieht, der Überzeugung des Prinzipals entgegenzuwirken (der Agent kann ohne 'Gewissensbisse' egoistisch sein). Vertrauen dagegen wird als angenehm empfunden und signalisiert die Überzeugung des Prinzipals, dass Menschen im Allgemeinen bereit sind, etwas von ihrem Guthaben zu teilen, ohne dazu gezwungen zu werden – was den Agenten dem Konflikt aussetzt, entweder die Erwartung des Prinzipals zu bestätigen oder sich möglichst viel eigenen Gewinn zu sichern.

Wenn diese von Falk und Kosfeld (2006) vorgebrachten Interpretationen richtig sind – wenn das Empfangen von Vertrauen und die Reaktion darauf also eng mit der Wahrnehmung von Überzeugungen und Erwartungen des Gegenübers, mit Belohnungsempfinden und moralischem Konflikt zusammenhängt – dann sollten sich diese Zusammenhänge auch in einer Beteiligung der entsprechenden Hirnregionen für Mentalisieren (ToM), Belohnungsverarbeitung und Konfliktmechanismen (vorgestellt in den Kapiteln 2.1; S.14ff. und 2.2; S.26ff.) an der Entscheidungsfindung eines Agenten im Prinzipal-Agent-Spiel niederschlagen.

## 2.5.2 Die Übertragung des Prinzipal-Agent-Spiels in die fMRT-Forschung: Forschungsanliegen und Studiendesign

Für eine Untersuchung des Verhaltens von Versuchspersonen in Reaktion auf empfangenes Vertrauen und der damit einhergehenden neurophysiologischen Aktivierungen bietet das von Falk und Kosfeld (2006) vorgestellte Prinzipal-Agent-Spiel mehrere Vorteile gegenüber dem klassischen Vertrauens-Spiel von Berg und Kollegen (1995; siehe Kapitel 2.3.3.2; S.50ff.):

Erstens ist, wie in Kapitel 2.5 (S.92) gefordert, der Empfang von Vertrauen für den Agenten nicht konfundiert mit dem Empfang von Geld. De facto haben Versuchspersonen laut Falk und Kosfeld (2006) dann, wenn ihnen Vertrauen entgegengebracht wird, nicht nur *keinen* ökonomischen Gewinn, sondern zumeist einen durch sie selbst willentlich herbeigeführten finanziellen *Verlust*.

Zweitens ist es möglich, die Reaktion auf empfangenes Vertrauen durch das Prinzipal-Agent-Spiel sehr differenziert zu messen: Dem Agenten stehen 120 Punkte zur freien Verfügung, die er nach Gutdünken mit dem Prinzipal teilen kann. Im Gegensatz zu den meisten bereits veröffentlichten neuroökonomischen Studien mit dem Vertrauens-Spiel, in denen dem Trustee nur eine Wahl zwischen zwei Optionen offen steht (zu kooperieren oder zu betrügen), bietet das Prinzipal-Agent-Spiel also die Möglichkeit zu messen, wie stark ein Agent das ihm entgegengebrachte Vertrauen honoriert – je mehr Punkte er an den Prinzipal überweist, desto mehr belohnt er die Entscheidung seines Gegenübers.

Ernst Fehr (2009) beschreibt, was man bei der Planung einer neuroökonomischen Studie unbedingt beachten muss: Um soziale Präferenzen zu messen, sollten mehrere Spiele mit nur einem Durchgang (engl.: *one-shot-games*) mit echten Geldeinsätzen zwischen anonymen Interaktionspartnern gespielt werden. Die Spieler sollten sich nicht persönlich kennen oder begegnen. Außerdem sollte das Spiel nicht aus Simultanzügen bestehen, sondern sequenziell gespielt werden. Dabei sollte die Versuchsperson über die vorangegangene Entscheidung eines Mitspielers informiert werden und darauf reagieren. Diese Implementierung einer Serie von einmaligen Interaktionen kann ein ernstes Problem darstellen, denn man muss der Versuchsperson eine sehr große Anzahl von Partnern nacheinander präsentieren. Die Versuchsperson an dieser Stelle zu täuschen, könnte sich negativ auf die Reputation des Untersuchers auswirken. Die von Ernst Fehr (2009) als

ideal dargestellte Lösung besteht darin, die Teilnehmer an der Studie im Scanner mit den Entscheidungen von Interaktionspartnern zu konfrontieren, die ihre Wahlen in vorangegangenen Befragungen zum gleichen Spiel gemacht haben. Diese Vorgehensweise wird in den nachfolgend beschriebenen experimentellen Studien umgesetzt (siehe unten und Kapitel 3).

Ein grundlegendes Forschungsinteresse des Autors der vorliegenden Arbeit besteht darin, die Befunde von Falk und Kosfeld (2006) auf Replizierbarkeit zu prüfen. Deshalb wird in Studie 1 und Studie 3 getestet, ob Prinzipale in Experimenten, die eng an Falk und Kosfeld (2006) angelehnt sind, eher dazu tendieren einem Agenten freie Wahl zu lassen, als ihn zur Abgabe eines Mindestbetrages zu zwingen. In Studie 1 treffen sehr viele Prinzipale diese Entscheidung und ihre Wahlen bilden daraufhin die Grundlage der Spiele in Studie 2, in der Agenten im fMRT-Scanner auf die Entscheidungen der Prinzipale aus Studie 1 reagieren.

In Studie 2 wird erhoben, ob Agenten dazu bereit sind, an vertrauensvolle Prinzipale höhere Abgaben zu leisten als an misstrauische Prinzipale. Neben einer ausführlichen Befragung der Agenten zu ihren Gedanken, Empfindungen und Motiven, soll die während der Entscheidungsphase aufgezeichnete Hirnaktivität zusätzlich Hinweise darauf geben, welche kognitiven Prozesse an der Wahrnehmung von Vertrauen und Misstrauen und der Reaktion darauf beteiligt sind. Besonderes Augenmerk wird hierbei darauf gelegt, ob belohnungsassoziierte Areale auch in einem Paradigma aktiviert werden, bei dem Vertrauen nicht mit finanzieller Belohnung konfundiert ist.

Weiterhin wird die Funktion der anterioren Insula und des dorsalen anterioren cingulären Cortex im Fokus stehen. In den vorangehend aufgeführten Befunden zur Entscheidungsfindung, dem sozialen Erleben und der Neuroökonomie werden beide Regionen wiederholt aufgeführt – z.B. als Korrelate von Konfliktverarbeitung (Mansouri, Tanaka & Buckley, 2009), unangenehmer Körperempfindungen (Craig, 2009), Empathie für das Leid Anderer (Singer, 2009) oder sozialem Schmerz (Eisenberger, Jarcho, Lieberman & Naliboff, 2006; Eisenberger & Lieberman, 2004). Dass diese Areale ebenso in einer fMRT-Studie mit dem Ultimatum-Spiel (Sanfey, Rilling, Aronson, Nystrom & Cohen, 2003) eine Rolle spielen, wenn Versuchspersonen in der Rolle der Reagierenden mit unfairen Angeboten des Verteilenden konfrontiert sind, wird von verschiedenen Autoren sowohl als mögliches Zeichen für eine emotional aversive Reaktion auf das unfaire Angebot interpretiert (Sanfey et al. 2003), als auch als Zeichen für den Konflikt

zwischen egoistischen Motiven und sozialen Präferenzen (Fehr 2009), im Sinne von 'Man sollte das unfaire Angebot annehmen, denn wenig Geld haben ist immer noch besser als kein Geld haben!' vs. 'Man sollte den Verteilenden dafür bestrafen, dass er solch ein unfaires Angebot macht und durch Ablehnung des Angebotes dafür sorgen, dass er gar nichts erhält!'.

Durch die Verwendung des Prinzipal-Agent-Spiels kann potentiell zwischen beiden Interpretationen differenziert werden: Wenn Aktivität in dACC und AI neurophysiologische Anzeichen für Empörung und Wut sind, dann sollten die Regionen bei der Wahrnehmung von Misstrauen stärker involviert sein als bei der Wahrnehmung von Vertrauen. Wenn eine Aktivierung von dACC und AI hingegen eher ein Anzeichen für einen Konflikt zwischen egoistischen und sozialen Motiven ist, dann sollten beide beim Erleben von Vertrauen stärker beteiligt sein als beim Erleben von Misstrauen.

In Studie 3 treffen andere Prinzipale die Wahl zwischen den zwei Optionen Vertrauen und Misstrauen und beantworten danach einen ausführlichen Fragebogen zu ihren Motiven, Überzeugen und Gefühlen bei dieser Entscheidung. Dies soll eine eingehende Charakterisierung der Mechanismen ermöglichen, die dem Verhalten der Prinzipale zugrunde liegen.

Studie 4 soll die Vermutung, dass Agenten in der Entscheidung des Prinzipals den Ausdruck einer Überzeugung des Gegenübers wahrnehmen und entsprechend dieser Wahrnehmung handeln, überprüfen.

Studie 5 beschäftigt sich abschließend mit der Frage, inwieweit das oben mehrfach angesprochene *framing*, also die Art und Weise, wie eine Spielsituation beschrieben wird, beim Prinzipal-Agent-Spiel eine Bedeutung hat. Eine Studie berichtet (Branas-Garza, 2007), dass prosoziales Verhalten im Diktator-Spiel allein dadurch gesteigert werden kann, dass der Standardinstruktion der Beisatz "Note that he relies on you" (zitiert nach Branaz-Garza, 2007; S. 477) zugefügt wird. Falk und Kosfeld (2006) haben aus dem Wissen um das framing heraus in Instruktion und Experiment auf sozial-normativ geladene Ausdrücke wie *Vertrauen* und *Misstrauen* verzichtet. Der Autor der vorliegenden Arbeit hat aber die Vermutung, dass die stattdessen verwendeten Begriffe *Zwang* und *freie Wahl* ähnlich stark normativ besetzt sind und dass durch diese Begrifflichkeiten die Vertrauen-belohnenden und Misstrauen-bestrafenden Reaktionen der Agenten gefördert werden. Um den tatsächlichen Einfluss des framing zu klären, wird in Studie 5 eine weitere, völlig neutrale Beschreibung der Spielsituation des Prinzipal-Agent-Spiels umgesetzt.

### 3 Experimenteller Teil

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden fünf experimentelle Studien durchgeführt, um Forschungsfragen zu beantworten, die sich aus der oben dargestellten wissenschaftlichen Ausgangslage ergeben.

Im Zentrum des experimentellen Paradigmas jeder Studie steht eine Adaption des im Kapitel 2.5.1 (S.92ff.) vorgestellten Prinzipal-Agent-Spiels von Falk und Kosfeld (2006). Jede Studie fokussiert auf das Erleben und/oder das Verhalten von *entweder* Prinzipalen (in den Studien 1 und 3) *oder* Agenten (in den Studien 2, 4 und 5). Während bei Falk und Kosfeld eine gleichzeitige Testung von Prinzipal *und* Agent stattfindet, wird in der vorliegenden Arbeit der sozial-interaktive Charakter des Spiels dadurch erzeugt, dass die Entscheidungen der Teilnehmer in den einzelnen Studien zueinander in Beziehung gesetzt werden (zur konkreten Umsetzung dieser Vorgehensweise s.u.).

Um Missverständnisse zu vermeiden, soll die Verwendung der Begriffe *Versuchsperson*, *Proband* und *Gegenüber* in Verbindung mit den Rollen *Agent* und *Prinzipal* in den Darstellungen der experimentellen Studien erläutert werden: Die Begriffe sind *nicht* an eine der beiden Rollen im Prinzipal-Agent-Spiel gebunden. Stattdessen wird in der Beschreibung einer Studie immer *der Spielteilnehmer, dessen Verhalten/Erleben untersucht wird*, als *Versuchsperson* oder *Proband* bezeichnet.

Konkret bedeutet dies: In Studie 1 und Studie 3, in denen die Spielteilnehmer die Rolle des Prinzipal übernehmen, bezeichnet der Begriff *Versuchsperson* den *Prinzipal*. In den Studien 2, 4 und 5 hingegen, in denen die Spielteilnehmer die Rolle des Agenten einnehmen, entsprechen sich die Bezeichnungen *Versuchsperson* und *Agent*. Demnach wird in den Studien immer derjenige Spielpartner als *Gegenüber* bezeichnet, der *nicht* direkt getestet wird, wohl aber indirekt als Spielpartner 'beteiligt' ist (Umsetzung s.u.). Das heißt: In Studie 1 und Studie 3 (Versuchsperson = Prinzipal) werden die Agenten als *Gegenüber* bezeichnet, in den Studien 2, 4 und 5 (Versuchsperson = Agent) werden die Prinzipale als *Gegenüber* bezeichnet. Um dem Leser die wechselnde Zuordnung dieser Begrifflichkeiten anzuzeigen, wird zu Beginn der Beschreibung jeder einzelnen Studie darauf hingewiesen, welche Zuordnung zwischen den Rollen *Agent/Prinzipal* und den Bezeichnungen *Versuchsperson/Proband/Gegenüber* vorliegt.

Der Autor der vorliegenden Schrift nutzt in der folgenden Beschreibung der experimentellen Studien (aber *nicht* gegenüber den Versuchspersonen) Kurzschreibweisen für die beiden Optionen, die dem Prinzipal im Prinzipal-Agent-Spiel zur Auswahl stehen. Dabei bezeichnet ...

- *Frei $\underline{X}$*  diejenige Option, in welcher der Prinzipal dem Agenten freie Wahl hinsichtlich der Höhe des Abgabebetrag lässt und
- *Zwang $\underline{X}$*  steht für die Option, in welcher der Prinzipal den Agenten dazu zwingt, mindestens einen bestimmten Betrag ( $\underline{X}$ ) abzugeben (wobei die Höhe von  $\underline{X}$  vom Experimentator vorgegeben wird).

Der erste Teil der Kurzschreibweise (*Frei-* oder *Zwang-*) kennzeichnet also, ob der Prinzipal dem Agenten freie Wahl lässt oder ihn zur Abgabe eines Mindestbetrages zwingt. Der zweite Teil des Kürzels ( $\underline{X}$ ) steht für den Mindestabgabebetrag, dessen Abgabe der Prinzipal erzwingt (bei *Zwang $\underline{X}$* ) oder von dessen 'Erzwingung' ein Prinzipal Abstand nimmt (bei *Frei $\underline{X}$* ).

Mit dem hinteren Teil der Kurzschreibweise wird in den folgenden Darstellungen zusätzlich auch oft die Höhe des Mindestabgabebetrag angegeben: Da einigen Prinzipalen die Wahl eines Mindestabgabebetrag von 5 Geldeinheiten (GE) zur Auswahl steht, anderen Prinzipalen dagegen 10 GE und wieder anderen Prinzipalen 20 GE, heißen die Kurzschreibweisen entsprechend *Zwang $\underline{5}$* , *Zwang $\underline{10}$*  und *Zwang $\underline{20}$*  bzw. *Frei $\underline{5}$* , *Frei $\underline{10}$*  und *Frei $\underline{20}$*  - je nachdem, ob sich der Prinzipal für *Zwang $\underline{X}$*  oder *Frei $\underline{X}$*  entscheidet.

### 3.1 Studie 1:

#### **Entscheidungen von Prinzipalen im Prinzipal-Agent-Spiel - Befragungen im Rahmen einer umfangreichen Stichprobe**

In Studie 1 nimmt eine umfangreiche Anzahl Probanden ( $n = 161$ ) die Rolle des Prinzipals im Prinzipal-Agent-Spiel ein. Die Studie erfüllt einen zweifachen Zweck. Erstens soll geprüft werden, ob sich ein Teilergebnis der Studie von Falk und Kosfeld (2006) replizieren lässt. Die diesbezügliche Fragestellung lautet: Entscheidet sich die Mehrheit der Prinzipale dafür, dem Agenten freie Wahl zu lassen anstatt ihn zur Abgabe eines bestimmten Mindestbetrages zu zwingen? Zweitens dient die Datenerhebung in Studie 1 der Gewinnung von Verhaltensdaten von Prinzipalen, welche dann den Agenten in Studie 2 dargeboten werden können (in Studie 2 reagieren Agenten im fMRT-Scanner auf die Entscheidungen der Teilnehmer an Studie 1).

In der folgenden Darstellung von Studie 1 wird ein Teilnehmer in der Rolle des Prinzipal als *Versuchsperson* und der nur indirekt beteiligte Agent als *Gegenüber* bezeichnet.

### 3.1.1 Methode

Der experimentelle Rahmen von Studie 1 ist eng an das im Kapitel 2.5.1 (S.92ff.) der vorliegenden Arbeit beschriebene Prinzipal-Agent-Spiel von Falk und Kosfeld (2006) angelehnt. Im Unterschied zu Falk und Kosfeld liegt der Fokus der Datenerhebung in Studie 1 aber ausschließlich auf dem Entscheidungsverhalten von Prinzipalen.

#### 3.1.1.1 Experimentelles Design

##### **Die Adaption des Prinzipal-Agent-Spiels von Falk und Kosfeld (2006)**

Die Versuchsperson wird in der Instruktion zum Versuch (s. Anhang B; S.288ff.) über die Spielsituation, die Regeln und die zwei Rollen im Spiel in Kenntnis gesetzt. Dabei erhält sie die Information, dass es sich bei dem Spiel um eine finanzielle Transaktion zwischen ihr selbst und einem real existierenden Gegenüber - einem Kommilitonen desselben Semesterstudienganges - handelt.

Der Proband erfährt, dass sein Gegenüber in dem Spiel ein Ausgangsguthaben von 120 Punkten erhält (1 Punkt = 10 Cent) und entscheiden soll, wie viel es von diesem Ausgangsguthaben an den Probanden abgibt.

Weiterhin wird der Versuchsperson mitgeteilt, dass sie selbst auch eine Entscheidung zu treffen hat: Sie muss, *bevor* das Gegenüber festlegt wie viel es abgibt, eine von zwei Optionen auswählen:

- Option 1: Die Versuchsperson kann entscheiden, ihr Gegenüber nicht einzuschränken und es in seiner Entscheidung völlig frei zu lassen.
- Option 2: Die Versuchsperson zwingt ihr Gegenüber, mindestens einen bestimmten Betrag abzugeben, wobei die Höhe dieses Mindestabgabebetrages (X) vom Experimentator vorgegeben wird (nähere Erläuterung s.u.).

Die Versuchsperson kann ihr Gegenüber also in eine der folgenden zwei Situationen versetzen:

Situation 1 (bei Wahl von Option 1):

Das Gegenüber kann jeden beliebigen Betrag zwischen 0 und 120 an die Versuchsperson überweisen.

Situation 2 (bei Wahl von Option 2):

Das Gegenüber muss einen beliebigen Betrag zwischen dem Mindestabgabebetrag und 120 Punkten an die Versuchsperson überweisen. Das Gegenüber kann jedoch nicht weniger als diesen Mindestabgabebetrag wählen.

Die Versuchsperson erfährt weiterhin, dass dem Gegenüber ihre Wahl zwischen Option 1 und Option 2 in einer auf diese Befragung folgende fMRT-Studie mitgeteilt wird. In dieser fMRT-Studie trifft das Gegenüber dann seine Entscheidung bezüglich der Höhe der Abgabe an die Versuchsperson.

In Abhängigkeit von den Entscheidungen beider Spieler - der Wahl von Option 1 oder Option 2 durch die Versuchsperson und der daraufhin erfolgenden Entscheidung des Gegenübers, wie viel es an die Versuchsperson abgeben will (Abgabebetrag  $x$ ) - gestalten sich die Gewinne für beide Teilnehmer. Dabei gilt folgende Auszahlungsregel: Jeder Punkt, den das Gegenüber (Agent) an die Versuchsperson (Prinzipal) abgibt, verringert das Guthaben des Gegenübers um einen Punkt (Gewinn Gegenüber = 120 Punkte -  $x$ ) und erhöht das Guthaben der Versuchsperson um zwei Punkte (Gewinn Versuchsperson = 0 Punkte +  $2x$ ). Der vom Gegenüber abgegebene Betrag wird also vom Experimentator verdoppelt und an die Versuchsperson überwiesen.

In der folgenden Darstellung wird Option 1 mit *FreiX* und Option 2 mit *ZwangX* bezeichnet. Wie in Kapitel 2.5.1 (S.92ff.) der vorliegenden Arbeit dargestellt, kann *FreiX* auch mit *Vertrauen* und *ZwangX* mit *Misstrauen* umschrieben werden.

### **Versuchspersonengruppen mit unterschiedlich hohen Mindestabgabebeträgen X**

Während der Instruktion zum Experiment werden die Versuchspersonen nach dem Zufallsprinzip in drei annähernd gleich große Gruppen eingeteilt. Diese Gruppen unterscheiden sich dahingehend, dass den Versuchspersonen bei ZwangX unterschiedlich hohe Mindestabgabebeträge (X) zur Verfügung stehen: X ist entweder 5, 10 oder 20.

Es gibt also eine Versuchspersonengruppe, deren Mitglieder die Wahl haben, dem Gegenüber entweder freie Wahl zu lassen (FreiX) oder es zur Abgabe von mindestens 5 Punkten zu zwingen - diese Gruppe wird mit *Gruppe5* bezeichnet. Die Entscheidungen der Probanden in dieser Gruppe heißen entsprechend *Frei5*, wenn die Versuchsperson darauf verzichtet, die Abgabe von mindestens 5 Punkten zu erzwingen und *Zwang5*, wenn die Versuchsperson ihr Gegenüber zur Abgabe von mindestens 5 Punkten zwingt. Dementsprechend lauten die Kurzbezeichnungen für die zweite und dritte Versuchspersonengruppe: *Gruppe10* (mit *Frei10* und *Zwang10*) bzw. *Gruppe20* (mit *Frei20* und *Zwang20*).

### **Auszahlung der Versuchspersonen**

Den Versuchspersonen wird in der Instruktion (s. Anhang B; S.288ff.) erklärt, dass es von drei Bedingungen abhängt, ob und wie viel Geld sie im Laufe des Spieles erhalten:

- Erstens richtet sich die Höhe des Auszahlungsbetrages danach, wie sich die Versuchsperson selbst entscheidet, also ob sie FreiX oder ZwangX wählt.
- Zweitens hängt es vom Gegenüber ab, wie es auf diese Entscheidung der Versuchsperson reagiert.
- Drittens wird den Versuchspersonen erklärt, dass nur eine begrenzte Zahl an Studienteilnehmern als Interaktionspartner für die fMRT-Studie ausgewählt wird. Die Versuchspersonen erhalten somit die Information, dass es zwar eine *Chance* auf die Auszahlung eines Gewinnes gibt, nicht jedoch die *Garantie*.

### **Der Fragebogen zur Erhebung der Entscheidung**

Die Prinzipale erhalten einen Fragebogen, auf dem sie ihr Alter und Geschlecht, sowie anonymisierte Initialen angeben.

Weiterhin kreuzen sie auf diesem Bogen eine der beiden Optionen an:

Option 1: "Ich lasse meinem Gegenüber die freie Wahl, wie viel es mir abgibt"

Option 2: "Ich zwinge mein Gegenüber, mir mindestens [X] Punkte abzugeben"

[X ist, je nach Versuchspersonengruppe, entweder 5, 10 oder 20]

### 3.1.1.2 Versuchspersonen, zeitlicher und räumlicher Rahmen der Studie

Insgesamt können 161 Versuchspersonen für eine Teilnahme an Studie 1 gewonnen werden. Alle Teilnehmer sind im Jahr 2007 Studenten desselben Semesterstudienganges Humanmedizin an der Universität Bonn. Die Befragung findet an drei aufeinanderfolgenden Tagen in einem ruhigen Hörsaal statt, in dem mehrere Probanden gleichzeitig instruiert und befragt werden können. Die Befragung dauert in der Regel eine halbe Stunde.

Durch die zufällige Einteilung von Probanden erhalten die drei Gruppen die folgende Zusammensetzung:

- Gruppe<sub>5</sub>: 53 Versuchspersonen, davon 21 männlich und 32 weiblich  
Durchschnittsalter 22,4 Jahre (Standardabweichung  $\hat{SD}$  3,4 Jahre)
- Gruppe<sub>10</sub>: 55 Versuchspersonen, davon 22 männlich und 33 weiblich  
Durchschnittsalter 22,7 Jahre ( $SD$  3,4 Jahre)
- Gruppe<sub>20</sub>: 53 Versuchspersonen, davon 19 männlich und 34 weiblich  
Durchschnittsalter 23,1 Jahre ( $SD$  4,7 Jahre)

### 3.1.1.3 Variablen

#### Unabhängige Variable

Als unabhängige Variable gilt die Gruppierungsvariable: Die Versuchsperson wird zufällig einer der drei Gruppen zugeteilt, die durch eine unterschiedliche Höhe von X gekennzeichnet sind: Gruppe<sub>5</sub>, Gruppe<sub>10</sub> oder Gruppe<sub>20</sub>.

#### Abhängige Variable

Die Versuchsperson soll eine Entscheidung zwischen zwei Alternativen (FreiX und ZwangX) treffen, wobei X je nach Gruppenzugehörigkeit 5, 10 oder 20 ist. Die abhängige Variable ist demzufolge dichotom.

### 3.1.2 Hypothese, Datenanalyse und Ergebnisse

#### Forschungsfrage

Aus einem Teilergebnis der Studie von Falk und Kosfeld (2006) ergibt sich die Forschungsfrage, ob sich Prinzipale öfter für FreiX als für ZwangX entscheiden.

#### Ausprägung der abhängigen Variablen

##### Hypothese

Aufgrund der Vorbefunde von Falk und Kosfeld (s. Kapitel 2.5.1; S.92ff.) wird erwartet, dass sich Prinzipale in allen drei Gruppen häufiger dafür entscheiden, ihrem Gegenüber freie Wahl zu lassen, als es zur Abgabe von mindestens X Punkten zu zwingen.

Hypothese: In Gruppe5, Gruppe10 und Gruppe20 entscheiden sich mehr Versuchspersonen für FreiX als für ZwangX.

$$H_0: N(\text{FreiX}) \leq N(\text{ZwangX})$$

$$H_1: N(\text{FreiX}) > N(\text{ZwangX})$$

##### Ergebnis

Abbildung 26 stellt dar, wie viele Versuchspersonen in jeder Gruppe sich für FreiX oder ZwangX entscheiden.

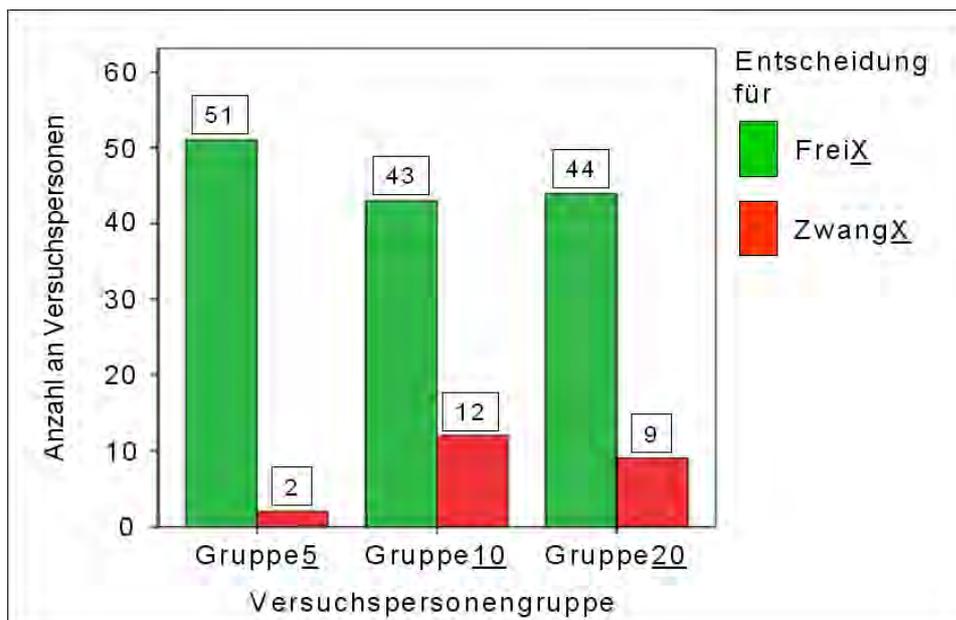


Abbildung 26. Darstellung der Häufigkeit der Entscheidung für FreiX oder ZwangX in den drei Versuchspersonengruppen Gruppe5 (X=5), Gruppe10 (X=10) und Gruppe20 (X=20).

Zur Prüfung der Hypothese wird für jede Gruppe ein Binomialtest angewendet. Dieser Test prüft, ob bei einem dichotomen Merkmal (hier: Entscheidung für FreiX / Entscheidung für ZwangX) die relative Auftretenshäufigkeit der Kategorien signifikant von einem Anteilswert (hier:  $p = 0,5$ ) abweicht (Diehl & Staufenbiel, 2007). Dies entspricht der Prüfung, ob die Ausprägung der dichotomen Variable gleichverteilt ist. Tabelle 1 stellt die Ergebnisse dieser Binomialtests für die drei Gruppen dar.

Tabelle 1

*Ergebnisse der Binomialtests zur Prüfung, ob die Häufigkeit der Entscheidung von Versuchspersonen für FreiX oder ZwangX gleich groß ist.*

Versuchs- personengruppe	Entscheidung für...	N	beobachteter Anteil	Testanteil	Signifikanz
Gruppe <sub>5</sub>	<u>Frei</u> <sub>5</sub>	51	0,96	0,50	0,000
	<u>Zwang</u> <sub>5</sub>	2	0,04		
Gruppe <sub>10</sub>	<u>Frei</u> <sub>10</sub>	43	0,78	0,50	0,000
	<u>Zwang</u> <sub>10</sub>	12	0,22		
Gruppe <sub>20</sub>	<u>Frei</u> <sub>20</sub>	44	0,83	0,50	0,000
	<u>Zwang</u> <sub>20</sub>	9	0,17		

Die Binomialtests zeigen, dass die Hypothese  $H_1$  für jede Versuchspersonengruppe angenommen werden kann:

- **Der Anteil derjenigen Versuchspersonen, die sich für FreiX entscheiden, ist signifikant größer als der Anteil der Versuchspersonen, die ZwangX wählen.**

### 3.1.3 Zusammenfassung zu Studie 1

In Studie 1 soll eine große Anzahl Versuchspersonen in der Rolle des Prinzipals die Entscheidung treffen, ob sie einen Agenten zur Abgabe eines festgelegten Mindestabgabebetrages zwingen oder nicht. Die Mehrzahl der Teilnehmer wählt die risikoreichere Option: Die meisten Probanden sind bereit, ihrem Gegenüber Vertrauen zu schenken - sie begrenzen dessen Entscheidungsspielraum nicht.

## 3.2 Studie 2: Das Prinzipal-Agent-Spiel im fMRT-Scanner

In Studie 2 spielen 40 Versuchspersonen eine Adaption des Prinzipal-Agent-Spieles von Falk und Kosfeld (2006), während mit funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT) ihre Hirnaktivität gemessen wird. Ziel von Studie 2 ist eine ausführliche Beschreibung des Erlebens von Vertrauen und Misstrauen sowie der Reaktion darauf. Beschrieben werden:

- Die neurophysiologische Aktivierung von Hirnarealen,
- die Höhe der Abgabebeträge und Reaktionszeiten,
- Äußerungen der Versuchspersonen zum Erleben der experimentellen Situation und
- die Ausprägung von Persönlichkeitsvariablen.

Die Befunde auf diesen unterschiedlichen Ebenen werden zueinander in Beziehung gesetzt. Aufbauend auf den sich daraus ergebenden Erkenntnissen, *was* das Erleben von Vertrauen und Misstrauen kennzeichnet, sollen - wenn möglich - die in Kapitel 2.5.1 (S.92ff.) und 2.5.2 (S.97ff.) dieser Arbeit formulierten Forschungsfragen zum *Warum* des von Falk und Kosfeld (2006) beschriebenen Effektes beantwortet werden.

In der Beschreibung von Studie 2 wird die Versuchsperson als *Agent* und das Gegenüber als *Prinzipal* bezeichnet.

### 3.2.1 Methode

In den folgenden Darlegungen wird das methodische Vorgehen von Studie 2 näher erläutert.

#### 3.2.1.1 Experimentelles Design

Zur Durchführung von Studie 2 wird das in Kapitel 2.5.1 (S.92ff.) beschriebene Prinzipal-Agent-Spiel von Falk und Kosfeld (2006) an die Verwendung im fMRT-Experiment angepasst. Dabei wird versucht, so nah wie möglich an der ursprünglichen Fassung von Falk und Kosfeld zu bleiben, um eine Vergleichbarkeit beider Studien zu ermöglichen. An einigen Stellen muss die ursprüngliche Version des Untersuchungsdesigns jedoch abgewandelt werden, um den Voraussetzungen für eine bildgebende Studie zu genügen. Im Folgenden werden deshalb ausführlich die

Gemeinsamkeiten und Unterschiede des Paradigmas von Falk und Kosfeld und des Experimentes in Studie 2 erläutert.

Genau wie im Experiment von Falk und Kosfeld (2006) beträgt das Ausgangsguthaben des Agenten zu Beginn eines Durchgangs 120 Geldeinheiten (*GE* oder *Punkte*). Bei Falk und Kosfeld entspricht eine Geldeinheit 20 Schweizer Rappen. Dies sind umgerechnet ungefähr 13 Eurocent. Um die Ergebnisse beider Studien vergleichen zu können und trotzdem die Beziehung zwischen Punkten und dem entsprechenden Geldwert für die Versuchsperson übersichtlich zu gestalten, wurde im fMRT-Experiment der Wert einer Geldeinheit auf 10 Eurocent (1 GE = 10 Eurocent) festgelegt. Dem Agenten im Experiment der vorliegenden Studie stehen demzufolge zu Beginn eines Durchganges 12 Euro zur Verfügung.

Vor dem Experiment erhält der Agent eine Instruktion mit Erläuterungen zu Regeln und Bedingungen des Spieles (s. Anhang B; S.288ff.). Auch diese Instruktion ist der ursprünglichen Fassung von Falk und Kosfeld (2006) im Wortlaut eng angelehnt. Der Versuchsperson wird darin mitgeteilt, dass es sich bei dem Versuch um eine finanzielle Interaktion zwischen zwei Spielern mit unterschiedlichen Rollen handelt. Es wird erklärt, welche Aufgaben und Wahloptionen beide Spieler haben.

So erfährt die Versuchsperson, dass sie entscheiden soll, wie viel sie dem Gegenüber (welches zu Beginn des Spieles ein Guthaben von 0 Punkten hat) von ihrem eigenen Ausgangsbudget (120 Punkte) abgibt. Im folgenden Text wird dieser Abgabebetrag des Agenten mit  $x$  bezeichnet.

Wie in der Studie von Falk und Kosfeld (2006) lautet die Auszahlungsregel: Jeder Punkt, den die Versuchsperson (Agent) an ihr Gegenüber (Prinzipal) abgibt, verringert das Guthaben der Versuchsperson um einen Punkt (Gewinn Versuchsperson = 120 Punkte -  $x$ ) und erhöht das Guthaben des Gegenübers um zwei Punkte (Gewinn Gegenüber = 0 Punkte +  $2x$ ). Der von der Versuchsperson abgegebene Betrag wird also vom Experimentator verdoppelt und an das Gegenüber überwiesen.

Außerdem wird der Versuchsperson mitgeteilt, dass dem Gegenüber in einer Befragung, die im Vorfeld der fMRT-Studie stattfand, zwei Optionen zur Auswahl standen:

- Option 1: Das Gegenüber konnte entscheiden, der Versuchsperson freie Wahl dahingehend zu lassen, wie viel sie an das Gegenüber abgibt.
- Option 2: Das Gegenüber konnte die Versuchsperson zur Abgabe eines bestimmten Mindestbetrages zwingen, dessen Höhe vom Experimentator vorgegeben war (zur Höhe des Mindestabgabebetrages s.u.).

Die Versuchsperson wird ebenfalls darüber informiert, dass sie während des Spielverlaufs im fMRT-Scanner erfährt, ob sich das Gegenüber für Option 1 oder Option 2 entschieden hat und dass sie daraufhin ihre Abgabeentscheidung treffen soll. Die Versuchsperson befindet sich also, je nachdem, für welche Option sich das Gegenüber entschieden hat, in einer von zwei Situationen:

Situation 1 (wenn sich das Gegenüber für Option 1 entschieden hat):

Die Versuchsperson kann einen beliebigen Betrag zwischen 0 und 120 Punkten an das Gegenüber überweisen.

Situation 2 (wenn sich das Gegenüber für Option 2 entschieden hat):

Die Versuchsperson kann einen beliebigen Betrag zwischen dem Mindestabgabebetrag und 120 Punkten an das Gegenüber überweisen (jedoch nicht weniger als diesen Mindestabgabebetrag).

In der folgenden Beschreibung wird der Mindestabgabebetrag mit  $X$  bezeichnet und wenn er z.B. 10 Punkte beträgt, dann wird er als  $10$  geschrieben. Außerdem erhält die oben aufgeführte Option 1 die Kurzbezeichnung *Frei $X$*  und Option 2 das Kürzel *Zwang $X$* . Wie schon in Kapitel 2.5.1 (S.92ff.) ausgeführt, stehen die Merkmale beider Wahloptionen des Prinzipals zu den psychologischen Konzepten *Vertrauen* und *Misstrauen* in enger Beziehung: Ein Vertrauender geht das Risiko ein, betrogen zu werden, am Ende Verlust zu erleiden oder leer auszugehen. Der Misstrauische dagegen gibt die Kontrolle *nicht* auf und *geht auf Nummer sicher*. Es wird in Studie 2 u.a. zu prüfen sein, ob die verbalen Umschreibungen der Optionen *Frei $X$*  als *Vertrauen* und *Zwang $X$*  als *Misstrauen* auch von den Versuchspersonen verwendet werden.

Die Abänderungen des Originaldesigns von Falk und Kosfeld (2006) ergeben sich zum Einen aus den Anforderungen für ein fMRT-Experiment und zum Anderen aus einer

Forschungsfrage, die sich mit der ursprünglichen Fassung des Spiels nicht beantworten ließ. Vor der ausführlichen Erläuterung dieser Änderungen zunächst eine Übersicht:

- (a) In der vorliegenden Studie wird *nicht* die Strategie-Methode verwendet. Stattdessen wird die Versuchsperson zu einer Entscheidung als Reaktion auf eine *konkrete Handlung des Gegenübers* aufgefordert (vgl. die Ausführungen zu Spielen in *strategischer Form* vs. *extensiver Form* in Kapitel 2.3.3; S.43ff.).
- (b) Der Agent erlebt *nicht* nur eine einzige Interaktion mit einem Prinzipal, sondern *mehrere Interaktionen* mit einer Vielzahl Gegenüber.
- (c) Der Agent wird *nicht* nur mit einer Höhe des Mindestabgabebetrag  $\underline{X}$  konfrontiert, sondern in verschiedenen Durchgängen mit  $\underline{X} = 5$  oder  $10$  oder  $20$ . Dementsprechend ist Option Zwang $\underline{X}$  im Folgenden in Zwang $\underline{5}$ , Zwang $\underline{10}$  bzw. Zwang $\underline{20}$  gegliedert. Gleichfalls werden Umsetzungen der Option Frei $\underline{X}$ , wenn also die Abgabe von  $\underline{X}$  *nicht* durch das Gegenüber erzwungen wird, in Frei $\underline{5}$ , Frei $\underline{10}$  bzw. Frei $\underline{20}$  bestehen.

Verschiedene Voraussetzungen für ein fMRT-Experiment bedingen, wie genau das Design des Experimentes von Studie 2 strukturiert sein muss. Einige dieser Voraussetzungen wurden schon im Kapitel 2.4 (S.63ff.) ausführlich geschildert.

So muss zur Messung von Hirnaktivitäten im fMRT-Experiment jede der interessierenden Bedingungen wiederholt dargeboten werden. Das liegt daran, dass das durch den Scanner aufgezeichnete Signal sehr schwach ist und durch statistische Verfahren der Mittelung über viele Aufzeichnungen die 'echte', d.h. die mit der Bedingung tatsächlich korrelierende, Änderung der Hirnaktivität aus dem allgemeinen 'Aktivierungsrauschen' herausgefiltert wird.

Des Weiteren sollte die Realisierung einer Bedingung in einem fMRT-Experiment immer möglichst konkret sein, um eine deutlich messbare Änderung der Hirnaktivierung zu bewirken. Ein Beispiel soll verdeutlichen, was mit 'möglichst konkret' gemeint ist: Sowohl das reale Betrachten als auch die bloße Imagination rotierender Objekte aktivieren die gleichen Hirnareale im parietalen Cortex, das konkrete Betrachten jedoch ausgeprägter als die Imagination (Podzbenko, Egan & Watson, 2005). Falk und Kosfeld (2006) verwenden in ihrer Studie die Strategie-Methode. Das heißt, dass der Agent zwei Entscheidungen der Form *was-wäre-wenn* trifft. Er entscheidet zum Einen, wie viel er abgeben *würde*, wenn der Prinzipal die Abgabe eines bestimmten Mindestbetrages

*erzwänge*. Zum Anderen soll die Versuchsperson angeben, wie viel sie *abgäbe*, falls der Prinzipal ihr freie Wahl *ließe*. Der Agent legt sich bei Falk und Kosfeld (2006) auf diese zwei Abgabebeträge fest, ohne die tatsächliche Entscheidung des Prinzipals zu kennen. Die Entscheidungen beider Spieler werden erst offenbart, wenn beide Spieler ihre Wahlen getroffen haben. Falk und Kosfeld verwendeten diese Vorgehensweise, weil in ihrer Studie nur eine einmalige Interaktion zwischen den Versuchspersonen-Paaren stattfindet und sie nur durch Einsatz der Strategie-Methode gleichzeitig die Reaktion einer Versuchsperson auf beide Bedingungen (FreiX und ZwangX) erheben können.

Im fMRT-Experiment von Studie 2 hingegen muss aus den oben beschriebenen messtechnischen Gründen eine mehrmalige, unabhängige Durchführung beider Spielbedingungen stattfinden. Somit kann auf die Strategie-Methode zugunsten von Entscheidungen in Reaktion auf konkrete Handlungen des Gegenübers verzichtet werden:

Versuchspersonen in Studie 2 entscheiden nicht...

*Wie viel würde ich abgeben, wenn mein Gegenüber...*

1. *mich zwingen würde*
2. *mir die freie Wahl ließe?*

... sondern reagieren auf konkrete, schon vorliegende Handlungen des Gegenübers im Sinne von...

*Wie viel gebe ich einem Gegenüber ab, welches mich zur Mindestabgabe zwingt (bzw. ...mir die freie Wahl lässt).*

Ein weiterer Unterschied zur Studie von Falk und Kosfeld (2006) besteht in der Verwendung der Höhe des vom Experimentator festgelegten Mindestabgabebetrag (X): Bei Falk und Kosfeld (2006) ist jedes Versuchspersonenpaar nur *einer* Höhe von X zugeordnet: X ist entweder 5 Punkte oder 10 Punkte oder 20 Punkte. Dementsprechend wird jeder Agent *nur* mit entweder Zwang5/Frei5 oder Zwang10/Frei10 oder Zwang20/Frei20 konfrontiert. Das heißt aber auch, dass Falk und Kosfeld (2006) intrapersonale Unterschiede der Reaktion auf verschiedene Höhen von X nicht erheben und somit auch nicht vergleichen können. Sie können also die Frage 'Reagiert dieselbe Person auf Frei20 anders als auf Frei10 oder Frei5?' gar nicht stellen. Eine Antwort auf diese Frage ist jedoch sehr bedeutsam: Die drei Bedingungen Frei20, Frei10 und Frei5 unterscheiden sich nämlich *nicht* hinsichtlich des Auswahlbereiches, den die Versuchsperson hat - *sie hat in allen drei Fällen die freie Wahl, einen Betrag zwischen 0*

und 120 abzugeben. Eine Versuchsperson könnte die drei Optionen aber trotzdem unterschiedlich **empfinden**: Ein Gegenüber, das auf den Zwang zur Mindestabgabe von 20 Punkten verzichtet, geht ein höheres Risiko (am Schluss schlechter dazustehen) ein als ein Gegenüber, welches auf den Zwang zur Mindestabgabe von 5 Punkten verzichtet.

Die bedeutsame Forschungsfrage lautet demzufolge: Wird dieses höhere Risiko von der Versuchsperson als höheres Vertrauen **empfunden**? Und wenn ja - reagieren die Versuchspersonen unterschiedlich auf verschiedene Höhen des Vertrauens (*intrapersonale Perspektive*)?

Damit diese Frage untersucht und beantwortet werden kann, wird die Versuchsperson in Studie 2 im Gegensatz zu Falk und Kosfeld (2006) mit allen drei Höhen von X (5, 10, 20) in FreiX (hier verzichtet das Gegenüber auf eine Implementierung eines gegebenen X) und ZwangX (hier wird die Abgabe von mindestens X erzwungen) konfrontiert.

Bei der Planung des Experimentes für Studie 2 wurde versucht, die gegensätzlichen Forderungen zweier wissenschaftlicher Disziplinen – Spieltheorie und fMRT-Forschung – in Übereinstimmung zu bringen. Spieltheoretiker verlangen oft, dass die Spielsituation eine *einmalige* Interaktion zwischen den Partnern ist – ein sogenanntes *one-shot-game* (Fehr 2009). Diese Forderung wird damit begründet, dass nur so die tatsächliche Wirkung von individuellen Präferenzen auf das Verhalten der Spieler ohne die Beeinflussung durch Lernerfahrungen (welche sich aus wiederholter Interaktion zwangsläufig ergeben) erfasst werden kann. Funktionelle MRT-Forschung macht es hingegen notwendig, die experimentellen Bedingungen möglichst oft zu wiederholen.

Der für Studie 2 gewählte Kompromiss zwischen beiden Positionen ähnelt der von Fehr (2009) vorgeschlagenen Vorgehensweise: Das Experiment ist so aufgebaut, dass die Versuchsperson im Scanner eine Reihe von mehreren aufeinanderfolgenden one-shot-games mit jeweils einem anderen Gegenüber erlebt. Wie genau dies realisiert wird, soll im Folgenden erläutert werden. Jedes einzelne one-shot-game wird im Weiteren *Durchgang* (engl.: *trial*) genannt und die Gesamtheit aller Durchgänge *Versuch* oder *Experiment*.

### **Der Ablauf eines Durchgangs - die fünf Phasen**

Das in Abbildung 28 dargestellte Design des Experimentes zeigt den Ablauf eines Durchganges (mit genauen Zeitangaben zu den 5 Phasen eines Durchganges), sowie Informationen zur Gestaltung der verschiedenen Durchgänge über das Experiment hinweg. In jedem der insgesamt 90 Durchgänge des Experimentes findet eine konkrete Konfrontation mit der Entscheidung eines Prinzipals in einem neuen, unabhängigen Prinzipal-Agent-Spiel statt. Jeder Durchgang besteht aus 5 Phasen, welche im Folgenden erläutert werden. In jeder Phase sieht der Proband vor schwarzem Hintergrund weiße oder rote Schrift und in Phase 4 den sogenannten Schieberegler, mit dem er die Höhe des von ihm ausgewählten Abgabebetrages angibt. Jeder Durchgang beginnt mit einem Fixationskreuz.

#### ***Fixationskreuz***

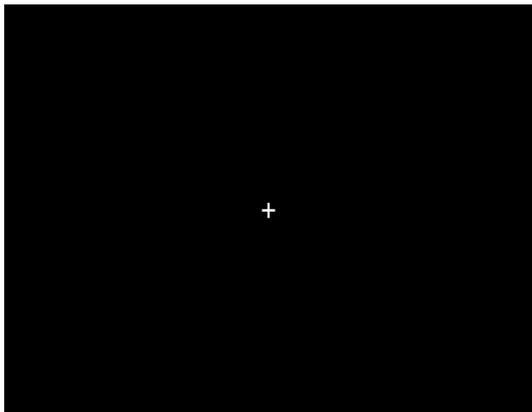


Abbildung 27. Fixationskreuz eines Durchgangs im Experiment von Studie 2

Das in Abbildung 27 dargestellte Fixationskreuz trennt die einzelnen Durchgänge voneinander. Es wird 76-mal für die Dauer von 3 Sekunden dargeboten und 14-mal für die Dauer von 10 Sekunden. Die vereinzelte längere Darbietung ist über das Experiment gleich verteilt und erfüllt den Zweck, sogenannte *null-events* einzufügen. *Null-events* sind im fMRT-Experiment Abschnitte, in denen für eine längere Periode überhaupt keine Stimulation stattfindet. Durch diese Ruhezeit kann sich die Erkennbarkeit des Signals während der Phasen, in denen Aktivitätsunterschiede gemessen werden sollen, verbessern (Friston, Zarahn, Josephs, Henson & Dale, 1999).

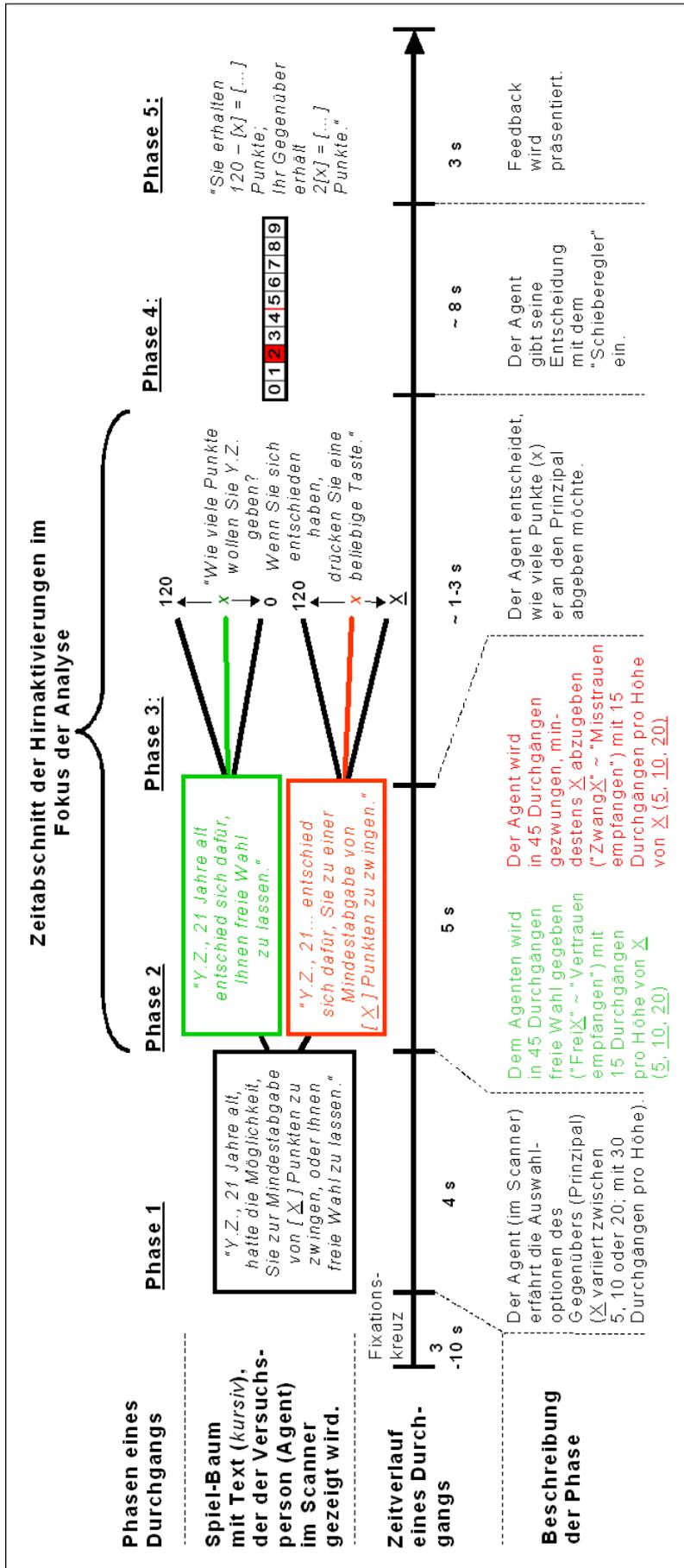


Abbildung 28. Design des Prinzipal-Agent-Spieles im fMRT-Experiment von Studie 2.

### *Phase 1*



Abbildung 29. Phase 1 eines Durchgangs im Experiment von Studie 2.

In Phase 1 werden der Versuchsperson die anonymisierten Initialen und das Alter des Gegenübers mitgeteilt (Abbildung 29). Zu diesen Informationen wird der Versuchsperson in der Instruktion zum Versuch (s. Anhang B; S.288ff.) erklärt, dass es sich um das tatsächliche Alter eines Kommilitonen handelt, nicht aber um die wirklichen Initialen. Stattdessen wird der erste Buchstabe des Vornamens des Vaters und der erste Buchstabe des Vornamens der Mutter des Spielpartners angezeigt. Durch diese Form der Anonymisierung soll ausgeschlossen werden, dass Probanden in den Initialen bestimmte Kommilitonen wiedererkennen (oder meinen, sie wiederzuerkennen) und sich von persönlichen Vorlieben oder Abneigungen in ihrem Entscheidungsverhalten beeinflussen lassen. Außerdem sieht die Versuchsperson, welche Auswahloptionen dem Gegenüber zur Verfügung standen. Der Mindestabgabebetrag  $X$  nimmt zufällig über den Verlauf des Experimentes verteilt 30-mal entweder die Höhe 5 oder 10 oder 20 an. Phase 1 dauert in jedem Durchgang 4 Sekunden.

### *Phase 2*

In Phase 2 (Abbildung 30) werden Initialen und Alter des Gegenübers übernommen und die Versuchsperson erfährt, welche der beiden zur Wahl stehenden Optionen das Gegenüber tatsächlich wählte. Es werden der Versuchsperson 15 randomisierte Durchgänge jeweils für Frei $X$  und Zwang $X$  pro Höhe von  $X$  [5, 10, 20] – natürlich in Abhängigkeit der in Phase 1 angegebenen Höhe von  $X$  – dargeboten (15-mal Frei $5$ , 15-mal Zwang $5$ , 15-mal Frei $10$ , 15-mal Zwang $10$ , 15-mal Frei $20$ , 15-mal Zwang $20$ ). Die Abfolge der Durchgänge wurde mit Hilfe des im Internet frei verfügbaren

Programms *research randomizer* (Aufruf 2007 über <http://www.randomizer.org>) zufällig über die 90 Durchgänge des Experimentes verteilt. Phase 2 dauert in jedem Durchgang 5 Sekunden.



Abbildung 30: Phase 2 eines Durchgangs im Experiment von Studie 2.

### ***Phase 3***

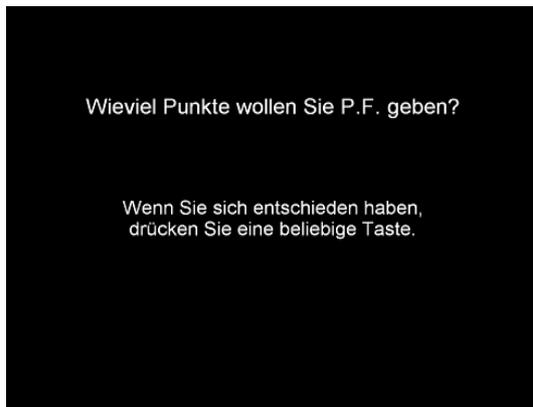


Abbildung 31: Phase 3 eines Durchgangs im Experiment von Studie 2.

In Phase 3 (Abbildung 31) wird die Versuchsperson aufgefordert, sich zu entscheiden, wie viel sie an das Gegenüber abgeben möchte. Die Länge dieser Phase hängt davon ab, wie viel Zeit sich der Proband für diese Entscheidung lässt. Dass er sich entschieden hat, gibt der Teilnehmer an, indem er eine der beiden ihm zur Verfügung stehenden Tasten drückt. Die Probanden werden während der Instruktion zum Versuch aufgefordert, ihre Entscheidung tatsächlich während dieser Phase 3 zu treffen und nicht erst nach dem Drücken der Taste. Die Länge von Phase 3 geht als abhängige Variable (Entscheidungs- bzw. Reaktionszeit, “RT“) in die Datenanalyse ein.

### Phase 4

In Phase 4 des Durchgangs (Abbildungen 32 bis 35) gibt die Versuchsperson den von ihr ausgewählten Abgabebetrag ein.

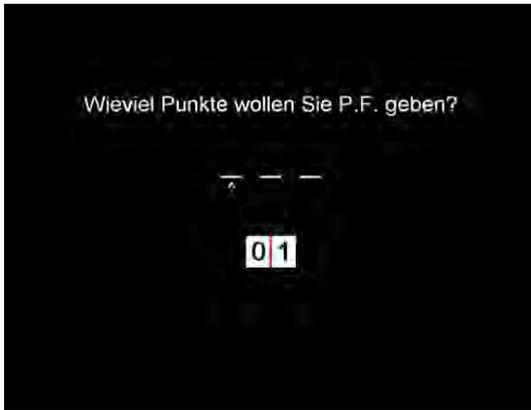


Abbildung 32. Phase 4a (Eingabe der Hunderterstelle) eines Durchgangs im Experiment von Studie 2

Dem Probanden stehen im Scanner keine Tastatur und auch kein Eingabeinstrument mit Ziffernblock zur Verfügung. Daher muss für das fMRT-Experiment eine Möglichkeit gefunden werden, mit Hilfe von nur zwei Tasten jede mögliche Zahl zwischen 0 und 120 (kleinst- und größtmöglicher Abgabebetrag) einzugeben.

Es ist wichtig, dass diese Auswahlprozedur zwei Bedingungen erfüllt: Für alle Beträge 0-120 darf weder der Aufwand (z.B. die Anzahl zu tätiger Tastendrucke) noch die Dauer bis zur fertigen Eingabe einer Zahl verschieden groß sein, weil dies die wahre Abgabebereitschaft verzerren könnte. Zur Verdeutlichung: Wenn die Angabe einer 0 schnell mit nur einem Tastendruck durchgeführt werden könnte, die Angabe einer 120 dagegen mit drei Tastendrucke, dann würden manche Versuchspersonen im Laufe des Experimentes eventuell zur Auswahl von schneller und einfacher darstellbaren Zahlen tendieren – also öfter 0 Punkte abgeben.

Der für das hier dargestellte fMRT-Experiment entwickelte *Schieberegler* erfüllt beide Voraussetzungen: Jeder der Beträge von 0 bis 120 wird mit insgesamt fünf Tastendrucke eingegeben und die Dauer der Eingabe eines Betrages ist stets gleich lang.

Auf den Abbildungen 32 bis 35 ist der Schieberegler dargestellt. Zur Bedienung: Der Proband muss zur Darstellung des von ihm gewählten Betrages stets drei Ziffern eingeben: Hunderter-, Zehner- und Einerstelle (in ebendieser Reihenfolge). Ein einstelliger Betrag  $b$  wird als  $00b$  eingegeben, ein zweistelliger Betrag  $zb$  als  $0zb$ .

Abbildung 32 (Phase 4a) zeigt den Schieberegler zur Eingabe der Hunderterstelle. Hier muss entweder eine 1 (für Beträge größer/gleich 100) oder eine 0 (für Beträge kleiner 100) ausgewählt werden. Der rote Strich in der Mitte zwischen 0 und 1 stellt für den Probanden die 'Startposition' dar. Ausgehend von diesem Strich drückt die Versuchsperson entweder die linke der beiden Tasten zur Auswahl der 0 oder die rechte Taste zur Auswahl der 1.

Nach der Belegung der Hunderterstelle bieten sich der Versuchsperson mehr Ziffern zur Auswahl der Ziffer auf der Zehnerstelle (Abbildung 33, Phase 4b).

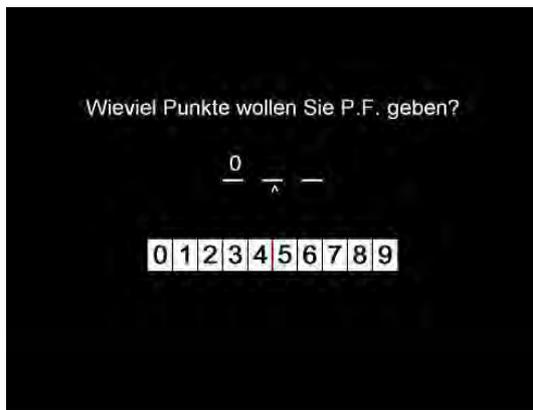


Abbildung 33. Phase 4b (Eingabe der Zehnerstelle) eines Durchgangs im Experiment von Studie 2

Der Proband beginnt wieder beim roten Strich (in der Mitte zwischen den Ziffern 4 und 5) und gibt mit einem Tastendruck (links/rechts) an, in welcher *Richtung vom roten Strich* die Ziffer liegt, die er auswählen möchte. Nach diesem Tastendruck beginnt ein rotes Kästchen (vgl. Abbildung 34, Phase 4c) in die gewählte Richtung zu rücken.

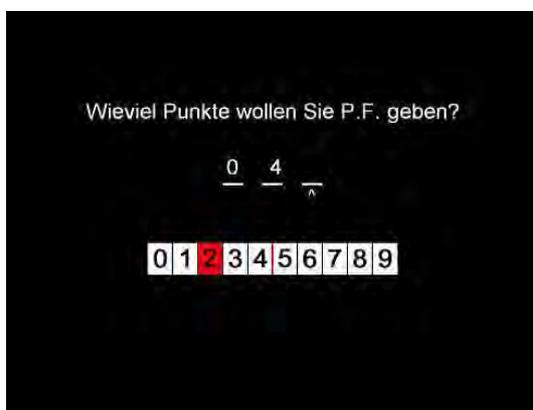


Abbildung 34. Phase 4c (Belegung der Einerstelle) eines Durchgangs im Experiment von Studie 2

Das rote Kästchen springt automatisch vom in der Mitte gelegenen Strich aus in Richtung Rand des Schiebereglers, ohne dass der Proband ein weiteres Mal die Taste betätigt. Das Kästchen verweilt dabei auf jeder Ziffer 0.5 Sekunden. Es benötigt ab dem Tastendruck des Probanden insgesamt 2.5 Sekunden bis an den linken oder rechten Rand des Auswahlinstrumentes. Der Proband muss, um die gewünschte Ziffer auszuwählen, abwarten bis das rote Kästchen diese Zahl erreicht hat, um dann nochmals eine Taste zu drücken. Er 'hält damit das springende rote Kästchen an'. Danach wird diese Ziffer oberhalb des Schiebereglers im Bereich der drei waagerechten Striche dargestellt. Die gleiche Prozedur läuft zur Belegung der Einerstelle ab.

Die Zeit zwischen dem Anhalten des roten Kästchens und dem Erscheinen der ausgewählten Ziffer auf dem waagerechten Strich ist unterschiedlich lang. Sie entspricht  $2,5s - i(0,5s)$ , wobei  $i$  die Anzahl der Positionen ist, die das rote Kästchen beim Anhalten schon vom Ausgangspunkt (Mittelstrich) weggerückt war. Als Beispiel: Eine Versuchsperson möchte die Ziffer 4 auf die Zehnerstelle setzen. Sie drückt einmal links. Das rote Kästchen beginnt daraufhin, nach links zu rücken. Die Versuchsperson drückt sofort wieder, um das rote Kästchen zu stoppen und so die Ziffer 4 auszuwählen. Die Zeit, die daraufhin zwischen dem *zweiten* Tastendruck der Versuchsperson und der *Darstellung* der Ziffer 4 auf dem waagerechten Strich oberhalb des Schiebereglers vergeht, ist  $2,5s - 1(0,5s) = 2,0s$  lang. Würde die Versuchsperson stattdessen eine 0 an die Zehnerstelle setzen wollen, so müsste sie warten, bis das rote Kästchen bis an den Rand des Schiebereglers weitergesprungen ist. Die Zeit, die dann bis zur Darstellung der Ziffer auf dem waagerechten Strich der Zehnerstelle vergeht, ist  $2,5s - 5(0,5s) = 0s$  lang.

Die Versuchsperson wird in der Instruktion zum Experiment und während des Trainings zur Bedienung des Schiebereglers auf diesen Zusammenhang zwischen der Position der ausgewählten Ziffer und der Pause zwischen Auswahl und Darstellung der Ziffer auf dem waagerechten Strich oberhalb des Schiebereglers aufmerksam gemacht: Zahlen, die sich näher an der Startposition (roter Mittelstrich) befinden, werden vom roten Auswahlkästchen zwar eher erreicht und sind somit früher wählbar, die Pause zwischen Auswahl der Ziffer und ihrem Erscheinen auf dem waagerechten Strich ist aber umso länger, je näher sich die Ziffer am roten Strich befindet. Oder anders gesagt: Die *Netto*-Zeit, die bis zum endgültigen Erscheinen einer Ziffer auf dem waagerechten Strich für Zehner- oder Einerstelle vergeht, ist für alle Zahlen 0 bis 9 gleich lang – eben jene zweite Voraussetzung, die das Auswahlinstrument erfüllen sollte.

Wenn alle drei Stellen belegt sind, wird die Versuchsperson gefragt, ob der eingegebene Betrag korrekt ist (s. Abbildung 35).



Abbildung 35. Phase 4d (Bestätigung der Eingabe) eines Durchgangs im Experiment von Studie 2

Der Proband bejaht oder verneint dies mit einem Druck der linken oder rechten Taste. Ist letzteres der Fall, so beginnt der Eingabeprozess erneut. Phase 4 ist im Mittel 8 Sekunden lang. Eine zeitliche Variation entsteht dadurch, dass Versuchspersonen unterschiedlich lang warten bis sie die Angabe eines Betrages starten.

### ***Phase 5***

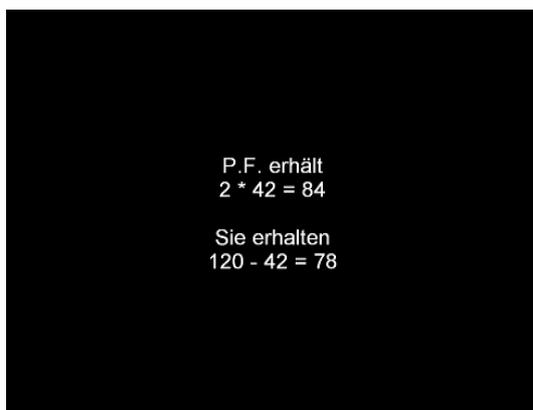


Abbildung 36. Phase 5 (Rückmeldung der Auszahlung) eines Durchgangs im Experiment von Studie 2

Ein Durchgang endet damit, dass dem Agenten 3 Sekunden lang eine Rückmeldung zur Höhe der resultierenden Auszahlungen für Versuchsperson und Gegenüber gegeben wird (Abbildung 36).

Zum Ende des gesamten Experimentes wird der Versuchsperson für 10 Sekunden gezeigt, welcher Durchgang zufällig zur tatsächlichen Umsetzung ausgewählt wurde (s.u.: Abschnitt *Die Auszahlung eines zufällig ausgewählten Durchganges*), wie viele Punkte der Proband in diesem Durchgang abgab und wie hoch demzufolge die letztlich an beide Spieler ausbezahlten Beträge sind.

### **Die Umsetzung von 90 unabhängigen one-shot-games während des fMRT-Experimentes**

Der Agent soll während des fMRT-Experimentes nacheinander mit 90 tatsächlich existierenden Prinzipalen interagieren. Wie lässt sich eine so große Zahl von Spielpartnern in das fMRT-Experiment einbeziehen? Es erscheint unrealisierbar, 90 Prinzipale nacheinander an einem Computer außerhalb des Scanners (der mit dem Computer zur Präsentation des Experimentes im Scanner verbunden wäre) 'vorbeizuschleusen' damit sie ihre Entscheidung in Echtzeit treffen können, während der Agent im Scanner liegt und auf diese Entscheidungen reagiert. Abgesehen von organisatorischen Schwierigkeiten (gleichzeitige Betreuung von 91 Versuchspersonen) stellen der schwer planbare zeitliche Ablauf und die ungewisse Verteilung der Versuchsbedingungen FreiX und ZwangX die größten Hindernisse dar.

Der vom Autor dieser Arbeit gewählte Kompromiss zwischen Realitätsnähe und Realisierbarkeit stimmt mit einem Vorschlag von Fehr (2009) überein: Es werden Entscheidungen von Prinzipalen verwendet, die im Zuge einer vorangegangenen Untersuchung (in diesem Fall Studie 1, s.o.) erhoben wurden. Diese Entscheidungen werden der Versuchsperson im Scanner nacheinander präsentiert. Die Versuchsperson wird in der Instruktion darüber informiert, dass die Interaktionspartner ihre Entscheidungen nicht erst während des Experimentes treffen, sondern dass es sich stattdessen um eine Auswahl aufgezeichneter Reaktionen von realen Teilnehmern einer vorangegangenen Erhebung handelt. Hierbei ist es nach Fehr (2009) entscheidend, der Versuchsperson glaubhaft zu versichern, dass ihre Reaktion tatsächlich Auswirkungen auf das Auskommen des Gegenübers (im Rahmen von spezifizierten Auszahlungsregeln, s.u. Absatz *Die Auszahlung eines zufällig ausgewählten Durchganges*) haben wird.

Die Rekrutierung von Versuchspersonen für Studie 1 und Studie 2 wird gleichzeitig unter den Studenten eines Semesterstudienganges der Humanmedizin an der Universität Bonn durchgeführt. Alle Versuchspersonen in Studie 2 bejahen die Frage, ob sie einige Kommilitonen kennen, die an Studie 1 beteiligt waren. Man kann deshalb davon

ausgehen, dass die Versuchspersonen von der 'Tatsächlichkeit' der sozialen Interaktion zwischen ihnen selbst und realen Kommilitonen überzeugt sind. Nichtsdestotrotz bleiben alle beteiligten Spieler füreinander anonym.

### **Die Auswahl der Prinzipale für Studie 2 aus Daten von Studie 1**

Es muss auf eine weitere Besonderheit der Konzeption des Experiments in Studie 2 hingewiesen werden: In der Darstellung der Ergebnisse von Studie 1 wird beschrieben, dass die Entscheidungen der Prinzipale für FreiX und ZwangX nicht gleichverteilt sind - bedeutend mehr Prinzipale entscheiden sich für FreiX als für ZwangX. Für ein fMRT-Experiment ist es jedoch wichtig, dass die Durchgänge der zu vergleichenden Bedingungen im Experiment ungefähr gleich häufig vorkommen. Die in Studie 2 verwendeten Häufigkeiten von FreiX und ZwangX (15 Durchgänge pro Höhe von X) müssen deshalb von den in der Realität vermutlich vorliegenden Häufigkeiten der Entscheidung von Prinzipalen für FreiX oder ZwangX abweichen.

Dies könnte bedeuten, dass die Versuchsperson im fMRT-Experiment - die real vorliegende Verteilung antizipierend, aber mit einer Gleichverteilung konfrontiert - anders auf die Bedingungen reagiert als 'im wahren Leben'. Die Äußerung einer Versuchsperson nach dem Experiment (s. Anhang D; S.321ff.) fasst es kurz: "Ich habe mich gewundert, wie viele mich gezwungen haben. Deshalb hab ich bei Zwang extra wenig abgegeben. Ich hätte das Geld aber gerne immer gerecht verteilt."

Auch hier musste ein Kompromiss zwischen Realität und Realisierbarkeit gewählt werden: Den Versuchspersonen wird in der Instruktion erklärt, dass es sich bei den dargebotenen Entscheidungen der Prinzipale um *eine Auswahl* von Reaktionen der Probanden einer vorangegangenen Studie handelt. Durch diese Formulierung wird zwar nicht das oben erwähnte Problem des Gegensatzes zwischen erwarteter und vorliegender Häufigkeit gelöst, zumindest aber das Element der Täuschung minimiert: Da *nicht explizit* zugesagt wird, dass die Durchgänge *zufällig* aus Ergebnissen von Studie 1 ausgewählt sind, kann eine gezielte Auswahl von Daten aus Studie 1 erfolgen, die nicht die tatsächliche Verteilung von FreiX und ZwangX widerspiegelt.

### **Die Auszahlung eines zufällig ausgewählten Durchgangs**

Eine Auszahlung jedes einzelnen der 90 Durchgänge kann aus finanziellen Gründen nicht erfolgen. Bei der Umsetzung der Studie wird deshalb auf eine in der Neuroökonomie weit verbreitete Auszahlungsregelung zurückgegriffen: Nach dem

Versuch wird *einer* der 90 Durchgänge des Experimentes *zufällig* ausgewählt und ausbezahlt, d.h., dass auch nur der an diesem Durchgang beteiligte Prinzipal den ihm von der Versuchsperson übertragenen Betrag erhält.

Der Versuchsperson wird auch dieses Merkmal des Versuches vor Beginn des Experimentes in der Instruktion erläutert. Sie wird dazu aufgefordert, in jedem Durchgang so zu handeln, als wäre dies der zum Schluss zufällig ausgewählte und ausbezahlte Durchgang.

### **Parameter des fMRT-Scans**

(vgl. die ausführlichen Beschreibungen zu den Grundlagen der fMRT, Kapitel 2.4; S.63ff.)

Das Experiment wird mit einem 3 Tesla-Scanner der Firma Siemens durchgeführt. Dieser Scanner befindet sich in der Life&Brain GmbH auf dem Gelände des Universitätsklinikums Bonn. Zur Aufzeichnung der Blutflussveränderungen im Gehirn wird eine Acht-Kanal Kopfspule verwendet. Mit Hilfe dieser Spule werden 33 axial ausgerichtete Schichten nacheinander gemessen, wobei eine Schicht 3 mm breit ist und der Zwischenraum zwischen den Schichten 0,3 mm beträgt. Die Größe eines Volumenelementes der Messung (Voxel) ist also 3 x 3 x 3.3 mm. Mit der Wahl dieser Parameter kann gewährleistet werden, dass das gesamte Großhirn in die Messungen einbezogen wird. Die TR (engl.: *time of repetition*) beträgt 1,94s. Während eines Experimentes werden durchschnittlich 1340 *volumes* (also 1340 mal 33 Schichten) aufgezeichnet. Die Echo-Zeit in der verwendeten echoplanaren Bildsequenz beträgt 30 ms.

### **Technische Umsetzung des experimentellen Designs**

Das Experiment wurde mit dem Programm *Presentation*® (online-Aufruf während der Jahre 2006-2009 unter <http://www.neurobs.com>) erstellt und dargeboten, ein von der Firma *Neurobehavioral Systems* angebotenes und in der kognitiven Neurowissenschaft vielfach verwendetes Programm zur Präsentation von Stimuli und der Kontrolle von Experimenten. Es ist in der Lage, visuelle Stimuli mit einer zeitlichen Präzision im Millisekundenbereich darzubieten und ebenso genau die Reaktionen der Versuchspersonen aufzuzeichnen. Dies ist besonders wichtig, wenn in dem Experiment Reaktionszeiten gemessen werden sollen. Die Programmierung des Experimentes wurde vom Autor der vorliegenden Studie in Zusammenarbeit mit einem Informatiker durchgeführt.

Über das Programm werden der im fMRT-Scanner liegenden Versuchsperson die Informationen, die oben (Fixationskreuz und Phasen 1-5) geschildert wurden, dargeboten. Die Versuchsperson sieht diese Abfolge durch eine Videobrille, die über ihren Augen an der Kopfspule angebracht ist. Dem Probanden stehen zwei Reaktionstasten zur Verfügung, mit denen er auf den Verlauf des Experimentes Einfluss nehmen kann. Die Tasten drückt er mit dem Daumen und dem Zeigefinger der rechten Hand.

### **3.2.1.2 Fragebögen nach dem Experiment**

Nach dem Experiment im fMRT-Scanner füllt die Versuchsperson in einem separaten und störungsfreien Raum mehrere Fragebögen aus: Eine Nachbefragung zu Gedanken und Empfindungen während des Experimentes und zwei persönlichkeitspsychologische Fragebögen.

#### **Nachbefragungsbogen**

Eine Fassung des Fragebogens zur Nachbefragung befindet sich in Anhang C (S.302ff.). In diesem Fragebogen werden die Versuchspersonen unter anderem gebeten, in *freiem Antwortformat* folgende Fragen zu beantworten:

- „Was fühlten/dachten Sie, wenn Ihr Gegenüber Ihnen freie Wahl ließ, obwohl er Sie zu einer Mindestabgabe von Punkten hätte zwingen können? Wie viel gaben Sie in diesem Fall in der Regel und warum?“
- „Was fühlten/dachten Sie, wenn Ihr Gegenüber Sie zur Mindestabgabe von Punkten zwang? Wie viel gaben Sie in diesem Fall ab und warum?“

Insbesondere legt die Nachbefragung Augenmerk auf die Elemente der emotionalen Wahrnehmung von Zwang $\underline{X}$ , die Versuchspersonen aus der Studie von Falk und Kosfeld (2006) beschreiben (s. Kapitel 2.5.1; S.92ff.). Deshalb soll die Versuchsperson bei der Frage „Was fühlten Sie, wenn Ihr Gegenüber Sie zur Mindestabgabe von [ $\underline{X}$ ] Punkten zwang?“ auch in *gebundenem Antwortformat* auf einer Ratingskala von 1 („Trifft gar nicht zu“) bis 5 („Trifft sehr gut zu“) unter anderem die Aussage „Mein Interaktionspartner misstraut mir“ (separat für jede Höhe von  $\underline{X}$ , also 5, 10, 20) einschätzen.

Schließlich bewertet der Proband die folgenden Fragen zur Stärke des bei FreiX subjektiv empfundenen Vertrauens (*SEV*) auf einer Skala von 1 („Ich spürte gar kein Vertrauen“) bis 5 („Ich spürte sehr viel Vertrauen“):

„Wie sehr fühlten Sie, dass Ihr Gegenüber Ihnen vertraut, ...

- ... wenn Ihr Gegenüber auf den Zwang zur Mindestabgabe von 5 Punkten verzichtet?“
- ... wenn Ihr Gegenüber auf den Zwang zur Mindestabgabe von 10 Punkten verzichtet?“
- ... wenn Ihr Gegenüber auf den Zwang zur Mindestabgabe von 20 Punkten verzichtet?“

### **Persönlichkeitsfragebögen**

In Studie 2 soll außerdem untersucht werden, ob das Verhalten der Versuchspersonen mit der Ausprägung bestimmter Persönlichkeitsvariablen in Zusammenhang steht. Hierzu werden *psychologische Reaktanz* und *Empathiefähigkeit* einer Versuchsperson gemessen.

Reaktanz beschreibt als psychologisches Konzept die negative Reaktion auf Kontrolle. Da Kontrolle ein wichtiger Bestandteil des Prinzipal-Agent-Spiels ist, könnte die Ausprägung von Reaktanz bei einer Versuchsperson die Entscheidungen im Spiel beeinflussen. Die Theorie der psychologischen Reaktanz besagt, dass immer dann ein unangenehmer Zustand (*Reaktanz*) hervorgerufen wird, wenn Menschen ihre Handlungs- oder Gedankenfreiheit als bedroht oder eingeschränkt wahrnehmen (Miron & Brehm, 2006). Je mehr eine Person zu Reaktanz neigt, desto mehr wird sie versuchen, dieses unangenehme Gefühl dadurch zu mindern, dass sie eben jene bedrohte, entzogene oder eingeschränkte Handlung anstrebt, als erstrebenswerter erachtet bzw. ausgeprägter vollzieht.

Die Ausprägung von Reaktanz einer Versuchsperson kann mit dem von Merz entwickelten Fragebogen zur Messung der Psychologischen Reaktanz erfasst werden (Merz, 1983). Er besteht aus 18 Items, die auf einer 6-Punkte-Ratingskala von 1 („trifft gar nicht zu“) bis 6 („trifft vollständig zu“) beurteilt werden (Fragebogen in Anhang C; S.302ff.). Alle Items sind positiv kodiert. Die Ausprägung von Reaktanz, die eine Versuchsperson aufweisen kann, ist demnach maximal 108 und minimal 18.

Weiterhin könnte Empathiefähigkeit einen Einfluss auf das Verhalten einer Versuchsperson in der Rolle des Agenten haben, denn der enge Zusammenhang zwischen

empathischen Fähigkeiten und prosozialem Verhalten ist hinreichend belegt (Batson, 1991). Deshalb wird die Ausprägung der Empathiefähigkeit einer Versuchsperson mittels des ursprünglich von Marc Davis entwickelten Interpersonal Reactivity Index (IRI) gemessen (Davis, 1983). Dieser Fragebogen wurde mehrere Male in die deutsche Sprache übersetzt, unter anderem von Christoph Paulus (*Saarbrücker Persönlichkeits-Fragebogen, SPF*), welcher für den SPF gute Kennwerte in allen Bereichen der Reliabilität, der faktoriellen Validität und der Itemtrennschärfen berichtet (Paulus, 1997).

Der Fragebogen berücksichtigt, dass Empathie sowohl affektive als auch kognitive Komponenten beinhaltet. So wird Empathie in vier zueinander in Beziehung stehende Subgruppen (Fragebogenskalen) unterteilt: Perspektivenübernahme, Fantasie, empathische Anteilnahme und persönliche Anspannung in der Nähe Anderer (*sozialer Stress*):

- Perspektivenübernahme misst die Fähigkeit, spontan eine Sache aus der psychologischen Perspektive des Anderen sehen zu können. Marc Davis geht davon aus, dass die Tendenz, Perspektivenübernahme einzusetzen, mit einer höheren sozialen Akzeptanz einhergeht (Davis, 1983).
- Fantasie erfasst die Tendenz, sich in die Gefühlswelt von Figuren in Romanen oder Filmen hineinzusetzen. Diese Skala ist demzufolge unter emotionalen Aspekten zu betrachten
- Empathische Anteilnahme und sozialer Stress stellen Operationalisierungen von typischen emotionalen Reaktionen eines sozialen Beobachters dar: Die Skala empathische Anteilnahme misst fremd-orientierte Gefühle wie Mitleid und Sorge um Personen in Not. Die Skala sozialer Stress dagegen soll eigenfokussierte Gefühle wie Unruhe oder Unwohlsein in engen interpersonellen Situationen messen. Diese Skala ist negativ korreliert mit Maßen, die soziale Fertigkeiten messen.

Der Interpersonal Reactivity Index (IRI) ist einer der am häufigsten in der Praxis eingesetzte Fragebogen zur Messung von Empathie. Die Messung der Empathiefähigkeit mit dem Saarbrücker Persönlichkeitsfragebogen (Paulus 1997) erfolgt mit 16 Items (Fragebogen in Anhang C; S.302ff.). Auf jede der vier Subskalen (Perspektivenübernahme, Fantasie, empathische Anteilnahme, persönliche Anspannung in der Nähe Anderer) entfallen 4 positiv kodierte Items, die auf einer 5-Punkte-Ratingskala von 1 („trifft gar nicht zu“) bis 5 („trifft sehr gut zu“) bewertet werden. In einer einzelnen Subskala ist das Maximum daher 20, das Minimum 4. Die Ausprägungen der ersten drei

Subskalen können zu einem Gesamtwert für Empathiefähigkeit akkumuliert werden (Maximum 60, Minimum 12).

### **3.2.1.3 Allgemeine Informationen zur Durchführung von Studie 2**

#### **Die Vorbereitung der Versuchsperson auf das Experiment**

Vor dem Beginn des Experiments werden die Probanden zunächst mit einem persönlichen Gespräch empfangen. Hierbei erfolgt eine mündliche Erklärung des allgemeinen thematischen Hintergrundes der Studie: Die Untersuchung sozialer Interaktionen mittels fMRT und die Umsetzung dieses Forschungsvorhabens in einem spieltheoretischen Zusammenhang.

Danach werden anhand eines Fragebogens die Ein- und Ausschlusskriterien für die Teilnahme an einem fMRT-Experiment geprüft (s. Anhang E; S.332ff.). Erfüllt die Versuchspersonen alle Kriterien für eine Teilnahme an der Studie, so werden ihr die Instruktionen zum Experiment (s. Anhang B; S.288ff.) überreicht. Nach dem Lesen der Instruktion wird der Versuchsperson ein Beispieldurchgang des Experiments an einem Computer außerhalb des Scanners vorgeführt. Sie erhält eine Erklärung zu den einzelnen Phasen eines Durchganges und eine Erläuterung, wann welche Reaktionen und Entscheidungen von ihr zu tätigen sind. Insbesondere wird der Versuchsperson die Bedienung des Schiebereglers zur Eingabe des von ihr ausgewählten Abgabebetrag erklärt. Hieran schließt sich ein Training zur Bedienung an (Übung am Schieberegler bis zur fehlerfreien Eingabe von fünf aufeinander folgenden zufällig ausgewählten Ziffern). Durch dieses Training soll das Auftreten von Schwierigkeiten und Fehlern bei der Zahleneingabe während des Experimentes vermieden werden.

Danach wird die Versuchsperson im Scanner platziert. Wichtig ist hierbei das Verschließen der Ohren durch Wachspfropfen oder Schaumstoff, weil die Lautstärke eines in Messung befindlichen Scanners sehr hoch ist. Die Videobrille wird auf die Sehstärke der Versuchsperson eingestellt. Die Versuchsperson erhält in die rechte Hand eine ringförmige Eingabevorrichtung, an der sich die beiden Reaktionsknöpfe befinden. In die linke Hand wird ihr ein Notfallknopf gegeben und sie wird in den fMRT-Scanner gefahren. Es wird erklärt, dass der Versuch jederzeit durch einen Druck auf den Notfallknopf abgebrochen werden kann und dass sie sich möglichst wenig bewegen sollte, um die Qualität der Aufnahmen nicht zu vermindern.

### **Die Dauer der Gesamtbetreuung einer Versuchsperson**

Die Vorbereitungsphase von der Begrüßung der Versuchsperson bis zur Positionierung im Scanner dauert circa eine Stunde. Das eigentliche Experiment nimmt im Mittel 45 Minuten in Anspruch. Die anschließende Beantwortung der Fragebögen dauert ca. 45 Minuten. Zusammen mit einer abschließenden Möglichkeit, Fragen und Ideen zum Experiment zu besprechen und der Verabschiedung wird eine Versuchsperson daher ca. drei Stunden lang betreut.

### **Die Zulassung der Studie durch die Ethikkommission der Universität Bonn**

Der für die Studie erstellte Ethikantrag wurde von der Ethikkommission der Universität Bonn begutachtet und genehmigt.

#### **3.2.1.4 Versuchspersonen**

Vierzig Studenten werden für die freiwillige Teilnahme am fMRT-Experiment gewonnen. Nach Aussagen der Teilnehmer litt keiner von ihnen im Vorfeld jemals an einer psychiatrischen oder neurologischen Erkrankung. Die Versuchspersonen sind während des Untersuchungszeitraums Studenten im humanmedizinischen Studium an der Universität Bonn. Aufgrund zu starker Kopfbewegungen im Verlauf des fMRT-Experimentes müssen vier Versuchspersonen von weiteren Analysen ausgeschlossen werden. Von den verbleibenden 36 Probanden sind 19 männlich und 17 weiblich. Das Durchschnittsalter beträgt 21,2 Jahre (Standardabweichung 1,4 Jahre). Jeder Teilnehmer gibt seine informierte Zustimmung zur Teilnahme an der Studie (s. Anhang E; S.332ff.) Die Versuchspersonen nehmen ausschließlich an Studie 2 der hier vorgestellten experimentellen Arbeiten teil.

#### **3.2.1.5 Variablen**

##### **Unabhängige Variablen**

Aus dem Design des Experimentes ergibt sich ein 2x3-faktorieller Versuchsplan. Der erste Faktor wird im Folgenden mit *sozialer Einfluss* bezeichnet und hat 2 Faktorstufen (Frei $\underline{X}$ , Zwang $\underline{X}$ ). Der zweite Faktor wird *Höhe von  $\underline{X}$*  genannt und hat 3 Faktorstufen (5, 10, 20). Aus der Kombination beider Faktoren ergeben sich 6

Bedingungen: Frei5, Frei10, Frei20, Zwang5, Zwang10 und Zwang20. Im Laufe des Experimentes absolviert die Versuchsperson 15 Durchgänge pro Bedingung.

### **Abhängige Variablen**

#### ***Abgabe***

Als Hauptindikator dafür, wie eine Versuchsperson auf die unabhängigen Variablen reagiert, wird die Höhe des vom Probanden (Agent) in den sechs Bedingungen an das Gegenüber (Prinzipal) abgegebenen Betrages  $x$  gemessen. Für jede Versuchsperson werden die Abgabehöhen über die 15 Durchgänge pro Bedingung zu sechs Kennwerten gemittelt. Wenn überdies der allgemeine Einfluss von Vertrauen und Misstrauen unabhängig von der Höhe von  $X$  analysiert werden soll, wird pro Versuchsperson die Abgabe über alle Durchgänge mit FreiX bzw. ZwangX gemittelt (d.h. über jeweils 45 Durchgänge).

#### ***Reaktionszeit***

In der kognitiven Psychologie ist die Messung der Reaktionszeit ein häufig eingesetztes Maß zur Erforschung kognitiver Prozesse (Anderson, 2007). So wird angenommen, dass die Lösung einer Aufgabe umso mehr Reaktionszeitkosten aufweist, je komplexer, konfliktgeladener oder aufwendiger die Verarbeitungsschritte sind, die zur Bewältigung der Aufgabe durchgeführt werden müssen. Zum Beispiel nutzen viele Forscher Reaktionszeitmessungen, um festzustellen, welche Bedingung einen stärkeren Reaktionskonflikt auslöst (Davelaar, 2008; Kerns et al., 2004). In der vorliegenden Studie werden die Reaktionszeiten über die 15 Durchgänge pro Bedingung zu sechs Kennwerten für jede Person gemittelt. Zur Analyse des allgemeinen Einflusses von Vertrauen oder Misstrauen (unabhängig von der Höhe von  $X$ ) wird die Reaktionszeit über alle Durchgänge mit FreiX bzw. ZwangX gemittelt.

#### ***Daten auf neuronaler Ebene***

*(vgl. auch die ausführlichen Erläuterungen zur Datenanalyse in der funktionellen Bildgebung, Kapitel 2.4.3; S.69ff.)*

Die Analyse der neuronalen Aktivierungen erfolgt mit dem Programm *Statistical Parametric Mapping* Version 5 (FIL\_Methods\_Group, 2006). Im Rahmen der Vorverarbeitung wird eine Bewegungskorrektur durchgeführt, die die funktionellen Aufnahmen (engl.: *volumes*) dem ersten *volume* des Experimentes anpasst. Außerdem

werden die Bilder räumlich auf das *EPI-template* des Montreal Neurological Institute (engl.: *MNI-template*; Evans et al. 1993) von SPM5 normalisiert und während des *smoothings* mit einem 8mm FWHM (engl. für *full width at half maximum*) Gauss-Kernel gefaltet.

Wie in Kapitel 2.4.3 (S.69ff.) geschildert, wird weiterhin zunächst für jede Versuchsperson einzeln auf dem sogenannten *first level* über ein Allgemeines Lineares Modell der Effekt der experimentellen Phasen auf die hämodynamische Reaktion (BOLD-response) für jedes Voxel separat geschätzt. Hierzu werden alle Phasen des Durchganges (außer die Darbietung des Fixationskreuzes – welche die Grundaktivierung, engl.: *baseline*, bildet) in das Modell aufgenommen. Phasen 2 und 3 werden zusammengefasst, da der zu untersuchende Prozess - die Empfindung von und die Reaktion auf Vertrauen und Misstrauen - während dieser beiden Phasen stattfindet. Diese Akkumulation der Phasen 2 und 3 geschieht für die unabhängigen Variablen (Frei $\underline{5}$ , Frei $\underline{10}$ , Frei $\underline{20}$ , Zwang $\underline{5}$ , Zwang $\underline{10}$ , Zwang $\underline{20}$ ) in 6 getrennten Regressoren.

Außerdem werden die Durchgänge, in denen der Proband den Betrag falsch eingibt, ausgeschlossen. Der Knopfdruck nach der Entscheidung (Ende von Phase 3) wird als separater Regressor modelliert. Dadurch wird diejenige Varianz in den Daten, die auf die motorische Handlung zurückzuführen ist, von jener getrennt, die durch die zuvor abgelaufenen kognitiven Entscheidungsprozesse verursacht wird. Aus den gleichen Gründen werden auch die 6 Kopfbewegungsparameter der Versuchsperson, welche während des *realignment*s ermittelt wurden, in das Modell einbezogen.

Im first-level Modell werden anschließend Kontraste als gezielte Einzelvergleiche der Beta-Gewichte formuliert, die prüfen, in welchen Voxeln sich eine signifikante Aktivierung während bestimmter Entscheidungsphasen des Experimentes zeigt. So testet zum Beispiel *Kontrast 1* (s.u.), in welchen Voxeln beim Erleben von Vertrauen (Frei $\underline{X}$ ) – hier über alle Höhen von  $\underline{X}$  hinweg – eine signifikant stärkere Aktivierung gemessen wird, als beim Erleben von Misstrauen (Zwang $\underline{X}$ ). Ein solcher Vergleich auf neuronaler Ebene wird in der kognitiven Neurowissenschaft oft mit dem  $\hat{>}$ -Zeichen ausgedrückt, um zu verdeutlichen, welche Hirnaktivierungen in welcher Relation (‘mehr aktiviert als’) miteinander verglichen werden. In der vorliegenden Arbeit werden Kontraste über Hirnaktivierungen darüber hinaus immer in eckige Klammern gesetzt.

Es werden zwei differentielle Einzelsubjekt-Kontraste formuliert, die den Haupteffekt des Faktors *sozialer Einfluss* in beide Richtungen abbilden:

- Kontrast 1: [Aktivierung während aller Durchgänge mit FreiX  
> Aktivierung während aller Durchgänge mit ZwangX]
- Kontrast 2: [Aktivierung während aller Durchgänge mit ZwangX  
> Aktivierung während aller Durchgänge mit FreiX]

Die Aktivierung während der einzelnen Bedingungen bilden 6 weitere Kontraste ab (mit *baseline* werden alle Phasen des Experimentes bezeichnet, die nicht in das Modell mit aufgenommen wurden – also bei der vorliegenden Modellierung die Abschnitte, in denen das Fixationskreuz präsentiert wird):

- Kontrast 3: [Aktivierung während Frei5 > baseline]
- Kontrast 4: [Aktivierung während Frei10 > baseline]
- Kontrast 5: [Aktivierung während Frei20 > baseline]
- Kontrast 6: [Aktivierung während Zwang5 > baseline]
- Kontrast 7: [Aktivierung während Zwang10 > baseline]
- Kontrast 8: [Aktivierung während Zwang20 > baseline]

Diese 8 Kontraste werden dann auf dem sogenannten *second-level* (Gruppenstatistik) verwendet (s. Kapitel 3.2.2.4; S.140ff.), um im Rahmen eines Allgemeinen Linearen Modells die Hypothesen über Hirnaktivierungen zu prüfen.

### 3.2.2 Hypothesen, Datenanalysen und Ergebnisse

Zunächst werden die in Kapitel 2.5 (S.91ff.) aufgezeigten offenen Fragen in Forschungsfragen umgesetzt, welche sich zur Formulierung von überprüfbaren Hypothesen eignen. Diese Hypothesen werden sodann getestet und die Ergebnisse geschildert.

### 3.2.2.1 Forschungsfragen

Die sich in Kapitel 2.5 (S.91ff.) aus der Diskussion der wissenschaftlichen Ausgangslage und insbesondere aus den Befunden von Falk und Kosfeld (2006) ergebenden Forschungsfragen lauten:

Forschungsfrage A:

Durch ihre Entscheidung für ZwangX oder FreiX bestimmen die Prinzipale den Handlungsspielraum der Agenten. Nehmen die beteiligten Spieler (Agenten) FreiX und ZwangX darüber hinaus auch als soziale Signale wahr?

Und wenn ja: Werden diese sozialen Signale von den Agenten so interpretiert, dass sie eine optimistische oder pessimistische Erwartungshaltung der Prinzipale bezüglich der Abgabebereitschaft der Agenten ausdrücken? Es wird angenommen, dass die Entscheidung eines Prinzipals für FreiX die optimistische Erwartung ausdrückt, dass der Agent freiwillig etwas von seinem Guthaben abgibt. Wenn ein Prinzipal hingegen ZwangX wählt, könnte er damit eine pessimistische Erwartungshaltung kundtun: Der Prinzipal unterstellt dem Agenten Egoismus und meint, sich durch ZwangX ein Auskommen sichern zu müssen.

Sehen die beteiligten Spieler in der Entscheidung für Vertrauen überdies eine absichtsvolle Aufforderung, nämlich dass der Prinzipal vom Agenten reziprokes Handeln erwartet (*fordert, wünscht*) - also die Belohnung des entgegengebrachten Vertrauens?

Forschungsfrage B:

Wird FreiX von Agenten als angenehm empfunden und ZwangX als unangenehm?

Forschungsfrage C:

Wird FreiX als Vertrauen wahrgenommen und ZwangX als Misstrauen?

Forschungsfrage D:

Ist die Reaktion auf FreiX prosozialer als die Reaktion auf ZwangX, d.h. werden mehr Punkte von Agenten in Reaktion auf Vertrauen an die Gegenüber abgegeben?

## Forschungsfrage E:

Erzeugt das Erleben von FreiX bei Agenten einen stärkeren Entscheidungskonflikt als ZwangX? Diese Frage erwächst aus der Vermutung, dass sich bei FreiX der Eigennutz und das Motiv, auf die optimistischen Erwartungen der Gegenüber (s. Forschungsfrage A) einzugehen, entgegenstehen - was beim Erleben von ZwangX dagegen nicht der Fall ist.

## Forschungsfrage F:

Hat die Höhe von X einen Effekt auf die in den vorangegangenen Forschungsfragen (Kennbuchstabe im Folgenden tiefgestellt) formulierten Zusammenhänge?

Das heißt: Steigt mit der Höhe des Mindestabgabebetrages X, auf dessen Erzwingung die Prinzipale bei FreiX verzichten (und somit dem Risiko, am Ende des Spiels leer auszugehen), ...

- F<sub>(B)</sub> ... bei Agenten das Erleben von FreiX als angenehm?
- F<sub>(C)</sub> ... bei Agenten die Empfindung von FreiX als Vertrauen?
- F<sub>(D)</sub> ... die prosoziale Handlung der Agenten für die Gegenüber?
- F<sub>(E)</sub> ... bei Agenten der Konflikt zwischen egoistischen Motiven und sozialen Präferenzen?

Im Folgenden werden diese Forschungsfragen in statistisch überprüfbare Hypothesen umgesetzt, die Herangehensweise ihrer Testung geschildert und die Ergebnisse dieser Analysen aufgeführt. Zum Zwecke größerer Übersichtlichkeit werden die Hypothesen dabei mit einem laufenden Index versehen (römische Ziffern). Die Formulierung umfasst die Nullhypothese ( $H_0$ ) und die Unterschiedshypothese ( $H_1$ ), in Letzterer dienen ' $>$ ' oder ' $<$ ' dazu, die Richtung des erwarteten Unterschieds anzuzeigen.

Es wird zunächst der Einfluss der experimentellen Bedingungen auf die Abgabehöhe, die Reaktionszeit und die Hirnaktivität beschrieben und danach die Bedeutung individueller Empfindungen und Persönlichkeitseigenschaften. Durch diese Vorgehensweise werden die Forschungsfragen nicht in alphabetischer Reihenfolge bearbeitet.

### 3.2.2.2 Effekt der experimentellen Bedingungen auf die Abgabe

#### Hypothesen zu den Abgabehöhen

Aus Forschungsfrage D ergibt sich die Hypothese bezüglich eines Haupteffektes des Faktors *sozialer Einfluss* auf die Abgabehöhe:

$H_I$  Versuchspersonen geben in Reaktion auf Frei $\underline{X}$  mehr Punkte ( $x$ ) an das Gegenüber ab als in Reaktion auf Zwang $\underline{X}$ .

$H_{0,I}$ :  $x(\text{Frei}\underline{X}) \leq x(\text{Zwang}\underline{X})$ ;

$H_{1,I}$ :  $x(\text{Frei}\underline{X}) > x(\text{Zwang}\underline{X})$

Aus Forschungsfrage  $F_{(D)}$  ergibt sich folgende Hypothese:

$H_{II}$  Versuchspersonen geben umso mehr Punkte ( $x$ ) an das Gegenüber ab, je höher der Mindestabgabebetrag ( $\underline{X}$ ) ist, dessen Abgabe das Gegenüber *nicht* erzwingt.

$H_{0,II}$ :  $x(\text{Frei}\underline{20}) \leq x(\text{Frei}\underline{10}) \leq x(\text{Frei}\underline{5})$

$H_{1,II}$ :  $x(\text{Frei}\underline{20}) > x(\text{Frei}\underline{10}) > x(\text{Frei}\underline{5})$

#### Ergebnisse zu den Abgabehöhen

Abbildung 37 und Tabellen 2 und 3 bieten die deskriptive Statistik für die Hypothesen  $H_I$  und  $H_{II}$ .

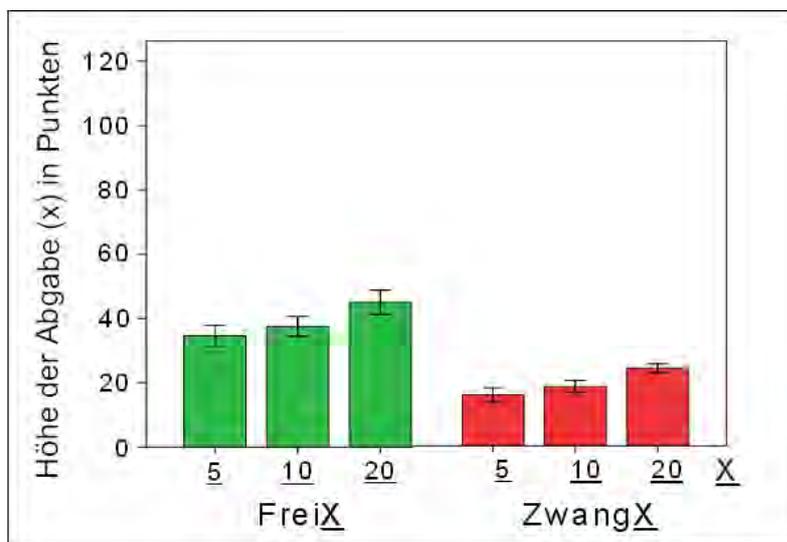


Abbildung 37. Graph zu den mittleren Abgabehöhen in den Bedingungen. Fehlerbalken: +/- 1 Standardfehler.

Tabelle 2

Deskriptive Statistik zu den mittleren Abgabehöhen über die zwei Stufen des Haupteffektes 'Sozialer Einfluss' (Frei $\underline{X}$  und Zwang $\underline{X}$ ).

	x(Frei $\underline{X}$ )	x(Zwang $\underline{X}$ )
<i>M</i>	39,03	19,53
<i>SD</i>	19,35	10,37

Anmerkungen. *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung.

Tabelle 3

Deskriptive Statistik zu den Abgabehöhen in den Bedingungen.

	x(Frei5)	x(Frei10)	x(Frei20)	x(Zwang5)	x(Zwang10)	x(Zwang20)
<i>M</i>	34,57	37,52	45,00	15,85	18,48	24,26
<i>SD</i>	19,63	18,22	22,53	13,45	11,18	7,70

Anmerkungen. *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung.

Für die inferenzstatistische Analyse zu Hypothese  $H_I$  wird in einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung über beide Faktoren der Innersubjekteffekt für den Faktor 'sozialer Einfluss' geprüft. Die Ergebnisse dieser Prüfung stellt Tabelle 4 dar.

Tabelle 4

Varianzanalytische Prüfung der Wirkung von Faktor 'Sozialer Einfluss' auf die Abgabehöhe.  
Allgemeines Lineares Modell: Innersubjekteffekte einer Varianzanalyse mit Messwiederholung.

Innersubjekteffekt	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
Sozialer Einfluss	45,935	,000	,568

Anmerkungen. Dargestellt ist der *F*-Wert, die Signifikanz (*p*) und das partielle Eta-Quadrat ( $\eta^2$ ). Die Freiheitsgrade des *F*-Tests werden durch Huynh-Feldt Epsilon adjustiert.

Bei  $\alpha = 0,05$  erweist sich der Haupteffekt *Sozialer Einfluss* auf die Abgabehöhen als statistisch bedeutsam - Hypothese  $H_{1,I}$  wird deshalb angenommen:

- **Die Versuchspersonen geben in Reaktion auf Frei $\underline{X}$  mehr an das Gegenüber ab als in Reaktion auf Zwang $\underline{X}$ .**

Eine Prüfung des Haupteffektes *Höhe von  $\underline{X}$*  macht in diesem Modell wenig Sinn, da es in der Konzeption von Zwang $\underline{X}$  liegt, dass eine Versuchsperson eine höhere Abgabe über die Stufen von  $\underline{X}$  tätigt. Der Effekt würde also künstlich verstärkt. Deshalb wird

Hypothese  $H_{II}$  geprüft, indem nur über die Abgabehöhen in  $\text{Frei}\underline{X}$  der Innersubjekteffekt in einer separaten einfaktoriellen Varianzanalyse (Faktor *Höhe von  $\text{Frei}\underline{X}$*  mit drei Stufen 5, 10, 20) mit Messwiederholung getestet wird (Tabelle 5).

Tabelle 5

*Varianzanalytische Prüfung der Wirkung von Faktor 'Höhe von  $\text{Frei}\underline{X}$ ' auf die Abgabehöhe in  $\text{Frei}\underline{X}$ . Allgemeines Lineares Modell: Innersubjekteffekte einer Varianzanalyse mit Messwiederholung.*

Innersubjekteffekt	$F$	$p$	$\eta^2$
Höhe von $\text{Frei}\underline{X}$	20,502	,000	,369

*Anmerkungen.* Dargestellt ist der  $F$ -Wert, die Signifikanz ( $p$ ) und das partielle Eta-Quadrat ( $\eta^2$ ). Die Freiheitsgrade des  $F$ -Tests werden durch Huynh-Feldt Epsilon adjustiert.

Bei  $\alpha = 0,05$  erweist sich der Haupteffekt *Höhe von  $\underline{X}$*  über die Stufen von  $\text{Frei}\underline{X}$  als statistisch bedeutsam - Hypothese  $H_{1,II}$  wird angenommen:

- **Versuchspersonen geben mehr an das Gegenüber ab, wenn dieses auf den Zwang zur Abgabe eines höheren Mindestabgabebetrages verzichtet.**

### 3.2.2.3 Effekt der experimentellen Bedingungen auf die Reaktionszeiten

#### Hypothesen zur Höhe der Reaktionszeiten

Aus Forschungsfrage E bezüglich eines stärkeren Entscheidungskonfliktes bei  $\text{Frei}\underline{X}$  als bei  $\text{Zwang}\underline{X}$  ergibt sich die Hypothese eines Haupteffektes des Faktors *sozialer Einfluss* auf die Reaktionszeit (RT):

$H_{III}$  Versuchspersonen benötigen in Reaktion auf  $\text{Frei}\underline{X}$  mehr Zeit für eine Entscheidung als in Reaktion auf  $\text{Zwang}\underline{X}$ .

$$H_{0,III} : RT(\text{Frei}\underline{X}) \leq RT(\text{Zwang}\underline{X})$$

$$H_{1,III} : RT(\text{Frei}\underline{X}) > RT(\text{Zwang}\underline{X})$$

Aus Forschungsfrage  $F_{(E)}$  (bezüglich eines Einflusses der Höhe von  $\underline{X}$  auf die Stärke des Entscheidungskonflikts) ergibt sich folgende Hypothese:

$H_{IV}$  Je höher der Mindestabgabebetrag  $\underline{X}$ , desto größer die Reaktionszeitdifferenzen zwischen  $\text{Frei}\underline{X}$  und  $\text{Zwang}\underline{X}$  im Verhalten der Agenten.

$H_{0,IV}$  :

$$RT(\text{Frei}\underline{20}) - RT(\text{Zwang}\underline{20}) \leq RT(\text{Frei}\underline{10}) - RT(\text{Zwang}\underline{10}) \leq RT(\text{Frei}\underline{5}) - RT(\text{Zwang}\underline{5})$$

$H_{1,IV}$  :

$$RT(\text{Frei}\underline{20}) - RT(\text{Zwang}\underline{20}) > RT(\text{Frei}\underline{10}) - RT(\text{Zwang}\underline{10}) > RT(\text{Frei}\underline{5}) - RT(\text{Zwang}\underline{5})$$

### Ergebnisse zur Höhe der Reaktionszeiten

Abbildungen 38/39 und Tabellen 6/7 stellen die deskriptive Statistik für die Hypothesen  $H_{III}$  und  $H_{IV}$  dar.

Tabelle 6

Deskriptive Statistik zu Reaktionszeiten (in ms) in den Bedingungen.

	$x(\text{Frei}\underline{5})$	$x(\text{Frei}\underline{10})$	$x(\text{Frei}\underline{20})$	$x(\text{Zwang}\underline{5})$	$x(\text{Zwang}\underline{10})$	$x(\text{Zwang}\underline{20})$
$M$	1965	2280	2338	1819	2046	1702
$SD$	1059	1052	1171	1149	1017	903

Anmerkungen.  $M$  = Mittelwert;  $SD$  = Standardabweichung.

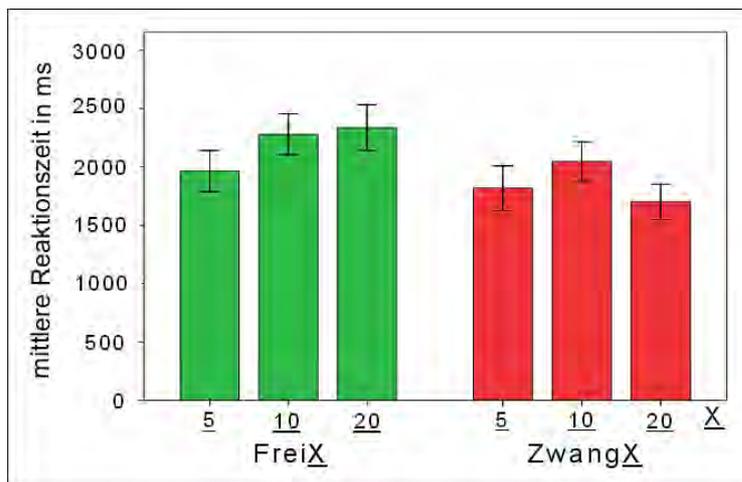


Abbildung 38. Graph zu Reaktionszeiten in den Bedingungen. Fehlerbalken: +/- 1 Standardfehler.

Tabelle 7

Deskriptive Statistik zu den Reaktionszeitdifferenzen (in ms) zwischen  $\text{Frei}\underline{X}$  und  $\text{Zwang}\underline{X}$  (pro Stufe von  $\underline{X} = 5, 10, 20$ ).

	$\text{RT}(\text{Frei}\underline{5})-\text{RT}(\text{Zwang}\underline{5})$	$\text{RT}(\text{Frei}\underline{10})-\text{RT}(\text{Zwang}\underline{10})$	$\text{RT}(\text{Frei}\underline{20})-\text{RT}(\text{Zwang}\underline{20})$
<i>M</i>	147	234	636
<i>SD</i>	783	507	953

Anmerkungen. M = Mittelwert; SD = Standardabweichung.

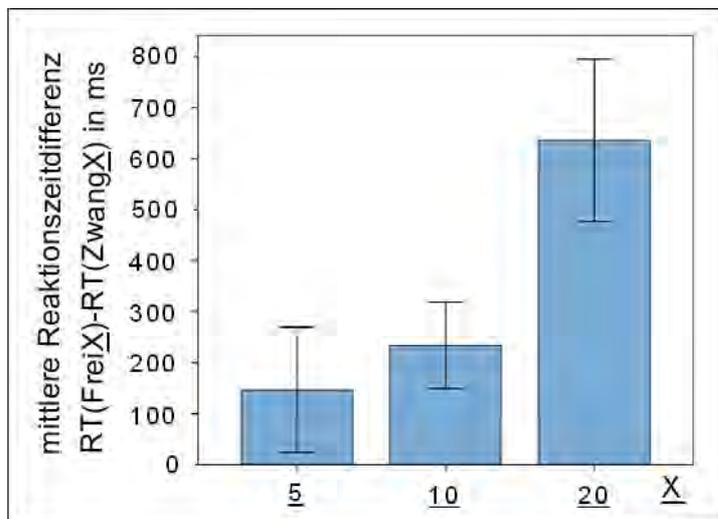


Abbildung 39. Reaktionszeitdifferenzen  $\text{RT}(\text{Frei}\underline{X})-\text{RT}(\text{Zwang}\underline{X})$  für die Stufen von  $\underline{X}$ . Fehlerbalken:  $\pm 1$  Standardfehler.

Für die inferenzstatistische Analyse werden in einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung über beide Faktoren die Innersubjekteffekte für den Faktor *sozialer Einfluss* (Test von Hypothese  $H_{III}$ ) und die Interaktion zwischen beiden Faktoren - also die Tatsache, dass die Reaktionszeitdifferenz zwischen  $\text{Frei}\underline{X}$  und  $\text{Zwang}\underline{X}$  über die Stufen von  $\underline{X}$  immer größer wird (Hypothese  $H_{IV}$ ) - geprüft. Die Ergebnisse dieses Tests werden in Tabelle 8 gezeigt.

Bei  $\alpha = 0,05$  erweisen sich der Haupteffekt des Faktors *sozialer Einfluss* sowie der Interaktionseffekt beider Faktoren als statistisch bedeutsam - Hypothesen  $H_{I,III}$  und  $H_{I,IV}$  werden angenommen:

- **Versuchspersonen benötigen für ihre Entscheidungen bei  $\text{Frei}\underline{X}$  länger als bei  $\text{Zwang}\underline{X}$ , wobei diese Reaktionszeitkosten bei steigenden Werten von  $\underline{X}$  größer werden.**

Tabelle 8

Varianzanalytische Prüfung der Wirkung von Faktor 'Sozialer Einfluss' auf die Reaktionszeit und der Interaktion zwischen Faktor 'Sozialer Einfluss' und 'Höhe von  $\underline{X}$ '.

Allgemeines Lineares Modell: Innersubjekteffekte einer Varianzanalyse mit Messwiederholung.

Innersubjekteffekte	$F$	$p$	$\eta^2$
Haupteffekt <i>sozialer_Einfluss</i>	14,847	0,000	0,298
Interaktionseffekt <i>sozialer_Einfluss</i> * <i>Höhe von <math>\underline{X}</math></i>	5,609	0,010	0,138

Anmerkungen. Dargestellt ist der  $F$ -Wert, die Signifikanz ( $p$ ) und das partielle Eta-Quadrat ( $\eta^2$ ). Die Freiheitsgrade der  $F$ -Tests werden durch Huynh-Feldt Epsilon adjustiert.

### 3.2.2.4 Effekt der experimentellen Bedingungen auf die Hirnaktivierung

#### Hypothesen zu Haupteffekten auf neuronaler Ebene

Aus Forschungsfrage B bezüglich angenehmerer Empfindungen bei Frei $\underline{X}$  als bei Zwang $\underline{X}$  ergibt sich die Hypothese eines Haupteffektes des Faktors *sozialer Einfluss* auf die Aktivität in Hirnregionen, die mit der Verarbeitung von Belohnung assoziiert sind.

In Kapitel 2.1.2 (S.18ff.) wird die Befundlage zu den neuronalen Grundlagen von Belohnungsverarbeitung zusammenfassend dargestellt. Danach ist eine Aktivitätssteigerung im ventralen und/oder dorsalen Striatum für die Verarbeitung von Belohnung charakteristisch. Hieraus ergibt sich die folgende Hypothese:

$H_V$  Beim Erleben von Frei $\underline{X}$  zeigt sich - im Vergleich zum Erleben von Zwang $\underline{X}$  - eine Mehraktivierung belohnungsassoziierter Areale (z.B. ventrales und/oder dorsales Striatum).

$$H_{0,V} : \text{Aktivierung}_{(\text{Striatum})}(\text{Frei}\underline{X}) \leq \text{Aktivierung}_{(\text{Striatum})}(\text{Zwang}\underline{X})$$

$$H_{1,V} : \text{Aktivierung}_{(\text{Striatum})}(\text{Frei}\underline{X}) > \text{Aktivierung}_{(\text{Striatum})}(\text{Zwang}\underline{X})$$

Aus Forschungsfrage E bezüglich eines höheren Entscheidungskonfliktes bei Frei $\underline{X}$  als bei Zwang $\underline{X}$  ergibt sich die Hypothese bezüglich eines Haupteffektes des Faktors *sozialer Einfluss* auf die Aktivität von Hirnregionen, die mit Entscheidungsfindung und kognitivem Konflikt assoziiert sind.

Aus der in Kapitel 2.1.3.1 (S.21ff.) zusammengestellten Befundlage wird ersichtlich, dass ein neuronales Anzeichen für die Verarbeitung eines erhöhten Konfliktes die Mehraktivierung des dorsalen anterioren cingulären Cortex (dACC) ist. Außerdem weist eine Aktivitätssteigerung im dorsolateralen präfrontalen Cortex (DLPFC) darauf hin, dass exekutive Kontrolle und Handlungsplanung stattfindet (Kapitel 2.1.3.2; S.23ff.). Es ergibt sich also die folgende Hypothese:

$H_{VI}$  Beim Erleben von FreiX zeigt sich - im Vergleich zum Erleben von ZwangX - eine Mehraktivierung in Arealen, die mit der Verarbeitung von Konflikt (dACC) und exekutiver Kontrolle/Entscheidungsfindung (DLPFC) assoziiert werden.

$H_{0,VI} : \text{Aktivierung}_{(dACC/DLPFC)}(\text{FreiX}) \leq \text{Aktivierung}_{(dACC/DLPFC)}(\text{ZwangX})$

$H_{1,VI} : \text{Aktivierung}_{(dACC/DLPFC)}(\text{FreiX}) > \text{Aktivierung}_{(dACC/DLPFC)}(\text{ZwangX})$

### Ergebnisse zu Haupteffekten auf neuronaler Ebene

Zur Prüfung der Hypothesen  $H_V$  und  $H_{VI}$  wird zunächst der Haupteffekt des Faktors *sozialer Einfluss* auf die Hirnaktivierung getestet.

Hierzu wird in SPM5 ein messwiederholtes Allgemeines Lineares Modell über alle Bedingungen und Versuchspersonen (engl.: *full-factorial-model*) formuliert. In dieses Modell gehen - ähnlich wie in der messwiederholten Varianzanalyse - pro Bedingung und pro Versuchsperson alle Voxel ein, für die zuvor eine signifikante Reaktion auf eine experimentelle Bedingung festgestellt wurde (vgl. Kapitel 2.4.3; S.69ff.). Diese Prüfung auf Signifikanz findet durch die oben beschriebenen baseline-Kontraste statt (Kontrast 3 bis Kontrast 8; s. Kapitel 3.2.1.5; S.129ff.). Ähnlich wie in der 'normalen' Varianzanalyse lassen sich mit diesem Modell Haupt- und Interaktionseffekte oder Einzelvergleiche prüfen. Der Haupteffekt wird analysiert, indem alle Kontrastgewichte im full-factorial-model für Kontrast 3 (Frei5), Kontrast 4 (Frei10) und Kontrast 5 (Frei20) auf '1' gesetzt werden, die Kontrastgewichte für Kontrast 6 (Zwang5), Kontrast 7 (Zwang10) und Kontrast 8 (Zwang20) dagegen auf '-1'.

Wie in Kapitel 2.4.3.4 (S.76ff.) ausführlich geschildert wurde, gibt es verschiedene Wege, die statistische Signifikanzschwelle festzulegen, ab der ein Voxel als signifikant bezeichnet wird. Danach kontrolliert das FWE-Verfahren (engl.: *family wise error*) den Fehler erster Art am strengsten. Es wendet die Bonferroni-Korrektur an, wodurch die Wahrscheinlichkeit, dass auch nur eines der ca. 100 000 Voxel im Gehirn

fälschlicherweise als signifikant bezeichnet wird, maximal 5% beträgt. Durch eine solche Korrektur leidet jedoch höchstwahrscheinlich die Sensitivität - wahre Effekte könnten übersehen werden (Goebel und Kriegeskorte 2004b). Einen guten Kompromiss zwischen Fehlern erster und zweiter Art erreicht das Korrekturverfahren FDR (engl.: *false discovery rate*). Im Gegensatz zu FWE stellt FDR lediglich sicher, dass der Anteil falsch positiver Voxel an allen als signifikant eingestuften Voxeln im Durchschnitt nicht höher als 5% ist. Ein dritter Weg besteht darin, die Signifikanzschwelle sehr hoch zu setzen (z.B. 0,001) und nur Voxel-Cluster ab einer bestimmten Größe als tatsächliche Aktivierungen anzusehen, jedoch nicht für multiple Vergleiche zu korrigieren - dieses Vorgehen wird in einer Vielzahl der oben zitierten Studien verwendet (z.B. Sanfey et al. 2003; Rilling et al. 2004; Spitzer et al. 2007). Die drei Verfahren stehen hinsichtlich ihrer Liberalität in der Reihenfolge, in der sie oben präsentiert werden: FWE gilt als sehr konservativ und robust, FDR als weniger streng und '0,001 unkorrigiert' als sehr liberal.

Zur Darstellung der neurophysiologischen Aktivierungen werden in der vorliegenden Arbeit alle drei Verfahrensweisen zur Festlegung der Signifikanzschwelle in Betracht gezogen. Zum Einen, um die methodisch interessante Beobachtung zuzulassen, wie sich durch die Wahl der Signifikanzschwelle die Befundlage ändert, zum Anderen, um schwache, aber interessante Ergebnisse nicht zu ignorieren. Es wird durch die Darstellung immer deutlich gemacht, *welche* Befunde *wie* robust sind.

Abbildung 40 und Tabelle 9 geben einen Überblick zu den Regionen, in denen sich höhere Aktivität beim Erleben von Vertrauen im Gegensatz zu Misstrauen zeigt (Haupteffekt [FreiX > ZwangX]), wenn die Signifikanzschwelle auf  $p < 0,05$  mit FWE-Korrektur gesetzt wird.

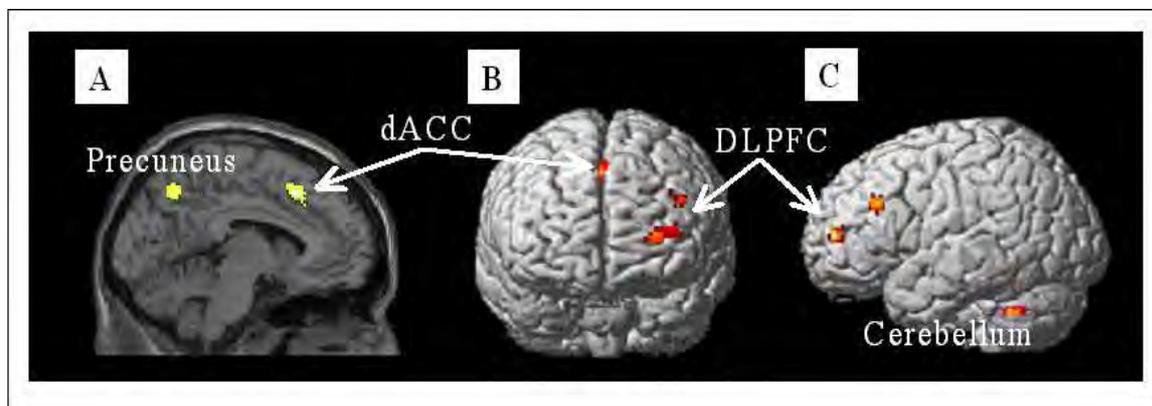


Abbildung 40. Hirnregionen, die eine höhere Aktivierung beim Erleben von Vertrauen (FreiX) als beim Erleben von Misstrauen (ZwangX) aufweisen (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,05$  mit family-wise-error (FWE) für multiple Vergleiche korrigiert; vgl. Tabelle 9). A-C stellen verschiedene Visualisierungen der selben statistischen Karte dar: A - Sagittalschnitt; B - Frontalansicht; C - Ansicht von links.

Tabelle 9

Hirnregionen, die eine höhere Aktivierung beim Erleben von Vertrauen (Frei $\underline{X}$ ) als beim Erleben von Misstrauen (Zwang $\underline{X}$ ) aufweisen (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,05$ , korrigiert für multiple Vergleiche mit family-wise-error (FWE)).

Hirnregion, in der das Voxel liegt	Anzahl der Voxel im Cluster	MNI-Koordinaten des Voxels des lokalen Maximum (in mm)			z- Wert	$p$ FWE-korr
		x	y	z		
R. Cerebellum	308	34	-58	-34	6,33	< 0,001
L. Cerebellum	101	-32	-56	-36	5,55	< 0,001
L. dACC	168	-6	22	44	6,01	< 0,001
R. dACC		4	24	42	5,36	0,004
L. Precuneus	57	-6	-64	46	5,56	0,002
L. post. DLPFC	56	-38	28	28	5,54	0,002
L. ant. DLPFC	71	-26	50	8	5,45	0,003

Anmerkungen. R. = rechts; L. = links; dACC = dorsaler anteriorer cingulärer Cortex; DLPFC = dorsolateraler präfrontaler Cortex.

Die Reihenfolge der Regionen in dieser und den folgenden Tabellen zu neuronalen Aktivierungen richtet sich zum einen an der Lage eines Areals (zum Beispiel werden gleiche Regionen in der linken und rechten Hirnhälfte zusammen dargestellt) und, wenn möglich, an der Größe eines Clusters aus. Manchmal lässt sich jedoch die Clustergröße nicht genau angeben: Cluster, die sich nah aneinander befinden, werden von SPM5 zum Teil als eine Einheit gewertet - wie in Tabelle 10, wo in einem Cluster mit 6650 Voxeln anatomisch unterscheidbare Teil-Cluster zusammengefasst wurden (für die dann keine separate Clustergröße angegeben wird). Weiterhin werden für das signifikanteste Voxel eines Clusters die Lage-Koordinaten in Bezug zu dem Template des Montreal Neurological Institute (siehe Kapitel 2.4.3; S.69ff.) und seine z-/p-Werte (bei gegebener Korrektur) angegeben.

Bei Anwendung der strengen Korrekturmethode für multiple Vergleiche (FWE) bestätigt sich Hypothese  $H_{1,VI}$ :

- **Beim Erleben von Frei $\underline{X}$  zeigt sich - im Vergleich zum Erleben von Zwang $\underline{X}$  - eine Mehraktivierung in Arealen, die mit der Verarbeitung von Konflikt (dACC) und exekutiver Kontrolle (DLPFC) assoziiert sind.**

Abbildungen 41/42 und Tabelle 10 zeigen, wie sich die Anzahl der als signifikant eingestufteten Voxel erhöht, wenn man für die Analyse desselben Haupteffektes [FreiX > ZwangX] nicht FWE, sondern FDR als Korrekturverfahren für multiple Vergleiche anwendet.

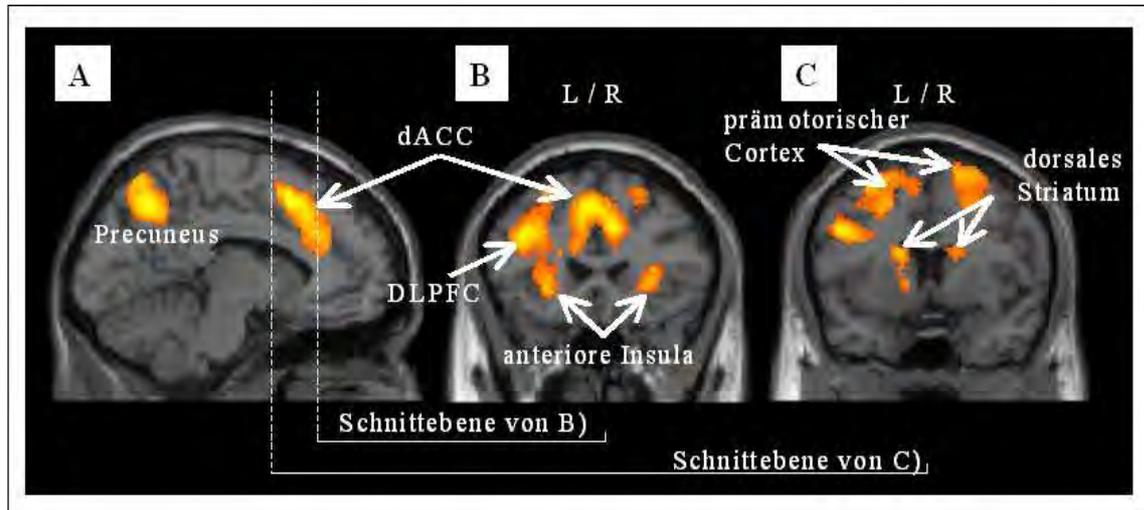


Abbildung 41. Ansicht von Hirnregionen, die eine höhere Aktivierung beim Erleben von Vertrauen (FreiX) als beim Erleben von Misstrauen (ZwangX) aufweisen (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,05$ ; mit false-discovery-rate (FDR) für multiple Vergleiche korrigiert; vgl. Tabelle 10).

A-C stellen verschiedene Visualisierungen derselben statistischen Karte dar: A - Sagittalschnitt; B - Koronarschnitt (Schnittebene in A eingezeichnet); C - Koronarschnitt (Schnittebene in A eingezeichnet).

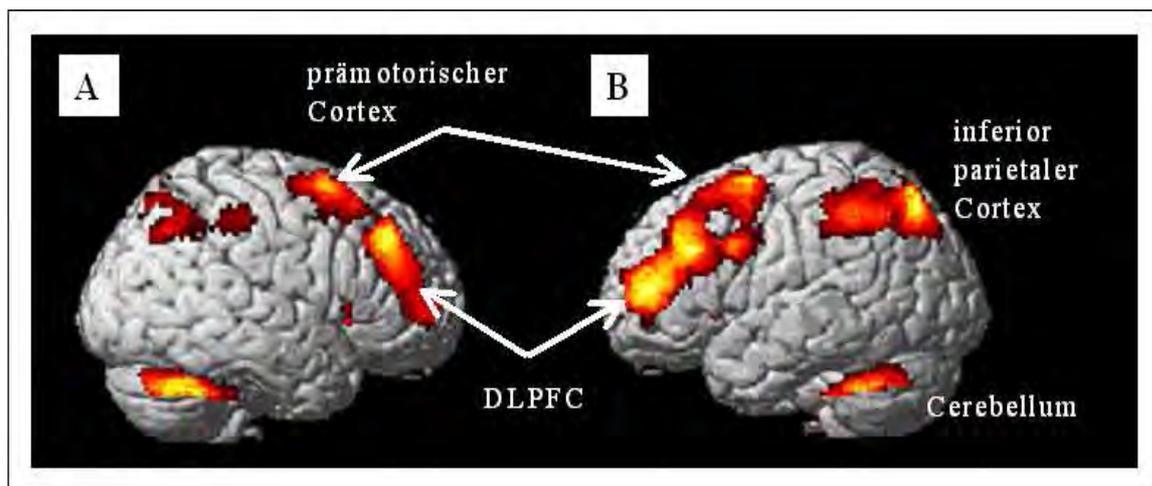


Abbildung 42. Ansicht von Hirnregionen, die eine höhere Aktivierung beim Erleben von Vertrauen (FreiX) als beim Erleben von Misstrauen (ZwangX) aufweisen (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,05$ ; mit false-discovery-rate (FDR) für multiple Vergleiche korrigiert; vgl. Tabelle 10 und Abbildung 41). A und B stellen verschiedene Visualisierungen derselben statistischen Karte dar: A - Ansicht von rechts; B - Ansicht von links.

Tabelle 10

Hirnregionen, die eine höhere Aktivierung beim Erleben von Vertrauen (FreiX) als beim Erleben von Misstrauen (ZwangX) aufweisen (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,05$ , korrigiert für multiple Vergleiche mit false-discovery-rate (FDR)).

Hirnregion, in der das Cluster liegt	Anzahl der Voxel im Cluster	MNI-Koordinaten des lokalen Maximum (in mm)			z-Wert	$p_{\text{FDR-korr}}$
		x	y	z		
R. Cerebellum	1608	34	-58	-34	6,30	< 0,001
L. Cerebellum	794	-34	-56	-36	5,53	< 0,001
L. dACC	6650	-6	22	44	6,01	< 0,001
R. dACC		4	24	42	6,00	< 0,001
L. posteriorer DLPFC		-38	28	28	5,57	0,002
L. anteriorer DLPFC		-26	50	8	5,42	0,003
L. prämotorischer Cortex		-30	0	62	4,65	0,001
L. anteriore Insula		-30	22	2	3,96	0,003
L. Precuneus	3739	-6	-64	46	5,55	0,002
L. inferiorer parietaler Cortex		-34	-48	40	4,74	< 0,001
R. inferior parietaler Cortex	740	36	-62	42	3,93	0,002
R. posteriorer DLPFC	1735	38	36	38	4,95	< 0,001
R. anteriorer DLPFC		36	42	30	4,81	< 0,001
R. prämotorischer Cortex	1298	28	6	64	4,56	< 0,001
R. anteriore Insula	209	32	22	6	4,12	0,001
R. posteriores dorsales Striatum	194	16	-20	18	3,94	0,002
R. anteriores dorsales Striatum		16	2	18	3,29	0,012
L. dorsales Striatum	37	-14	6	16	9,95	0,003

Anmerkungen. R. = rechts; L. = links; dACC = dorsaler anteriorer cingulärer Cortex; DLPFC = dorsolateraler präfrontaler Cortex.

Bei Anwendung der weniger konservativen Korrekturmethode (FDR) bestätigt sich auch Hypothese  $H_{1,\nu}$ :

- **Beim Erleben von Vertrauen (Frei $\underline{X}$ ) ist - im Vergleich zum Erleben von Misstrauen - das belohnungsassoziierte dorsale Striatum mehr aktiviert. Darüber hinaus zeigen sich Aktivierungen in der anterioren Insula, prämotorischen Arealen und dem inferioren parietalen Cortex.**

Obwohl keine Hypothese formuliert wurde, welche Hirnregionen beim Erleben von Misstrauen (Zwang $\underline{X}$ ) signifikant mehr aktiviert sind als bei Vertrauen (Frei $\underline{X}$ ), wird dieser Kontrast explorativ als Zusatzinformation analysiert. Abbildung 43 und Tabelle 11 zeigen diese Region, wenn mit FWE korrigiert wird.

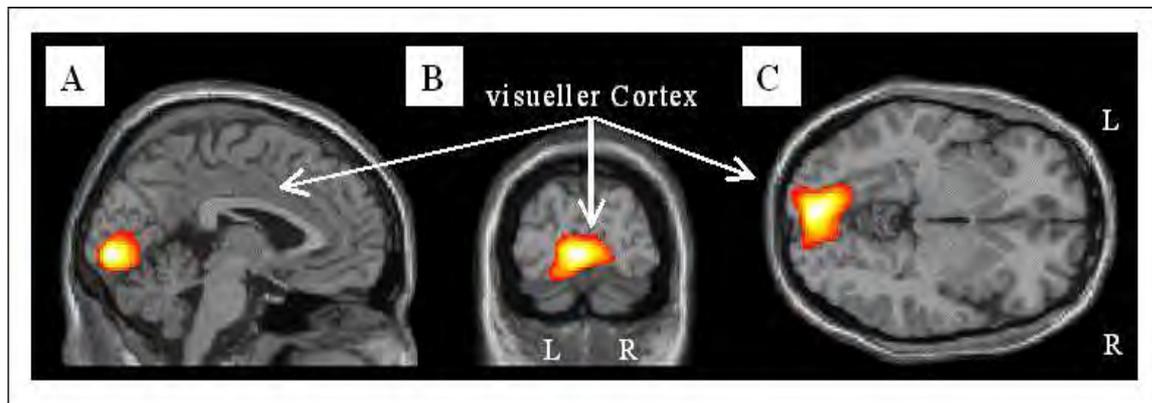


Abbildung 43. Hirnregion, die eine höhere Aktivierung beim Erleben von Misstrauen (Zwang $\underline{X}$ ) als beim Erleben von Vertrauen (Frei $\underline{X}$ ) aufweist (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,05$  mit family-wise-error (FWE) für multiple Vergleiche korrigiert, vgl. Tabelle 11). A-C stellen verschiedene Visualisierungen derselben statistischen Karte dar: A - Sagittalschnitt; B - Koronarschnitt C - Axialschnitt.

Tabelle 11

Hirnregion, die eine höhere Aktivierung beim Erleben von Misstrauen (Zwang $\underline{X}$ ) als beim Erleben von Vertrauen (Frei $\underline{X}$ ) aufweisen (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,05$ , korrigiert für multiple Vergleiche mit family-wise-error (FWE)).

Hirnregion, in der das Voxel liegt	Anzahl der Voxel im Cluster	MNI-Koordinaten des lokalen Maximum (in mm)			z-Wert	$p_{\text{FWE-korr}}$
		x	y	z		
visueller Cortex	2285	-2	-90	-4	inf.	< 0,001

Anmerkungen. 'inf.' bedeutet 'geht gegen unendlich'.

Wieder werden diese Ergebnisse einer Analyse mit FDR-Korrektur gegenübergestellt, siehe dazu Abbildung 44 und Tabelle 12.

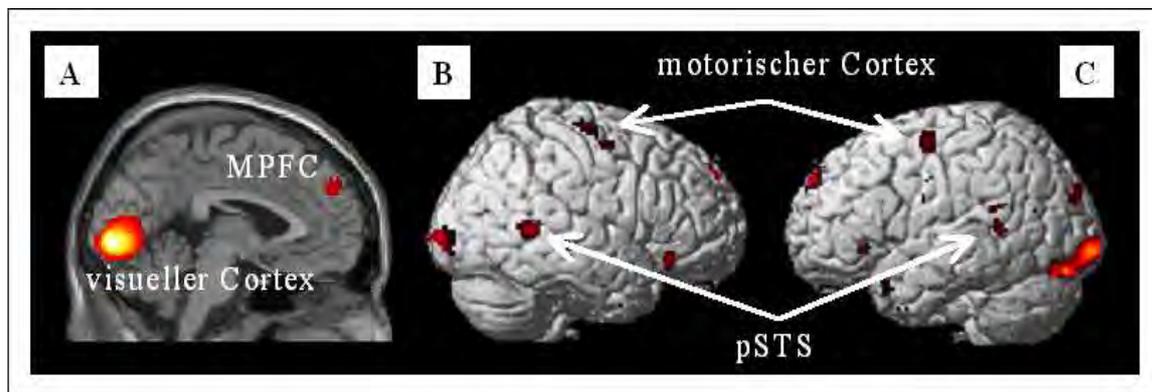


Abbildung 44. Hirnregionen (Schnittbilder), die eine höhere Aktivierung beim Erleben von Misstrauen (ZwangX) als beim Erleben von Vertrauen (FreiX) aufweisen (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,05$  mit false-discovery-rate (FDR) für multiple Vergleiche korrigiert). pSTS = posteriorer superiorer temporaler Sulcus; MPFC = medialer präfrontaler Cortex. A-C stellen verschiedene Visualisierungen derselben statistischen Karte dar: A - Sagittalschnitt; B - Ansicht von rechts C - Ansicht von links (vgl. Tabelle 12).

Tabelle 12

Hirnregionen, die eine höhere Aktivierung beim Erleben von Misstrauen (ZwangX) als beim Erleben von Vertrauen (FreiX) aufweisen (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,05$ , korrigiert für multiple Vergleiche mit false-discovery-rate (FDR)).

Hirnregion, in der das Cluster liegt	Anzahl der Voxel im Cluster	MNI-Koordinaten des lokalen Maximum (in mm)			z-Wert	$p$ FDR-korr
		x	y	z		
visueller Cortex	4651	-2	-90	-4	inf.	< 0,001
R. pSTS	119	66	-50	6	4,09	0,001
L. pSTS	38	-56	-48	8	3,47	0,012
MPFC	204	-4	54	32	3,72	0,005
L. motorischer Cortex	61	-44	-8	60	4,41	< 0,001
R. motorischer Cortex	63	46	-20	66	3,80	0,004
R. orbitofrontaler Cortex	61	44	28	-14	3,57	0,009
R. posteriorer cingulärer Cortex	43	4	-14	46	3,51	0,011

Anmerkungen. R. = rechts; L. = links; pSTS = posteriorer superiorer temporaler Sulcus.

Aus den Forschungsfragen  $F_{(B)}$  und  $F_{(E)}$  (sinngemäß: 'Steigt mit dem Ausmaß des Vertrauens - operationalisiert über die Höhe von  $\underline{X}$  - die Stärke der Empfindung von Frei $\underline{X}$  als angenehm und der Entscheidungskonflikt zwischen egoistischen und sozialen Motiven?') ergeben sich folgende Hypothesen:

**Hypothese zum Einfluss der Höhe von  $\underline{X}$  auf neuronale Aktivität in belohnungsassoziierten Arealen (Forschungsfrage  $F_{(B)}$ )**

Hypothese  $H_{VII}$ : Belohnungsassoziierte Areale (z.B. ventrales und/oder dorsales Striatum) zeigen einen umso stärkeren Aktivierungsunterschied zwischen Frei $\underline{X}$  und Zwang $\underline{X}$ , je höher der Mindestabgabebetrag  $\underline{X}$  ist:

$$\begin{aligned}
 H_{0,VII} : & \quad \text{Aktivierungsdifferenz}_{(\text{Striatum})}[\text{Frei}_{20} > \text{Zwang}_{20}] \leq \\
 & \quad \text{Aktivierungsdifferenz}_{(\text{Striatum})}[\text{Frei}_{10} > \text{Zwang}_{10}] \leq \\
 & \quad \text{Aktivierungsdifferenz}_{(\text{Striatum})}[\text{Frei}_{5} > \text{Zwang}_{5}]. \\
 H_{1,VII} : & \quad \text{Aktivierungsdifferenz}_{(\text{Striatum})}[\text{Frei}_{20} > \text{Zwang}_{20}] > \\
 & \quad \text{Aktivierungsdifferenz}_{(\text{Striatum})}[\text{Frei}_{10} > \text{Zwang}_{10}] > \\
 & \quad \text{Aktivierungsdifferenz}_{(\text{Striatum})}[\text{Frei}_{5} > \text{Zwang}_{5}].
 \end{aligned}$$

**Hypothese zum Einfluss der Höhe von  $\underline{X}$  auf neuronale Aktivität in konfliktassoziierten Arealen (Forschungsfrage  $F_{(E)}$ )**

$H_{VIII}$  Hypothese zu Forschungsfrage  $F_{(E)}$ :

Konfliktassoziierte Areale (z.B. dACC) zeigen einen stärkeren Aktivierungsunterschied zwischen Frei $\underline{X}$  und Zwang $\underline{X}$ , je höher der Mindestabgabebetrag  $\underline{X}$  ist:

$$\begin{aligned}
 H_{0,VIII} : & \quad \text{Aktivierungsdifferenz}_{(\text{dACC})}[\text{Frei}_{20} > \text{Zwang}_{20}] \leq \\
 & \quad \text{Aktivierungsdifferenz}_{(\text{dACC})}[\text{Frei}_{10} > \text{Zwang}_{10}] \leq \\
 & \quad \text{Aktivierungsdifferenz}_{(\text{dACC})}[\text{Frei}_{5} > \text{Zwang}_{5}]. \\
 H_{1,VIII} : & \quad \text{Aktivierungsdifferenz}_{(\text{dACC})}[\text{Frei}_{20} > \text{Zwang}_{20}] > \\
 & \quad \text{Aktivierungsdifferenz}_{(\text{dACC})}[\text{Frei}_{10} > \text{Zwang}_{10}] > \\
 & \quad \text{Aktivierungsdifferenz}_{(\text{dACC})}[\text{Frei}_{5} > \text{Zwang}_{5}].
 \end{aligned}$$

## Ergebnisse zum Einfluss der Höhe von $\underline{X}$ auf neuronale Aktivität in belohnungs- und konfliktassoziierten Arealen

Zur Prüfung der Hypothesen  $H_{VII}$  und  $H_{VIII}$  wird das full-factorial-model verwendet, welches schon zur Prüfung der Haupteffekte dient (s.o.). Hiermit lässt sich auch die Interaktion zwischen den Faktoren *sozialer Einfluss* und *Höhe von  $\underline{X}$*  prüfen. Dazu werden die Kontrastgewichte im full-factorial-model wie folgt verteilt:

Kontrast 3 (Frei5) = -1;

Kontrast 5 (Frei20) = 1;

Kontrast 6 (Zwang5) = 1;

Kontrast 8 (Zwang20) = -1.

Durch diese Formulierung wird getestet, welche Voxel einen signifikant größeren Aktivierungsunterschied [ $\text{Frei}\underline{X} > \text{Zwang}\underline{X}$ ] für  $\underline{X} = 20$  aufweisen als für  $\underline{X} = 5$ . Da immer nur eine gerade Anzahl von Bedingungs-Paarungen in die bei SPM5 formulierbare Interaktion einbezogen werden kann, müssen  $\text{Frei}\underline{10}$  und  $\text{Zwang}\underline{10}$  aus dieser Analyse ausgeschlossen werden.

Werden die Korrekturverfahren für multiple Kontraste (FWE oder FDR) für die so formulierte Interaktion angewendet, so überschreitet kein Voxel die Signifikanzschwelle von  $p < 0,05$ .

Um jedoch weniger starke Effekte nicht zu übersehen, soll auch auf die dritte und liberalste der drei oben beschriebenen Methoden zur Festlegung einer Signifikanzschwelle ( $0,001$  unkorrigiert) zurückgegriffen werden. Auch bei den weiter unten dargestellten Korrelationsanalysen wird aus denselben Gründen diese Schwelle gewählt.

In Abbildung 45 und Tabelle 13 sind die Regionen dargestellt, in denen Voxel die (nicht für multiple Vergleiche korrigierte) Signifikanzschwelle von  $p < 0,001$  überschreiten.

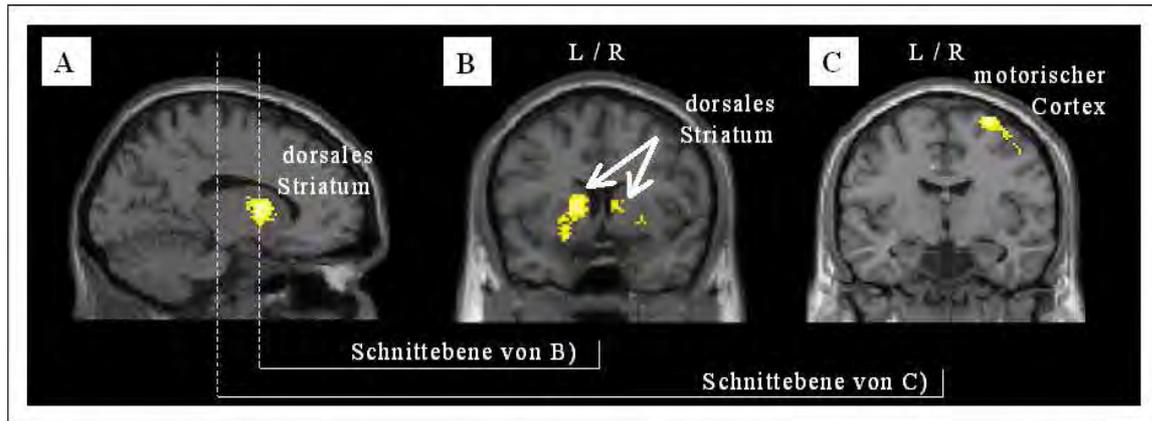


Abbildung 45. Hirnregionen, die einen höheren Aktivierungsunterschied [ $\text{Frei}\underline{X} > \text{Zwang}\underline{X}$ ] für  $\underline{X} = 20$  aufweisen als für  $\underline{X} = 5$  (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,001$ ; nicht für multiple Vergleiche korrigiert vgl. Tabelle 13). A-C stellen verschiedene Visualisierungen derselben statistischen Karte dar: A - Sagittalschnitt; B - Koronarschnitt (Schnittebene von B in A dargestellt); C - Koronarschnitt (Schnittebene von C in A dargestellt).

Tabelle 13

Hirnregionen, die einen höheren Aktivierungsunterschied [ $\text{Frei}\underline{X} > \text{Zwang}\underline{X}$ ] für  $\underline{X} = 20$  aufweisen als für  $\underline{X} = 5$  (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,001$ ; nicht für multiple Vergleiche korrigiert). Vgl. Abbildung 45.

Hirnregion, in der das Cluster liegt	Anzahl der Voxel im Cluster	MNI-Koordinaten des lokalen Maximum (in mm)			z-Wert	$p_{\text{unkorr.}}$
		x	y	z		
L. dorsales Striatum	414	-16	6	4	4,72	< 0,001
R. dorsales Striatum	80	16	0	16	3,90	< 0,001
R. ventrales Striatum	50	20	14	0	3,71	< 0,001
R. motorischer Cortex	975	26	-8	68	4,44	< 0,001
R. DLPFC	19	30	42	16	3,58	< 0,001
R. posteriorer cingulärer Cortex	40	12	-36	40	3,83	< 0,001

Anmerkungen. R. = rechts; L. = links; DLPFC = dorsolateraler präfrontaler Cortex.

Die neurophysiologische Messung bestätigt Hypothese  $H_{1,VII}$ :

- **Das dorsale Striatum, ein belohnungsassoziiertes Areal, ist dann *mehr aktiviert*, wenn das Gegenüber auf den Zwang zur Abgabe eines höheren Mindestbetrages (X) verzichtet (d.h. ein höheres Risiko eingeht und somit *mehr Vertrauen zeigt*).**

Dagegen kann Hypothese  $H_{1,VIII}$  nicht angenommen werden: Der oben beschriebene Zusammenhang zeigt sich nicht für ein mit Konfliktverarbeitung assoziiertes Areal (z.B. dACC).

### 3.2.2.5 Zusammenhänge zwischen Hirnaktivierung und Verhalten

#### Hypothesen zum Zusammenhang zwischen Abgabehöhe und neuronaler Aktivierung

Aus einer Verbindung von...

- Forschungsfrage A: (sinngemäß) 'Werden FreiX und ZwangX als soziale Signale wahrgenommen?' und
- Forschungsfrage D: (sinngemäß)
  - o 'Wird auf das Erleben von FreiX prosozial - durch die Abgabe von *mehr* Punkten an das Gegenüber - reagiert?' und
  - o 'Wird in Reaktion auf ZwangX *weniger* prosozial - durch die Abgabe von *weniger* Punkten an das Gegenüber - gehandelt?'

... ergeben sich die folgenden Zusammenhangshypothesen ( $H_{IX}$  und  $H_X$ ) bezüglich der Höhe der Abgabe in FreiX oder ZwangX und der Aktivität von Arealen, die mit sozialem Empfinden und Denken assoziiert sind.

Diese Areale werden in Kapitel 2.2 (S.26ff.) beschrieben: Die Verarbeitung von sozialen Absichten, Empathie und *Theory of Mind* (dem Erkennen der Erwartungen und Überzeugungen eines Gegenübers) wird von Regionen wie

- dem medialen präfrontalen Cortex (MPFC),
- der anterioren Insula (AI),
- dem temporalen Pol (TP),
- dem temporo-parietalen Übergang (engl.: *temporo parietal junction*, TPJ) und
- den Arealen um den posterioren superioren temporalen Sulcus (pSTS)

geleistet.

Hieraus ergeben sich die folgenden Hypothesen:

$H_{IX}$ :

Je mehr prosoziales Verhalten eine Versuchsperson in Reaktion auf entgegengebrachtes Vertrauen zeigt (höhere Abgabe in Reaktion auf FreiX), desto aktiver sind bei dieser Person Hirnregionen, die mit der Wahrnehmung und Interpretation sozialer Signale assoziiert werden.

$H_X$ :

Je weniger prosoziales Verhalten eine Versuchsperson in Reaktion auf entgegengebrachtes Misstrauen zeigt (geringere Abgabe in Reaktion auf ZwangX), desto mehr sind bei dieser Person Hirnregionen aktiv, die mit der Wahrnehmung und Interpretation sozialer Signale assoziiert werden.

### **Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Abgabehöhe und neuronaler Aktivierung**

Um die Hypothesen  $H_{IX}$  und  $H_X$  zu prüfen, wird jeweils eine Regression mittels ALM-Gruppenanalyse (second-level) in SPM5 berechnet. Für den Test von  $H_{IX}$  wird einerseits für jede Versuchsperson der Mittelwert für die Abgabe in Reaktion auf Vertrauen verwendet (also über alle 45 Durchgänge FreiX) und andererseits der in Kapitel 3.2.1.5 (S.129ff.) vorgestellte Kontrast 1, welcher erfasst, welche Voxel bei einer Versuchsperson in Hauptbedingung FreiX signifikant mehr aktiviert sind als bei ZwangX. Die Regression zwischen beiden Elementen prüft über alle Versuchspersonen hinweg, welche Voxel eine signifikante Korrelation zwischen dem Aktivitätsunterschied [FreiX > ZwangX] und dem mittleren Abgabebetrag  $x(\text{FreiX})$  einer Versuchsperson aufweisen.

Gleichermaßen wird die Regression zur Prüfung von Hypothese  $H_X$  unter Verwendung des Mittelwertes für die Abgabe in Reaktion auf Misstrauen (also über alle 45 Durchgänge ZwangX hinweg) und des im Kapitel 3.2.1.5 (S.129ff.) vorgestellten Kontrast 2 [ZwangX > FreiX] durchgeführt.

Abbildungen 46 A,B und Tabelle 14 zeigen, inwieweit Hypothese  $H_{1,IX}$  bestätigt wird:

- **Regionen, die an den bilateralen pSTS anliegen, weisen einen umso größeren Aktivitätsunterschied [FreiX>ZwangX] auf, je *mehr* Punkte eine Versuchsperson in Reaktion auf FreiX abgibt.**

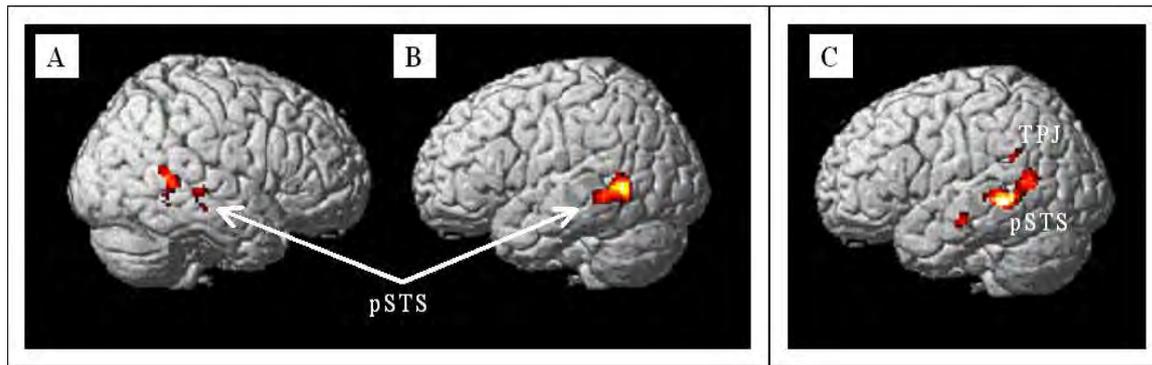


Abbildung 46. Hirnregionen, die über alle Versuchspersonen hinweg eine Korrelation zwischen dem Aktivierungsunterschied und dem von einer Versuchsperson durchschnittlich abgegebenen Betrag aufweisen. Abbildung 46 A/B: positive Korrelation zwischen Aktivierungsdifferenz [ $\text{FreiX} > \text{ZwangX}$ ] und mittlerer Abgabe in  $\text{FreiX}$ ; Ansicht von rechts/links (vgl. Tabelle 14). Abbildung 46 C: negative Korrelation zwischen Aktivierungsdifferenz [ $\text{ZwangX} > \text{FreiX}$ ] und mittlerer Abgabe in  $\text{ZwangX}$  (vgl. Tabelle 15); beide Analysen: Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,001$ ; nicht für multiple Vergleiche korrigiert.

Tabelle 14

Hirnregionen, die über alle Versuchspersonen hinweg eine positive Korrelation zwischen dem Aktivierungsunterschied [ $\text{FreiX} > \text{ZwangX}$ ] bei einer Person und dem von der Versuchsperson in  $\text{FreiX}$  abgegebenen durchschnittlichen Betrag aufweisen (vgl. Abbildung 46 A/B). (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,001$ ; nicht für multiple Vergleiche korrigiert).

Hirnregion, in der das Cluster liegt	Anzahl der Voxel im Cluster	MNI-Koordinaten des lokalen Maximum (in mm)			z-Wert	$p_{\text{unkorr.}}$
		x	y	z		
L. pSTS	178	-50	-44	-6	4,03	<0,001
R. pSTS	117	46	-40	2	3,94	<0,001

Anmerkungen. R. = rechts; L. = links; pSTS = posteriorer superiorer temporaler Sulcus.

Tabelle 15

Hirnregionen, die über alle Versuchspersonen hinweg eine negative Korrelation zwischen dem Aktivierungsunterschied [ $\text{ZwangX} > \text{FreiX}$ ] bei einer Versuchsperson und dem von der Person in  $\text{ZwangX}$  abgegebenen durchschnittlichen Betrag aufweisen (vgl. Abbildung 46 C). (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,001$ ; nicht für multiple Vergleiche korrigiert).

Hirnregion, in der das Cluster liegt	Anzahl der Voxel im Cluster	MNI-Koordinaten des lokalen Maximum (in mm)			z-Wert	$p_{\text{unkorr.}}$
		x	y	z		
L. post. pSTS	400	-62	-42	-2	4,83	<0,001
L. ant. pSTS	40	-58	-18	-14	3,85	<0,001
L. TPJ	25	-60	-50	26	3,33	<0,001

Anmerkungen. R. = rechts; L. = links; pSTS = posteriorer superiorer temporaler Sulcus.

Wie Abbildung 46 C und Tabelle 15 zeigen, bestätigt sich auch Hypothese  $H_X$ :

- **Regionen, die an den linken pSTS anliegen, weisen einen umso größeren Aktivitätsunterschied [Zwang $\underline{X}$ >Frei $\underline{X}$ ] auf, je weniger eine Versuchsperson in Reaktion auf Zwang $\underline{X}$  abgibt.**

Die durch die beiden Regressionsanalysen identifizierten Areale liegen zwar im linken temporalen Cortex nah beieinander, sind aber nicht identisch. Zur Höhe der Korrelationskoeffizienten siehe unten.

### **Hypothesen zum Zusammenhang zwischen Reaktionszeitkosten und Hirnaktivierung**

Aus Forschungsfrage E ergibt sich die Überlegung, dass es, wenn sowohl die Reaktionszeitkosten einer Person als auch die Aktivierung im dACC Indikatoren für die Verarbeitung eines Konflikts darstellen, einen Zusammenhang zwischen beiden Maßen geben sollte (konvergente Validität). Schlussfolgernd daraus ergibt sich die folgende Hypothese:

$H_{XI}$  Je höher die Reaktionszeitkosten einer Versuchsperson in Reaktion auf Vertrauen im Vergleich zu Misstrauen sind, desto größer ist die Mehraktivierung im dACC bei dieser Versuchsperson.

### **Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Reaktionszeitkosten und Hirnaktivierung**

Ähnlich wie zur Berechnung der oben beschriebenen Regressionen zwischen Abgabehöhe und neuronaler Aktivierung wird bei der Prüfung von Hypothese  $H_{XI}$  eine korrelative Analyse durchgeführt, in die pro Versuchsperson ein Durchschnittswert eingeht, der erfasst, um wie viel länger sie für eine Entscheidung in Reaktion auf Frei $\underline{X}$  benötigt als auf Zwang $\underline{X}$ :  $RT(\text{Frei}\underline{X}) - RT(\text{Zwang}\underline{X})$ . Dieses Maß des Reaktionskonfliktes wird mit dem Aktivitätsunterschied zwischen Frei $\underline{X}$  und Zwang $\underline{X}$  in Beziehung gesetzt (Kontrast1: [Frei $\underline{X}$ >Zwang $\underline{X}$ ]).

Abbildung 47 und Tabelle 16 zeigen, dass sich Hypothese  $H_{XI}$  bestätigt:

- **Der dACC ist die am weitesten und signifikantesten ausgeprägte Region, deren Aktivitätsdifferenz [Frei $\underline{X}$ >Zwang $\underline{X}$ ] bei Personen signifikant mit den Reaktionszeitkosten dieser Probanden korreliert (zur Höhe des Korrelationskoeffizienten siehe unten). Darüber hinaus zeigt auch ein kleineres Cluster im linken DLPFC diesen Zusammenhang.**

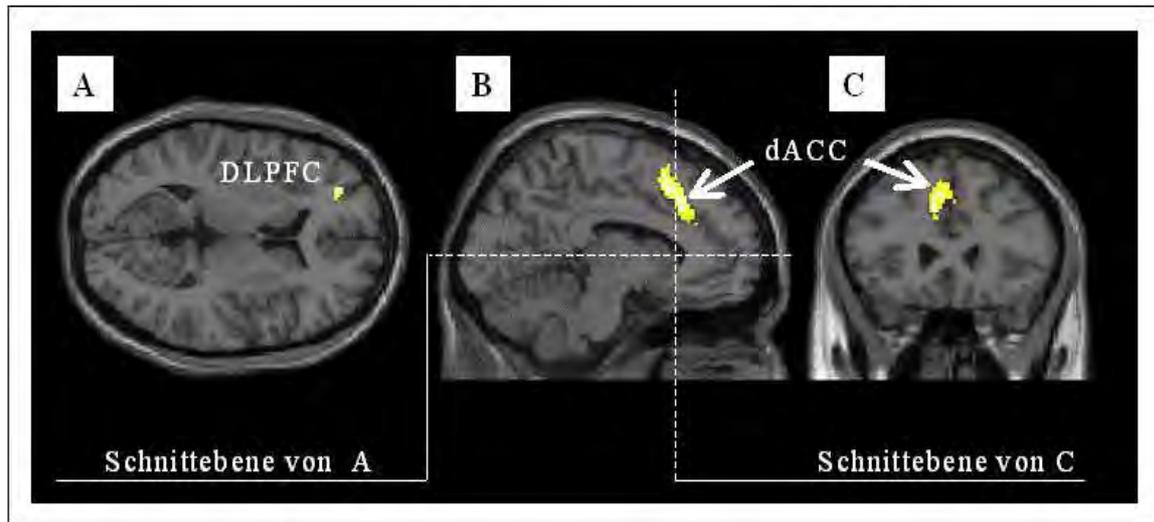


Abbildung 47. Hirnregionen, die über alle Versuchspersonen hinweg eine signifikante Korrelation zwischen dem Aktivitätsunterschied [FreiX>ZwangX] einer Versuchsperson und der mittleren Reaktionszeitdifferenz  $RT(\text{FreiX}) - RT(\text{ZwangX})$  dieser Person aufweisen.

A-C stellen verschiedene Visualisierungen derselben statistischen Karte dar: A - Axialschnitt (Schnittebene von A ist in B eingezeichnet); B - Sagittalschnitt; C - Koronarschnitt (Schnittebene von C ist in B eingezeichnet), Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,001$ ; nicht für multiple Vergleiche korrigiert, vgl. Tabelle 16.

Tabelle 16

Hirnregionen, die über alle Versuchspersonen hinweg eine signifikante Korrelation zwischen dem Aktivitätsunterschied [FreiX>ZwangX] einer Versuchsperson und der mittleren Reaktionszeitdifferenz  $[RT(\text{FreiX}) - RT(\text{ZwangX})]$  dieser Person aufweisen; Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,001$ ; nicht für multiple Vergleiche korrigiert.

Hirnregion, in der das Cluster liegt	Anzahl der Voxel im Cluster	MNI-Koordinaten des lokalen Maximum (in mm)			z-Wert	$p_{\text{unkorr.}}$
		x	y	z		
L. dACC	228	-6	18	48	4,00	<0,001
L. ant. DLPFC	20	-28	48	8	3,71	<0,001

Anmerkungen. L. = links; dACC = dorsaler anteriorer cingulärer Cortex; DLPFC = dorsolateraler präfrontaler Cortex

### Höhe der Korrelationskoeffizienten

Zu jeder als signifikant eingestuften Korrelationen kann auch ein Korrelationskoeffizient angegeben werden. Bei der Bestimmung dieses Koeffizienten handelt es sich nach Meinung des Autors der vorliegenden Arbeit *nicht* um einen zweiten inferenzstatistischen Test, wie von Vul et al. (2009a) behauptet (s. Kapitel 2.4.4.1;

S.79ff.), sondern lediglich um eine deskriptive Darstellung einer bereits als signifikant identifizierten Korrelation (vgl. Jabbi et al. 2009, Lieberman et al. 2009, Poldrack & Mumford 2009). Nichtsdestotrotz besteht aus den im oben genannten Kapitel geschilderten Gründen die Gefahr, dass Korrelationen 'aufgebläht' werden: Korrelationskoeffizienten können künstlich überhöht sein, wenn sie aus Daten stammen, die statt einer echten eine zufällige Korrelation aufweisen (vgl. Poldrack & Mumford 2009). Dies kann bei der hohen Gesamtzahl an Korrelationen über alle Voxel im Gehirn durchaus der Fall sein, besonders wenn nicht für multiple Vergleiche korrigiert wird.

Um zu prüfen, wie groß diese 'Aufblähung' der Korrelationskoeffizienten in der vorliegenden Studie sein könnte, sollen für zwei der oben beschriebenen signifikanten Korrelationen Koeffizienten berechnet werden: Einerseits auf die von Vul und Kollegen (2009a) kritisierte 'herkömmliche' Weise und zum Vergleich auch auf von ihnen vorgeschlagenen 'alternativen' Wegen.

Zur Berechnung des Korrelationskoeffizienten auf 'herkömmliche' Weise werden aus dem Voxel, das in der second-level Regressionsanalyse die höchste Signifikanz aufweist (*Cluster-Maximum*), die Beta-Gewichte für die Einzelpersonen extrahiert. Diese Beta-Gewichte beinhalten die Information, wie stark das betreffende Voxel bei einer Versuchsperson auf die Versuchsbedingung oder eine Linearkombination von Versuchsbedingungen (welche in den Kontrasten formuliert wurde) reagiert. Für die Beschreibung der Korrelation wird dieses Beta-Gewicht jeder Person mit dem Verhaltensmaß (z.B. Reaktionszeitkosten) jeder Person in Beziehung gesetzt.

Zur alternativen Berechnung des Korrelationskoeffizienten schlagen Vul und Kollegen (2009a) mehrere Methoden vor, die sich alle in einem Merkmal gleichen: Das Voxel, für das die oben beschriebene Bestimmung des Korrelationskoeffizienten durchgeführt wird, soll nicht auf der Grundlage einer Korrelation ausgewählt werden. Die Autoren führen zwei Möglichkeiten auf, wie dies praktisch umgesetzt werden könnte:

Vorschlag Nr. 1: Statt auf der Grundlage des Korrelationseffektes wird ein Voxel ausgewählt, weil es in einem anderen Effekt (zum Beispiel dem Haupteffekt) signifikant ist.

Vorschlag Nr. 2: Statt auf der Grundlage des Korrelationseffektes für die ganze Gruppe wird eine Split-Half-Methode angewendet: Per Regressionsanalyse ermittelt man zunächst für eine Hälfte der Versuchspersonen, welches Voxel eine signifikante Korrelation aufweist. Für die andere Hälfte der Versuchspersonen werden dann aus

diesem Voxel die Beta-Gewichte extrahiert, um mit diesen den Korrelationskoeffizienten für die zweite Hälfte der Versuchspersonen zu berechnen.

Tabelle 17 zeigt einen Vergleich der Korrelationskoeffizienten für zwei der oben in den Regressionsanalysen als signifikant identifizierten Voxel - berechnet sowohl mit der 'herkömmlichen' Methode als auch auf einem der beiden 'alternativen' Wege.

Tabelle 17

*Höhe der Korrelationskoeffizienten für eine Auswahl der in den Regressionsanalysen als signifikant identifizierten Voxel, berechnet über 'herkömmliche' und 'alternative' Vorgehensweise (Beschreibung siehe Text).*

Regressions-analyse	Areal	$r$ 'herkömmlich'	$r$ 'alternativ'
Aktivierungs-differenz [FreiX > ZwangX]		Voxelauswahl:	Voxelauswahl (Vorschlag Nr.1, Vul et al. 2009a, S. 282):
... zeigt eine positive Korrelation zu...	L. dACC	Cluster-Maximum der Regressionsanalyse:	Haupteffekt [FreiX>ZwangX], entsprechend Hypothese H <sub>XI</sub> :
Reaktionszeit-kosten [RT(FreiX) - RT(ZwangX)]		Voxel: -6 16 48 $r = 0,628$	Voxel: -6 22 44 $r = 0,604$
Aktivierungs-differenz [ZwangX > FreiX]		Voxelauswahl:	Voxelauswahl (Vorschlag Nr. 2, Vul et al. 2009a, S. 283):
... zeigt eine negative Korrelation zur...	L. pSTS	Cluster-Maximum der Regressionsanalyse:	Split-Half-Methode über eine zufällig ausgewählte Hälfte der Versuchspersonen:
Abgabehöhe x(ZwangX)		Voxel: -62 -42 -2 $r = -0,707$	Voxel: -66 -42 10 Korrelation mit Verhaltensmaßen der anderen Hälfte Versuchspersonen: $r = -0,680$

Anmerkung. L. = links;  $r$  = Korrelationskoeffizient.

Die Höhe der Korrelationskoeffizienten variiert zwischen 'herkömmlicher' und 'alternativer' Methode nur wenig. Ein unangemessenes Aufblähen ist nicht zu verzeichnen.

### 3.2.2.6 Zusammenhänge zwischen Aussagen in Fragebögen und dem Verhalten

#### Hypothesen zu freien Antworten in der Nachbefragung

In der Befragung nach dem Experiment (s. Anhang C; S.302ff.) beantworten die Versuchspersonen folgende Fragen in freiem Antwortformat:

- „Was fühlten/dachten Sie, wenn Ihr Gegenüber Ihnen freie Wahl ließ, obwohl es Sie zu einer Mindestabgabe von Punkten hätte zwingen können?“
- „Was fühlten/dachten Sie, wenn Ihr Gegenüber Sie zur Mindestabgabe von Punkten zwang?“

Es wird erwartet, dass eine Analyse ihrer Beschreibungen die Forschungsfragen A bis F beantwortet: So sollten FreiX und ZwangX als soziale Signale umschrieben werden, die Einstellungen und Erwartungen des Gegenübers ausdrücken. Die Versuchspersonen sollten FreiX als *angenehm/Vertrauen* charakterisieren und ZwangX als *unangenehm/Misstrauen*. Darüber hinaus sollten die Probanden das Prinzip der reziproken Handlung verbalisieren (Vertrauen wird durch prosoziale Reaktionen, d.h. höhere Abgabe, belohnt und Misstrauen durch verringerte Abgabe bestraft) und den höheren Konflikt zwischen egoistischen Motiven vs. sozialen Präferenzen in Worte fassen.

#### Ergebnisse zu freien Antworten in der Nachbefragung

In Anhang D (S.321ff.) befinden sich die Tabellen mit allen spontanen Äußerungen der Versuchspersonen in freiem Antwortformat zu ihren Empfindungen bezüglich FreiX und ZwangX nach dem Experiment. Es zeigt sich, dass die Forschungsfragen A, B, C und D durch eine Analyse der Aussagen deutlich beantwortet werden können:

- **Probanden beschreiben die Entscheidung des Gegenübers für FreiX oder ZwangX sehr oft im Sinne eines sozialen Signals, welches eine Erwartungshaltung oder eine Absicht des Gegenübers ausdrückt. Die meisten Teilnehmer (30 von 36) drücken aus, dass sie die Entscheidung des Gegenübers, ihnen freie Wahl zu lassen, als angenehm und/oder**

**vertrauensvoll empfinden und dass sie diese Entscheidung durch eine höhere Abgabe von Punkten belohnen. Ein ähnlich großer Anteil an Versuchspersonen (29 von 36) empfindet Zwang $\underline{X}$  als unangenehm und einen Ausdruck von Misstrauen. Viele dieser Probanden schildern, dass sie als Gegenreaktion auf den Zwang erst recht nur den geforderten Mindestbetrag abgeben.**

### **Hypothesen zu gebundenen Antworten in der Nachbefragung**

Die Versuchspersonen gaben in der Nachbefragung auf einer Ratingskala von 1-5 an, wie sehr sie Frei $\underline{5}$ , Frei $\underline{10}$  und Frei $\underline{20}$  als Ausdruck von Vertrauen und Zwang $\underline{5}$ , Zwang $\underline{10}$  und Zwang $\underline{20}$  als Ausdruck von Misstrauen empfinden. Aus Forschungsfrage  $F_{(C)}$  bzgl. des Einflusses der Höhe des Mindestabgabebetrages  $\underline{X}$  auf die Stärke der Empfindung von Frei $\underline{X}$  als Vertrauen ergibt sich die folgende Hypothese:

$H_{XII}$  Je höher der erzwingbare Mindestbetrag  $\underline{X}$  ist, auf den ein Gegenüber mit der Wahl von Frei $\underline{X}$  verzichtet, desto höher ist das vom Agenten subjektiv empfundene Vertrauen (*SEV*) des Gegenübers.

$$H_{0,XII} : SEV(\text{Frei}\underline{20}) \leq SEV(\text{Frei}\underline{10}) \leq SEV(\text{Frei}\underline{5})$$

$$H_{1,XII} : SEV(\text{Frei}\underline{20}) > SEV(\text{Frei}\underline{10}) > SEV(\text{Frei}\underline{5})$$

Ausserdem ergeben sich aus Forschungsfragen D und E die folgenden Zusammenhangshypothesen:

$H_{XIII}$  Für  $\underline{X} = 5, 10, 20$  gilt: Je stärker eine Versuchsperson Frei $\underline{X}$  als Vertrauen verspürt (*SEV*), desto höher ist ihre Abgabe bei Frei $\underline{X}$ .

$$H_{0,XIII} : \text{Korrelation } SEV(\text{Frei}\underline{X}) \text{ mit } x(\text{Frei}\underline{X}) \leq 0$$

$$H_{1,XIII} : \text{Korrelation } SEV(\text{Frei}\underline{X}) \text{ mit } x(\text{Frei}\underline{X}) > 0$$

$H_{XIV}$  Für  $\underline{X} = 5, 10, 20$  gilt: Je stärker eine Versuchsperson Zwang $\underline{X}$  als Misstrauen verspürt (subjektiv empfundenes Misstrauen; *SEM*), desto geringer ist ihre Abgabe bei Zwang $\underline{X}$ .

$$H_{0,XIV} : \text{Korrelation } SEM(\text{Zwang}\underline{X}) \text{ mit } x(\text{Zwang}\underline{X}) \geq 0$$

$$H_{1,XIV} : \text{Korrelation } SEM(\text{Zwang}\underline{X}) \text{ mit } x(\text{Zwang}\underline{X}) < 0$$

### Ergebnisse zu gebundenen Antworten in der Nachbefragung:

Abbildung 48 und Tabelle 18 liefern die deskriptive Statistik zu Hypothese  $H_{XII}$ .

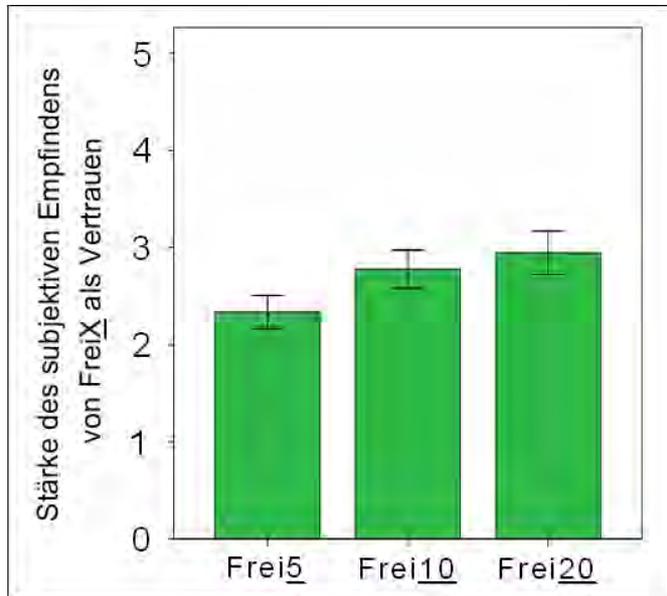


Abbildung 48. Stärke des subjektiven Empfindens von  $\text{Frei}_X$  als Vertrauen. Fehlerbalken: +/- 1 Standardfehler.

Tabelle 18

Stärke des subjektiven Empfindens von  $\text{Frei}_X$  als Vertrauen (SEV).

	SEV(Frei5)	SEV(Frei10)	SEV(Frei20)
<i>M</i>	2,33	2,77	2,94
<i>SD</i>	1,04	1,17	1,35

Anmerkungen. *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung.

Zur Prüfung von Hypothese  $H_{XII}$  wird mit einer einfaktoriellen messwiederholten Varianzanalyse der Haupteffekt des Faktors *Höhe von  $X$*  auf die Stärke des empfundenen Vertrauens analysiert. Die Ergebnisse dieses Tests werden in Tabelle 19 gezeigt.

Tabelle 19

Varianzanalytische Prüfung der Wirkung von Faktor 'Höhe von  $\underline{X}$ ' auf die per Rating (1-5) eingestufte Stärke der subjektiven Empfindung von Frei $\underline{X}$  als Vertrauen (SEV). Allgemeines Lineares Modell: Innersubjekteffekt einer Varianzanalyse mit Messwiederholung.

Innersubjekteffekt	$F$	$p$	$\eta^2$
Haupteffekt 'Höhe von $\underline{X}$ '	6,479	0,003	0,156

Anmerkungen. Dargestellt ist der  $F$ -Wert, die Signifikanz  $p$  und das partielle Eta-Quadrat ( $\eta^2$ ). Die Freiheitsgrade des  $F$ -Tests werden durch Huynh-Feldt Epsilon adjustiert.

Bei  $\alpha = 0,05$  erweist sich der Haupteffekt *Höhe von  $\underline{X}$*  als statistisch bedeutsam - Hypothese  $H_{1,XII}$  wird angenommen:

- **Die Stärke der subjektiven Empfindung von Frei $\underline{X}$  als Vertrauen steigt mit der Höhe von  $\underline{X}$ .**

Hypothese  $H_{XIII}$  wird für jede Höhe von  $\underline{X}$  anhand von Pearson-Korrelationen zwischen den Einschätzungen von Frei $\underline{X}$  als Vertrauen (SEV) und den entsprechenden Abgabehöhen geprüft. Tabelle 20 stellt die Ergebnisse dar.

Tabelle 20

Pearson-Korrelationen zwischen dem Ausmaß von empfundenem Vertrauen bei Frei $\underline{X}$  (SEV) und der Höhe der durchschnittlichen Abgabe ( $x(\text{Frei}\underline{X})$ ).

Korrelationseffekt	SEV(Frei $\underline{5}$ )	SEV(Frei $\underline{10}$ )	SEV(Frei $\underline{20}$ )
$x(\text{Frei}\underline{5})$	- 0,303 ( $p= 0,036$ )		
$x(\text{Frei}\underline{10})$		- 0,188 ( $p= 0,136$ )	
$x(\text{Frei}\underline{20})$			- 0,088 ( $p= 0,305$ )

Anmerkung.  $p$ -Wert für einseitige Testung.

Jede der drei Korrelationen zeigt einen negativen Zusammenhang (eine der Korrelationen ist sogar signifikant). Das bedeutet, dass die in Hypothese  $H_{1,XIII}$

formulierte Richtung des Zusammenhanges (*Je mehr eine Versuchsperson Frei $\underline{X}$  als Vertrauen empfindet, desto höher ist ihre Abgabe*) nicht aufgezeigt werden kann.

Hypothese  $H_{XIV}$  wird für jede Höhe von  $\underline{X}$  anhand von Pearson-Korrelationen zwischen den Einschätzungen von Zwang $\underline{X}$  als Misstrauen (SEM) und den entsprechenden Abgabehöhen geprüft. Tabelle 21 stellt die Ergebnisse dar.

Tabelle 21

*Pearson-Korrelationen zwischen dem Ausmaß von subjektiv empfundenem Misstrauen bei Zwang $\underline{X}$  (SEM) und der Höhe der durchschnittlichen Abgabe  $x(\text{Zwang}\underline{X})$ .*

Korrelationseffekt	SEM(Frei $\underline{5}$ )	SEM(Frei $\underline{10}$ )	SEM(Frei $\underline{20}$ )
$x(\text{Zwang}\underline{5})$	<b><math>r = -0,486</math></b> ( $p = 0,001$ )		
$x(\text{Zwang}\underline{10})$		<b><math>r = -0,394</math></b> ( $p = 0,009$ )	
$x(\text{Zwang}\underline{20})$			<b><math>r = -0,293</math></b> ( $p = 0,042$ )

*Anmerkung.*  $p$ -Wert für einseitige Testung. Signifikante Korrelationen sind fett gedruckt.

Alle drei Korrelationen sind auf dem Niveau von  $\alpha = 0,05$  signifikant. Somit kann Hypothese  $H_{1,XIV}$  angenommen werden:

- **Für jede Höhe von  $\underline{X}$  (5, 10, 20) gilt: Je stärker eine Versuchsperson den Zwang zur Abgabe eines Mindestbetrages  $\underline{X}$  als Misstrauen empfindet, desto weniger gibt sie an das Gegenüber ab.**

### Hypothesen zum Zusammenhang zwischen Reaktanz und Abgabehöhe

Wie in Kapitel 3.2.1.2 (S.125ff.) ausgeführt, beschreibt Reaktanz eine unangenehme psychische Spannung, die aus Einschränkungen der freien Entscheidungsmöglichkeiten erwächst. Hohe Reaktanz soll mit negativen Reaktionen auf den Verlust von Freiheit einhergehen. Hieraus ergibt sich die folgende Hypothese:

$H_{XV}$  Je höher der mittels Fragebogen erfasste Reaktanz-Wert einer Versuchsperson ist, desto weniger sollte sie in Reaktion auf ZwangX abgeben.

$H_{0,XV}$  : Korrelation  $x(\text{ZwangX})$  mit Reaktanz-Wert  $\geq 0$

$H_{1,XV}$  : Korrelation  $x(\text{ZwangX})$  mit Reaktanz-Wert  $< 0$

### **Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Reaktanz und Abgabehöhe**

Hypothese  $H_{XV}$  wird anhand einer Pearson-Korrelation zwischen dem Reaktanzwert einer Versuchsperson und ihrer durchschnittlichen Abgabehöhe in ZwangX getestet. Die Höhe der Korrelation beträgt  $r = -,441$  ( $p = ,004$ ) und somit wird Hypothese  $H_{1,XV}$  bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  angenommen:

- **Je höher die Ausprägung von Reaktanz bei einer Versuchsperson ist, umso weniger gibt sie in Reaktion auf ZwangX ab.**

### **Hypothesen zum Zusammenhang zwischen Empathie und Abgabehöhe**

Wie in Kapitel 3.2.1.2 (S.125ff.) beschrieben, misst der Saarbrücker-Persönlichkeitsfragebogen (SPF) bei einer Versuchsperson die Ausprägung von Facetten des Konstruktes Empathie (Perspektivenübernahme, Fantasie und empathische Anteilnahme), sowie eine dem empathischem Verhalten entgegenstehende Eigenschaft (persönliche Anspannung in der Nähe Anderer = kurz *sozialer Stress*). Es werden die folgenden Hypothesen aufgestellt:

$H_{XVI}$  Je höher der mittels SPF erhobene Wert einer Empathie-Facette ist, desto mehr sollte diese Versuchsperson in Reaktion auf FreiX abgeben.

$H_{0,XVI}$  : Korrelation  $x(\text{FreiX})$  mit Wert (Empathie-Facette)  $\leq 0$

$H_{1,XVI}$  : Korrelation  $x(\text{FreiX})$  mit Wert (Empathie-Facette)  $> 0$

$H_{XVII}$  Je höher der mittels SPF erhobene Wert von persönlicher Anspannung in der Nähe Anderer (kurz *sozialer Stress*) ist, desto weniger sollte diese Versuchsperson in Reaktion auf ZwangX und FreiX abgeben.

- $H_{0,XVII}$ : Korrelation  $x(\text{FreiX})$  mit Wert (Sozialer Stress)  $\geq 0$   
 und Korrelation  $x(\text{ZwangX})$  mit Wert (Sozialer Stress)  $\geq 0$
- $H_{1,XVII}$ : Korrelation  $x(\text{FreiX})$  mit Wert (Sozialer Stress)  $< 0$   
 und Korrelation  $x(\text{ZwangX})$  mit Wert (Sozialer Stress)  $< 0$

### Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Empathie und Abgabehöhe

Hypothesen  $H_{XVI}$  und  $H_{XVII}$  werden anhand von Pearson-Korrelationen zwischen den Skalenwerten des Saarbrücker Persönlichkeitsfragebogens und den durchschnittlichen Abgabehöhen in FreiX und ZwangX getestet. Die Ergebnisse dieser Analysen sind in Tabelle 22 aufgeführt.

Tabelle 22

*Pearson-Korrelationen zwischen den Skalenwerten des Saarbrücker Persönlichkeitsfragebogens (Perspektivenübernahme, Fantasie, empathische Anteilnahme, sozialer Stress) und den Abgabehöhen in FreiX bzw. ZwangX.*

Korrelations- effekt	Perspektiven- übernahme	Fantasie	empathische Anteilnahme	sozialer Stress
$x(\text{FreiX})$	$r = -0,051$ ( $p = 0,384$ )	$r = -0,383$ ( $p = 0,011$ )	$r = 0,009$ ( $p = 0,480$ )	<b><math>r = -0,447</math></b> <b>(<math>p = 0,003</math>)</b>
$x(\text{ZwangX})$	keine Hypothese	keine Hypothese	keine Hypothese	<b><math>r = -0,410</math></b> <b>(<math>p = 0,006</math>)</b>

*Anmerkung.* Fett gedruckt sind Korrelationen, die signifikant im Sinne der Hypothesen sind ( $p$ -Werte für einseitige Testung).

Die Ausprägungen der Empathiewerte (Perspektivenübernahme, Fantasie und empathische Anteilnahme) einer Versuchsperson stehen nicht in der vorhergesagten Beziehung zu den Abgabehöhen in FreiX. Signifikante Korrelationen finden sich dagegen zur Bestätigung von Hypothese  $H_{1,XVII}$ :

- **Je mehr sozialen Stress eine Versuchsperson in der Gegenwart von Anderen verspürt, desto geringer ist ihr durchschnittlicher Abgabebetrag in Reaktion auf FreiX und ZwangX.**

### 3.2.3 Zusammenfassung zu Studie 2

In Studie 2 nehmen Probanden die Rolle des Agenten im Prinzipal-Agent-Spiel ein und reagieren auf Entscheidungen, die Prinzipale zuvor in Studie 1 getroffen haben (entweder dem Agenten freie Wahl bzgl. der Abgabe eines Geldbetrages zu lassen (Frei $\underline{X}$ ) oder ihn zu einer Mindestabgabe  $\underline{X}$  zu zwingen (Zwang $\underline{X}$ )). Die Höhe von  $\underline{X}$  variiert zwischen 5, 10 und 20 Geldeinheiten. Die Probanden reagieren also in mehreren one-shot-Interaktionen auf Vertrauen oder Misstrauen, während sie im fMRT-Scanner liegen und ihre Hirnaktivität aufgezeichnet wird. Nach dem Experiment geben sie zu ihren Empfindungen während der Spiele Selbstauskunft und bearbeiten Persönlichkeitsfragebögen, die Reaktanz und Empathie messen.

Die Selbstauskünfte der Versuchspersonen zeigen, dass Frei $\underline{X}$  von den Probanden tatsächlich oft als angenehmes soziales Signal des Vertrauens und Zwang $\underline{X}$  als unangenehmes Signal des Misstrauens wahrgenommen werden. Ersteres erweckt in den Teilnehmern zumeist den Wunsch, das Gegenüber zu belohnen, während Letzteres die Neigung zur Bestrafung erhöht. Diese individuellen Empfindungen spiegeln sich im Verhalten der Probanden wieder: Sie überweisen in Reaktion auf Vertrauen (Frei $\underline{X}$ ) mehr Geldeinheiten (GE) an das Gegenüber als in Reaktion auf Misstrauen (Zwang $\underline{X}$ ). Während die Teilnehmer die Entscheidung, so zu handeln, treffen, sind vor allem Areale aktiviert, die mit Konfliktverarbeitung (dACC und AI), kognitiver Kontrolle (DLPFC) und Belohnungsempfinden (Striatum) assoziiert sind. Wie die neuronalen Befunde sprechen auch höhere Reaktionszeiten bei der Reaktion auf Frei $\underline{X}$  in Vergleich zu Zwang $\underline{X}$  für das Vorliegen eines stärkeren Entscheidungskonfliktes beim Erleben von entgegengebrachtem Vertrauen als beim Erleben von Misstrauen.

Die Höhe von  $\underline{X}$  in Frei $\underline{X}$  bietet sich als Maß für die Stärke des Vertrauens an. Dass dies zutrifft, zeigt sich darin, dass Agenten subjektiv umso stärkeres Vertrauen empfinden, je höher  $\underline{X}$  in Frei $\underline{X}$  ist. Diese Höhe des Vertrauens beeinflusst die oben beschriebenen Effekte in dem Sinne, dass sowohl die Abgabe der Agenten, als auch die Reaktionszeitkosten und die Mehraktivierung im Striatum umso mehr ansteigen, je höher das empfangene Vertrauen ist.

Die neuronale Aktivierung während der Entscheidung, wie viel an das Gegenüber abzugeben sei, weist einen reziproken Zusammenhang zum Verhalten des Gegenübers auf: Areale entlang des pSTS sind umso aktiver, je höher die Abgabe der Agenten in

Reaktion auf Vertrauen und je niedriger die Abgabe der Agenten in Reaktion auf Misstrauen ist.

Im Hinblick auf Persönlichkeitseigenschaften zeigt sich, dass die Probanden in Reaktion auf ZwangX umso weniger an ihr Gegenüber überweisen, je höher ihre psychologische Reaktanz (die Tendenz, auf eine Einschränkung der Freiheit negativ zu reagieren) ist. Außerdem fällt die Abgabe der Versuchspersonen in Reaktion auf FreiX und ZwangX umso höher aus, je geringer ihr Wert für die Neigung, sozialen Stress (unangenehme Anspannung in engen sozialen Beziehungen) zu erleben, ist.

### **3.3 Studie 3: Entscheidungen von Prinzipalen im Prinzipal-Agent-Spiel (ausführliche Befragung)**

Studie 3 untersucht, ähnlich wie Studie 1, das Entscheidungsverhalten von *Prinzipalen* im Prinzipal-Agent-Spiel (Falk & Kosfeld 2006). In der folgenden Darstellung werden die Teilnehmer deshalb als *Versuchsperson*, *Proband* oder als *Prinzipal* bezeichnet. Dementsprechend werden die an dieser Studie nur indirekt beteiligten Interaktionspartner (Agenten) *Gegenüber* genannt.

Während Studie 1 an einer umfangreichen Versuchspersonengruppe (n = 161) untersucht, *wie* sich Prinzipale verhalten, soll Studie 3 darüber hinaus ergründen, *warum* sie sich dafür entscheiden, ihr Gegenüber entweder zur Abgabe eines bestimmten Mindestabgabebetrages zu zwingen oder ihrem Gegenüber freie Wahl zu lassen.

In Studie 3 nehmen deshalb 30 Versuchspersonen die Rolle des Prinzipals ein und wählen zwischen den Optionen Zwang20 oder Frei20. Anschließend sollen sie sich zu einer Vielzahl von Fragen äußern, welche die Gedanken und Empfindungen bezüglich des Spiels, Erwartungen an das Gegenüber und Persönlichkeitseigenschaften des Probanden erfassen. Aufgrund dieser Äußerungen wird analysiert, worin sich Versuchspersonen, die ihr Gegenüber zur Mindestabgabe von 20 Punkten zwingen, von solchen Probanden unterscheiden, die ihrem Gegenüber freie Wahl lassen.

#### **3.3.1 Methode**

In den folgenden Kapiteln werden das experimentelle Design, die Versuchspersonen, der allgemeine Rahmen der Studie und die Variablen beschrieben.

### 3.3.1.1 Experimentelles Design

Das experimentelle Design von Studie 3 ähnelt demjenigen von Studie 1 (Kapitel 3.1.1.1; S.102ff.). Die Versuchsperson wird anhand einer ausführlichen Instruktion (s. Anhang B; S.288ff.) über die Situation, die Regeln und die zwei Rollen im Prinzipal-Agent-Spiel (nach Falk und Kosfeld 2006) informiert. Der Proband erfährt, genau wie ein Teilnehmer an Studie 1, dass ein real existierendes Gegenüber in einer folgenden Studie ein Ausgangsguthaben von 120 Punkten erhält (1 Punkt = 10 Cent) und entscheiden soll, wie viel es von diesem Ausgangsguthaben an ihn abgibt. Weiterhin wird der Versuchsperson mitgeteilt, dass sie selbst auch eine Entscheidung zu treffen hat: Sie muss, **bevor** das Gegenüber festlegt wie viel es abgibt, eine von zwei Optionen auswählen:

- Option 1: Die Versuchsperson entscheidet, ihr Gegenüber nicht einzuschränken und es in seiner Entscheidung völlig frei zu lassen.
- Option 2: Die Versuchsperson zwingt ihr Gegenüber, von den 120 Punkten Ausgangsguthaben mindestens 20 Punkte abzugeben.

Im Gegensatz zu Studie 1, in der den Prinzipalen entweder ein Mindestabgabebetrag (X) von 5 Punkten oder 10 Punkten oder 20 Punkten zur Verfügung stand, ist X in Studie 3 ausschließlich 20 Punkte hoch. Wie in Studie 1 wird die oben aufgeführte Option 1 im Folgenden mit dem Kürzel *Frei20* bezeichnet, während Option 2 *Zwang20* genannt wird.

Nachdem die Versuchsperson die Instruktion (s. Anhang B; S.288ff.) gelesen und verstanden hat, füllt sie einen vom Autor der vorliegenden Arbeit konstruierten Fragebogen (s. Anhang C; S.302ff.) aus. In diesem Fragebogen markiert die Versuchsperson zunächst, für welche der beiden Optionen *Zwang20* oder *Frei20* sie sich entscheidet. Sodann äußert sie sich in freiem oder gebundenem Antwortformat zu einer Reihe von Fragen. Diese Äußerungen sollen zur Beantwortung verschiedener Forschungsfragen dienen (die Inhalte des Fragebogens werden im Ergebnisteil zu Studie 3 in Verbindung mit den ihnen zugeordneten Hypothesen dargestellt).

Nach diesem Fragebogen bearbeitet die Versuchsperson den Saarbrücker Persönlichkeitsfragebogen SPF (Paulus 1997). Mit den Skalen Fantasie, Perspektivenübernahme und empathische Anteilnahme können anhand dieses Fragebogens unterschiedliche Aspekte der Empathiefähigkeit gemessen werden. Der SPF

wird ausführlich in der Darstellung von Studie 2 (siehe Kapitel 3.2.1.2; S.125ff.) vorgestellt und befindet sich ebenfalls im Anhang C (S.302ff.).

### **3.3.1.2 Versuchspersonen, zeitlicher und räumlicher Rahmen der Studie 3**

An Studie 3 nehmen 30 Versuchspersonen teil, die im Jahr 2008 Studenten des Studienganges Humanmedizin an der Universität Bonn sind. Keine Versuchsperson nahm an einer der anderen im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführten Studien teil. Jede einzelne Versuchsperson wird in einem separaten Labor der Abteilung für Medizinische Psychologie am Universitätsklinikum Bonn für ungefähr 1,5 Stunden getestet. Die Versuchspersonengruppe setzt sich aus 8 Männern und 22 Frauen zusammen (Durchschnittsalter 21 Jahre, Standardabweichung 3 Jahre).

Je nachdem, welche Option (Frei20 oder Zwang20) die Versuchspersonen wählen, werden die Teilnehmer post-hoc in zwei Gruppen eingeteilt: Gruppe 1 besteht aus 19 Probanden, die ihr Gegenüber *nicht* zur Abgabe von mindestens 20 Punkten zwingen (im Folgenden auch *Gruppe Frei20*). Von diesen sind 6 männlich und 13 weiblich. Das Durchschnittsalter beträgt 22 Jahre (Standardabweichung 4 Jahre). In Gruppe 2 befinden sich diejenigen 11 Versuchspersonen, die ihr Gegenüber zur Abgabe von mindestens 20 Punkten zwingen (im Folgenden auch *Gruppe Zwang20*). Von diesen sind 2 männlich und 9 weiblich. Das Durchschnittsalter liegt bei 20 Jahren (Standardabweichung 2 Jahre).

### **3.3.1.3 Entlohnung der Versuchspersonen**

Den Versuchspersonen wird in der Instruktion zum Experiment erklärt, dass die Höhe des Betrages, den sie im Laufe des Experimentes verdienen, von ihrer eigenen Entscheidung (Wahl von Frei20 oder Zwang20) und der Reaktion eines real existierenden Gegenübers auf diese Entscheidung (im Rahmen einer Folgestudie) abhängt.

Diese Auszahlungsregelung wird umgesetzt, indem die Entscheidungen der Versuchspersonen in Studie 3, in der die Teilnehmer die Rolle des Prinzipals einnehmen, zu den Entscheidungen der Teilnehmer an Studie 4 (siehe unten: In Studie 4 übernehmen die Versuchspersonen die Rolle von Agenten) in Beziehung gesetzt werden. Konkret bedeutet dies, dass an jeden Teilnehmer an Studie 3 ein Betrag überwiesen wird, welcher der Höhe des mittleren Abgabebetrages eines zufällig ausgewählten Teilnehmers an Studie

4 entspricht - natürlich mit Entsprechung der Optionen Frei20 oder Zwang20. Wenn ein Teilnehmer an Studie 3 sich also zum Beispiel für Frei20 entscheidet, dann wird ihm so viel Geld ausgezahlt, wie ein zufällig gewählter Teilnehmer an Studie 4 in Reaktion auf Frei20 abgibt.

### **3.3.1.4 Variablen**

Es liegt eine Gruppierungsvariable vor: Die Versuchspersonen werden post-hoc in zwei Gruppen eingeteilt - Gruppe Zwang20 und Gruppe Frei20.

Im vom Autor dieser Arbeit konstruierten Fragebogen (s. Anhang C; S.302ff.) werden von den Versuchspersonen verschiedene Informationen in gebundenem oder freiem Antwortformat erfragt. Die Antworten werden als abhängige Variablen angesehen. Der Inhalt derjenigen Fragen, die für die Beantwortung der Forschungsfragen (s.u.) verwendet werden, wird im Zusammenhang mit den Hypothesen und Ergebnissen von Studie 3 aufgeführt.

### **3.3.2 Hypothesen, Datenanalysen und Ergebnisse**

Ausgehend von Forschungsfragen werden im Folgenden Hypothesen zu Studie 3 formuliert, die Datenanalysen zu ihrer Prüfung vorgenommen und die Forschungsergebnisse dargestellt.

#### **3.3.2.1 Forschungsfragen**

In welchen Merkmalen könnten sich Prinzipale, die das Gegenüber zur Abgabe von mindestens 20 Punkten zwingen, von jenen Prinzipalen unterscheiden, die auf diesen Zwang zur Mindestabgabe von 20 Punkten verzichten und dem Gegenüber stattdessen freie Wahl lassen?

Falk und Kosfeld (2006) schlussfolgern aus ihren Ergebnissen, dass es möglicherweise so etwas wie eine sich selbst erfüllende Prophezeiung des Vertrauens gibt: Vertrauen schenken und empfangenes Vertrauen belohnen könnten zwei sich gegenseitig bedingende Teile eines Kreislaufes zwischen sozialen Interaktionspartnern sein. Dieser Kreislauf des Vertrauens kommt zustande, weil vertrauende Personen mehr positive, optimistische Erwartungen an ihr Gegenüber haben als misstrauische Personen. Aus

diesem Grund nehmen Menschen, die Vertrauen schenken, das Risiko in Kauf, enttäuscht zu werden - weil sie überzeugt davon sind, dass es sich meist lohnt, dieses Risiko einzugehen. Sie vermuten also, dass ein Gegenüber höchstwahrscheinlich zu prosozialen Handlungen bereit ist.

Übertragen auf die im Prinzipal-Agent-Spiel vorliegende Spielsituation heißt dies, dass Vertrauende vom Gegenüber die freiwillige Abgabe eines Teils des Ausgangsguthabens erwarten sollten. Darüber hinaus könnte der Vertrauende davon ausgehen, dass der Interaktionspartner diese optimistische Erwartungshaltung erkennt, entgegengebrachtes Vertrauen als angenehmes soziales Signal empfindet und entsprechend belohnt.

Der Kreislauf schließt sich nach Falk und Kosfeld (2006) dann, wenn entgegengebrachtes Vertrauen eben jenes prosoziale Verhalten beim Empfänger des Vertrauens fördert, das der Vertrauende erwartet.

Der Autor der vorliegenden Arbeit vermutet darüber hinaus, dass sich Prinzipale, um sich zwischen Frei20 und Zwang20 zu entscheiden, in das Gegenüber hineinversetzen. Möglicherweise versuchen sie, die Empfindungen und Reaktionen des Anderen zu antizipieren, indem sie *ihre eigenen* Empfindungen und Reaktionen, wenn sie Frei20 oder Zwang20 erleben würden, auf das Gegenüber übertragen. Kurz: Sie entscheiden sich für Vertrauen oder Misstrauen je nachdem, wie *sie selbst* in der Rolle des Gegenübers auf Vertrauen oder Misstrauen reagieren würden.

Die sich aus diesen Annahmen ergebenden Forschungsfragen hinsichtlich vertrauender und misstrauischer Prinzipale lauten:

### ***Forschungsfrage 1***

Haben Versuchspersonen, die sich für Option Frei20 entscheiden (Personen in *Gruppe Frei20*), *positivere Erwartungen* an Menschen im Allgemeinen und an ihr Gegenüber im Besonderen als Versuchspersonen, die Option Zwang20 wählen (Personen in *Gruppe Zwang20*)?

**Forschungsfrage 2**

Haben Versuchspersonen in Gruppe Frei20 im Vergleich zu Versuchspersonen der Gruppe Zwang20 eine stärkere Erwartung dahingehend, dass das Gegenüber die Option Frei20 als *angenehm* bzw. Zeichen von *Vertrauen* und die Option Zwang20 als *unangenehm* bzw. Zeichen von *Misstrauen* empfindet?

**Forschungsfrage 3**

Gibt es Anzeichen dafür, dass sich Versuchspersonen in das Gegenüber hineinversetzen, um sich zwischen Option Frei20 und Option Zwang20 zu entscheiden? Und wenn ja, schließen sie dabei von den *eigenen* Empfindungen, Gedanken und Reaktionen - wenn sie in der Rolle des Gegenübers wären und Frei20 und Zwang20 erleben würden - auf die Empfindungen, Gedanken und Reaktionen des Anderen?

Hinsichtlich der Persönlichkeitseigenschaften der Versuchspersonen wird zusätzlich folgende Forschungsfrage gestellt:

**Forschungsfrage 4**

Zeigen Versuchspersonen, die sich für Option Frei20 entscheiden, ein höheres Maß an Empathiefähigkeit als Versuchspersonen, die sich für Option Zwang20 entscheiden?

**3.3.2.2 Äußerungen in freiem Antwortformat**

Die Versuchspersonen erhalten die Aufforderungen *“Beschreiben Sie den wichtigsten Grund, warum Sie sich von den beiden Wahloptionen gerade die von Ihnen gewählte ausgesucht haben!”* und *“Als was für ein Signal könnte Ihr Gegenüber Ihre Entscheidung interpretieren?”*. Sie äußern sich dazu in freiem Antwortformat. Der Wortlaut der Antworten wird in Anhang D (S.321ff.) wiedergegeben.

Eine Analyse der Äußerungen in freiem Antwortformat beantwortet die oben formulierten Forschungsfragen:

Probanden, die sich für Frei20 entscheiden, begründen ihre Entscheidung damit, dass sie sich in den Anderen hineinversetzen und erwarten, dass das Gegenüber diese Entscheidung als sympathisch, angenehm und vertrauensvoll empfindet. Diese Teilnehmer vermuten, dass der Andere auf das entgegengebrachte Vertrauen positiv reagiert. Personen

in Gruppe Frei20 drücken außerdem aus, dass das Gegenüber einen Zwang zur Mindestabgabe vermutlich als Misstrauen und unangenehm erleben würde und dass dies wahrscheinlich negative Reaktionen hervorruft.

Probanden, die sich für Zwang20 entscheiden, nennen hingegen als Grund für ihre Wahl vor allem, dass sie sich einen Gewinn sichern möchten. Sie erwarten, dass andere Menschen meist egoistisch und auf den eigenen Vorteil bedacht sind. Diese Personen entscheiden sich für den Zwang zur Mindestabgabe von 20 Punkten, obwohl sie annehmen, dass das Gegenüber ihre Entscheidung als ein Signal der Habgier, des Misstrauens oder des Egoismus wahrnehmen wird.

### **3.3.2.3 Beantwortung von Forschungsfrage 1** *(Positive Erwartungen an das Gegenüber)*

Im Folgenden werden die Tests zur Beantwortung von Forschungsfrage 1 (*Haben Versuchspersonen, die sich für Option Frei20 entscheiden, positivere Erwartungen an Menschen im Allgemeinen und speziell an ihr Gegenüber im Prinzipal-Agent-Spiel als Versuchspersonen, die Option Zwang20 wählen?*) vorgestellt.

#### **Hypothese zur Erwartung einer Versuchsperson, ob andere Menschen oft zum Teilen bereit sind oder nicht**

Den Versuchspersonen wird die Frage gestellt *“Wie häufig sind Ihrer Meinung nach Menschen im Allgemeinen bereit, mit Anderen zu teilen?“*. Die Antwort darauf hat dichotomes Format: Durch Ankreuzen wählen die Probanden entweder *“oft“* oder *“selten“* aus.

Die Hypothese, die sich an dieser Stelle aus Forschungsfrage 1 ableitet, lautet:

H<sub>0,I</sub>: Die Ausprägung der dichotomen Variable *bei Anderen erwartete Bereitschaft zu teilen* (Antwortformat *“oft“/“selten“*) ist in beiden Gruppen gleich verteilt.

H<sub>1,I</sub>: Der Anteil an Versuchspersonen, die erwarten, dass andere Menschen oft bereit sind mit Anderen zu teilen, ist in Gruppe Frei20 größer als in Gruppe Zwang20.

## Ergebnisse zur Erwartung einer Versuchsperson, ob andere Menschen oft zum Teilen bereit sind oder nicht

Abbildung 49 und Tabelle 23 präsentieren die deskriptive Statistik zu Hypothese H<sub>1</sub>.

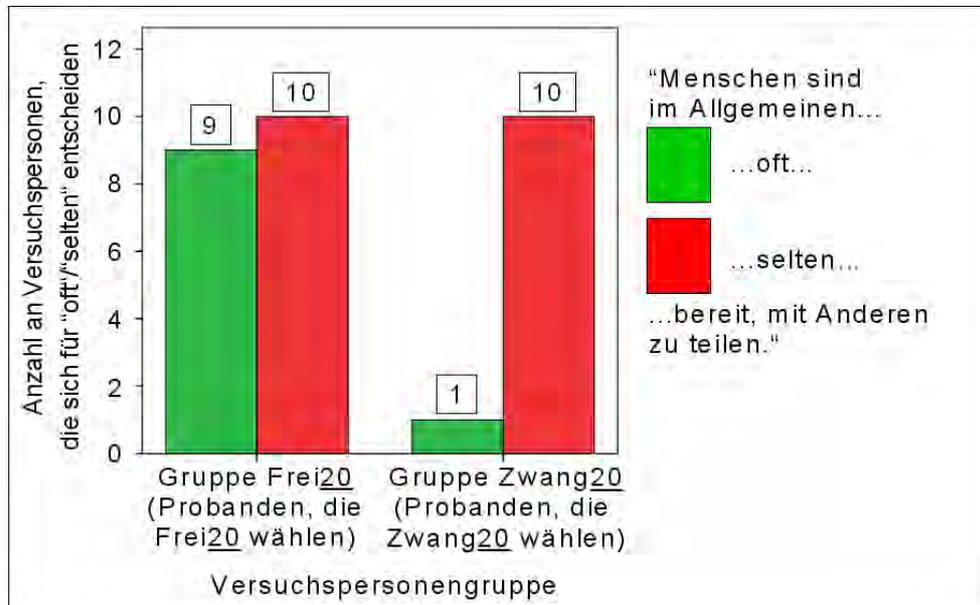


Abbildung 49. Erwartung der Versuchspersonen, wie häufig Menschen im Allgemeinen bereit sind, mit Anderen zu teilen.

Tabelle 23

Kreuztabelle zur Erwartung der Versuchspersonen, wie häufig Menschen im Allgemeinen bereit sind, mit Anderen zu teilen.

		Aussage: Menschen sind im Allgemeinen ...[s.u.] bereit, mit Anderen zu teilen.		
		...oft...	...selten...	Gesamt
Gruppe	Anzahl	9	10	19
	Gruppe <u>Frei20</u>	%	47,4%	52,6%
Gruppe	Anzahl	1	10	11
	Gruppe <u>Zwang20</u>	%	9,1%	90,9%
Gesamt	Anzahl	10	20	30
	%	33,3%	66,7%	100,0%

Durch eine Analyse der 2x2 Kreuztabelle kann per Chi<sup>2</sup>-Test oder über Fisher's exakten Test geprüft werden, ob die Verteilung einer dichotomen Variablen in zwei unabhängigen Stichproben verschieden ist (Diehl & Staufenbiel, 2007). Dieser Test ist daher identisch mit der Frage, ob zwischen der Gruppierungsvariablen und der dichotomen Variablen ein signifikanter Zusammenhang besteht. Die Ergebnisse dieser Tests werden in Tabelle 24 dargestellt.

Tabelle 24

*Analyse der 2x2 Kreuztabelle zur Frage, ob sich Gruppe Frei20 und Zwang20 in ihrer Erwartung hinsichtlich der Bereitschaft von Menschen, mit Anderen zu Teilen, unterscheiden: Chi<sup>2</sup>-Test und Fisher's exakter Test.*

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	4,593	1	,032		
Exakter Test nach Fisher				,049	,037

*Anmerkung.* df = degrees of freedom.

Von den Versuchspersonen, die Frei20 wählen, erwarten 47,4 % (n=9), dass Menschen im Allgemeinen oft dazu bereit sind mit Anderen zu teilen. 52,6% (n=10) dieser Gruppe erwarten, dass Menschen selten bereit sind, mit Anderen zu teilen. Dagegen erwarten 90,9% (n=10) der Versuchspersonen, die sich für Zwang20 entscheiden, dass Menschen selten bereit sind, mit Anderen zu teilen. Sowohl der Chi<sup>2</sup>-Test nach Pearson als auch Fisher's exakter Test ergeben, dass sich bei den Versuchspersonen der Zusammenhang zwischen der Entscheidung für Frei20 oder Zwang20 und der bei Menschen im Allgemeinen erwarteten Bereitschaft zu teilen bei einem Signifikanzniveau von p=0,05 als signifikant erweist. Hypothese H<sub>1,I</sub> wird daher angenommen:

- **Unter den Personen, die sich für die Option Frei20 entscheiden, ist der Anteil an Versuchspersonen, die positive Erwartungen an andere Menschen haben, größer als in der Gruppe der Personen, die sich für Zwang20 entscheiden.**

### Hypothese zur Erwartung einer Versuchsperson, wie viel ihr Gegenüber in Reaktion auf Frei20 und Zwang20 abgeben wird

Den Versuchspersonen werden zwei Fragen gestellt: “*Wie viel, vermuten Sie, würde Ihnen Ihr Gegenüber abgeben, wenn Sie ihm die freie Wahl lassen?*“ und “*Wie viel, vermuten Sie, würde Ihnen Ihr Gegenüber abgeben, wenn Sie es zwingen, mindestens 20 Punkte abzugeben?*“. Zur Antwort auf diese Fragen geben die Versuchspersonen jeweils einen Punktbetrag an.

Die Hypothese, die sich an dieser Stelle aus Forschungsfrage 1 ableitet, beschreibt eine Interaktion zwischen Gruppierungsvariablen und Höhe der erwarteten Abgabe in Reaktion auf die beiden Optionen: Versuchspersonen, die sich für Frei20 entscheiden, sollten vom Gegenüber in Reaktion auf Frei20 eine *höhere* Abgabe als bei Zwang20 erwarten, während Versuchspersonen, die sich für Zwang20 entscheiden, vom Gegenüber in Reaktion auf Frei20 eine *niedrigere* Abgabe erwarten als bei Zwang20.

$H_{0,II}$ : Die oben beschriebene Interaktion zwischen Gruppierungsvariable (Gruppe Frei20 / Gruppe Zwang20) und vom Gegenüber erwarteter Höhe der Abgabe (in Reaktion auf Frei20 / Zwang20) ist nicht statistisch bedeutsam.

$H_{1,II}$ : Die oben beschriebene Interaktion zwischen Gruppierungsvariable (Gruppe Frei20 / Gruppe Zwang20) und vom Gegenüber erwarteter Höhe der Abgabe (in Reaktion auf Frei20 / Zwang20) ist signifikant.

### Ergebnisse zur Erwartung einer Versuchsperson, wie viel ihr Gegenüber in Reaktion auf Frei20 und Zwang20 abgeben wird

Tabelle 25 und Abbildung 50 bilden die deskriptive Statistik zu Hypothese  $H_{II}$  ab.

Tabelle 25

Deskriptive Statistik zu den vom Gegenüber erwarteten Abgabehöhen in Reaktion auf Frei20 und Zwang20.

Gruppe	vom Gegenüber erwarteter Abgabebetrag in Reaktion auf...			
	... <u>Frei20</u>		... <u>Zwang20</u>	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Gruppe <u>Frei20</u>	35,42	10,543	22,63	6,318
Gruppe <u>Zwang20</u>	12,82	13,688	23	6,856

Anmerkung. *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung.

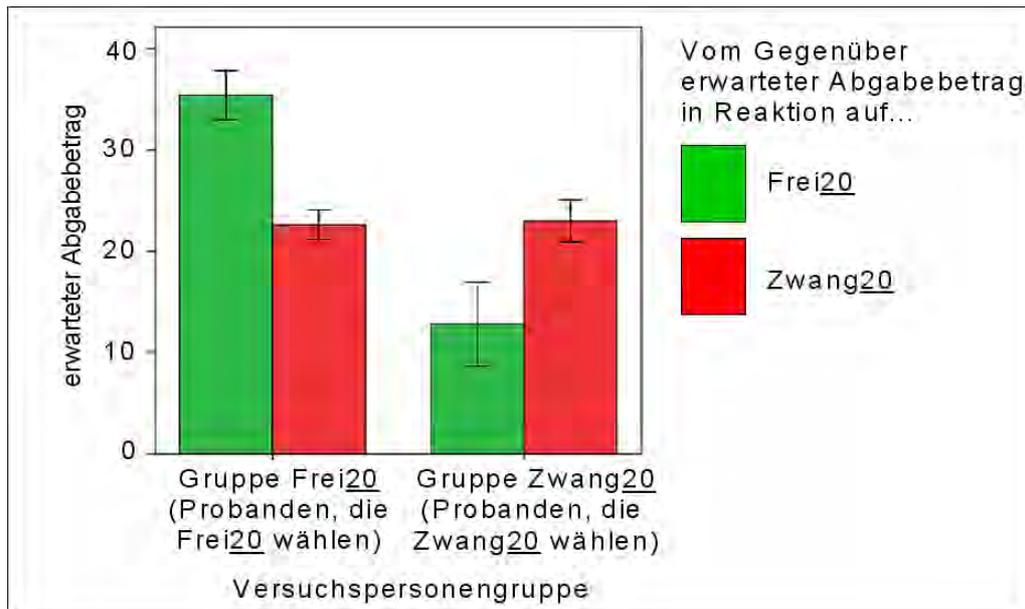


Abbildung 50. Erwartung der Versuchspersonen bezüglich der Höhe des Abgabebetrages, der vom Gegenüber in Reaktion auf Frei20 und Zwang20 abgegeben wird. Fehlerbalken: +/- 1 Standardfehler.

Für die inferenzstatistische Analyse zu Hypothese  $H_{II}$  wird in einer einfaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung (Faktor *sozialer Einfluss* mit den zwei Stufen Frei20 und Zwang20) der Interaktionseffekt geprüft (s. Tabelle 26).

Tabelle 26

*Varianzanalytische Prüfung der Interaktion zwischen Gruppierungsfaktor und Faktor 'Sozialer Einfluss' bei der vom Gegenüber erwarteten Abgabehöhe. Allgemeines Lineares Modell: Innersubjekteffekte einer Varianzanalyse mit Messwiederholung.*

Innersubjekteffekt	$F$	$p$	$\eta^2$
Interaktion: Sozialer Einfluss * Versuchspersonengruppe	46,059	0,000	0,622

*Anmerkungen.* Dargestellt ist der  $F$ -Wert, die Signifikanz  $p$  und das partielle Eta-Quadrat ( $\eta^2$ ). Die Freiheitsgrade des  $F$ -Tests werden durch Huynh-Feldt Epsilon adjustiert.

Bei  $\alpha = 0,05$  erweist sich der Interaktionseffekt *Sozialer Einfluss* \* *Versuchspersonengruppe* als statistisch bedeutsam. Hypothese  $H_{I,II}$  wird deshalb angenommen:

- **Versuchspersonen aus Gruppe Frei20 erwarten vom Gegenüber eine höhere Abgabe in Reaktion auf Frei20 als bei Zwang20, während Versuchspersonen aus Gruppe Zwang20 genau das Gegenteil erwarten - nämlich eine geringere Abgabe des Gegenübers in Reaktion auf Frei20 als bei Zwang20.**

In Betrachtung von Forschungsfrage 1 scheint auch der Haupteffekt der Versuchspersonengruppe interessant. Hierzu wird mit dem oben beschriebenen Modell der Zwischensubjekteffekt geprüft. Tabelle 27 veranschaulicht das Ergebnis dieser Analyse:

Tabelle 27

*Varianzanalytische Prüfung des Zwischensubjekteffektes der Gruppe (Gruppe Frei20 vs. Gruppe Zwang20) bei der vom Gegenüber erwarteten Abgabehöhe. Allgemeines Lineares Modell: Zwischensubjekteffekt einer Varianzanalyse mit Messwiederholung.*

Zwischensubjekteffekt	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
Versuchspersonengruppe (Gruppe <u>Frei20</u> vs. Gruppe <u>Zwang20</u> )	12,222	0,002	0,304

*Anmerkung.* Dargestellt ist der *F*-Wert, die Signifikanz *p* und das partielle Eta-Quadrat ( $\eta^2$ ).

- **Wie sich zeigt, erwarten die Versuchspersonen in Gruppe Frei20 von ihrem Gegenüber *grundsätzlich* eine statistisch bedeutsam höhere Abgabe im Vergleich zu den Versuchspersonen in Gruppe Zwang20 (unabhängig von der Option Frei20 oder Zwang20).**

### **Hypothese zur Erwartung einer Versuchsperson, wie sich ihr Gegenüber entscheiden würde, wenn die Rollen vertauscht wären**

Die Versuchspersonen sollen auf einer Skala von 1-5 (trifft gar nicht zu - trifft sehr gut zu) die folgende Aussage bewerten: *“Ich denke, mein Gegenüber würde mir die freie Wahl lassen, wenn die Rollen vertauscht wären“*.

Die Hypothese, die sich an dieser Stelle aus Forschungsfrage 1 ableitet, lautet:

$H_{0,III}$ : Zwischen den Gruppen besteht kein Unterschied hinsichtlich der Stärke der Erwartung, dass sich das Gegenüber für Frei20 entscheiden würde, wenn die Rollen vertauscht wären.

$H_{1,III}$ : Versuchspersonen in Gruppe Frei20 haben eine stärkere Erwartung als Versuchspersonen der Gruppe Zwang20 dahingehend, dass das Gegenüber sich für Frei20 entscheiden würde, wenn die Rollen vertauscht wären.

### Ergebnis zur Erwartung einer Versuchsperson, wie sich ihr Gegenüber entscheiden würde, wenn die Rollen vertauscht wären

Die deskriptive Statistik zur Prüfung von Hypothese  $H_{III}$  wird in Tabelle 28 dargeboten.

Tabelle 28

*Deskriptive Statistik zur Stärke der Erwartung "Ich denke, mein Gegenüber würde mir die freie Wahl lassen, wenn die Rollen vertauscht wären" (auf einer Skala von 1-5).*

Versuchspersonengruppe	$M$	$SD$
Gruppe <u>Frei20</u>	3,00	0,943
Gruppe <u>Zwang20</u>	1,82	0,603

*Anmerkungen.*  $M$  = Mittelwert;  $SD$  = Standardabweichung.

Hypothese  $H_{III}$  wird anhand eines  $t$ -Tests für unabhängige Stichproben geprüft (Tabelle 29). Der Levene-Test bestätigt die Varianzenhomogenität. Bei  $\alpha = 0,05$  bestätigt sich Hypothese  $H_{1,III}$ :

- **Beide Versuchspersonengruppen unterscheiden sich signifikant hinsichtlich der Stärke der Erwartung, dass ihnen das Gegenüber freie Wahl lassen würde, wenn die Rollen vertauscht wären: Probanden, die sich für Frei20 entscheiden, vertreten diese Erwartung stärker als Personen, die sich für Zwang20 entscheiden.**

Tabelle 29

*t-Test bei unabhängigen Stichproben zur Prüfung, ob sich die Versuchspersonengruppen (Gruppe Frei20 vs. Gruppe Zwang20) hinsichtlich der Stärke der Erwartung unterscheiden, dass das Gegenüber bei vertauschten Rollen Frei20 wählen würde.*

$t$ -Test für die Mittelwertgleichheit		
$T$	df	Signifikanz
3,725	28	0,001

*Anmerkung.* Dargestellt ist der  $T$ -Wert, die Freiheitsgrade (df) und die Signifikanz.

### 3.3.2.4 Beantwortung von Forschungsfrage 2 (*Erwartungen hinsichtlich angenehmer Empfindungen von Vertrauen beim Gegenüber*)

Es folgen die Ergebnisanalysen zur Beantwortung von Forschungsfrage 2 (*Haben Versuchspersonen aus Gruppe Frei20 im Vergleich zu Versuchspersonen der Gruppe Zwang20 eine stärkere Erwartung dahingehend, dass das Gegenüber die Option Frei20 als angenehm/vertrauensvoll und die Option Zwang20 als unangenehm/misstrauisch empfindet?*).

**Hypothese zur Stärke der Erwartung einer Versuchsperson, dass das Gegenüber Frei20 als angenehm/vertrauensvoll und Zwang20 als unangenehm/misstrauisch wahrnehmen wird**

Die Versuchspersonen sollen auf einer Skala von 1-5 (trifft gar nicht zu - trifft sehr gut zu) die folgenden Aussagen bewerten:

“*Mein Gegenüber wird es als **angenehm** empfinden, wenn ich ihm die freie Wahl lasse.*“

“*Mein Gegenüber wird es als **Zeichen von Vertrauen** empfinden, wenn ich ihm die freie Wahl lasse.*“

“*Mein Gegenüber wird es als **unangenehm** empfinden, wenn ich es zur Abgabe von mindestens 20 Punkten zwinge.*“

“*Mein Gegenüber wird es als **Zeichen von Misstrauen** empfinden, wenn ich es zur Abgabe von mindestens 20 Punkten zwinge.*“

Forschungsfrage 2 wird in die folgende Hypothese umgesetzt: Versuchspersonen, die sich für Frei20 entscheiden, haben im Vergleich zu Probanden, die sich für Zwang20 entscheiden, eine *stärkere* Erwartung dahingehend, dass ihr Gegenüber Frei20 als angenehm/Zeichen von Vertrauen empfinden wird und Zwang20 als unangenehm/Zeichen von Misstrauen:

$H_{0,IV}$ : Zwischen den Gruppen besteht kein Unterschied hinsichtlich der Stärke der Erwartung der oben beschriebenen Empfindungen beim Gegenüber.

$H_{1,IV}$ : Versuchspersonen in Gruppe Frei20 haben eine *stärkere* Erwartung als Versuchspersonen der Gruppe Zwang20 dahingehend, dass Frei20 vom Gegenüber als angenehm bzw. Zeichen von Vertrauen empfunden wird und Zwang20 als unangenehm bzw. Zeichen von Misstrauen.

**Ergebnisse zur Stärke der Erwartung einer Versuchsperson, dass das Gegenüber Frei20 als angenehm/vertrauensvoll und Zwang20 als unangenehm/misstrauisch wahrnehmen wird**

Die deskriptive Statistik zur Prüfung von Hypothese  $H_{IV}$  wird in Abbildung 51 und Tabelle 30 dargeboten.

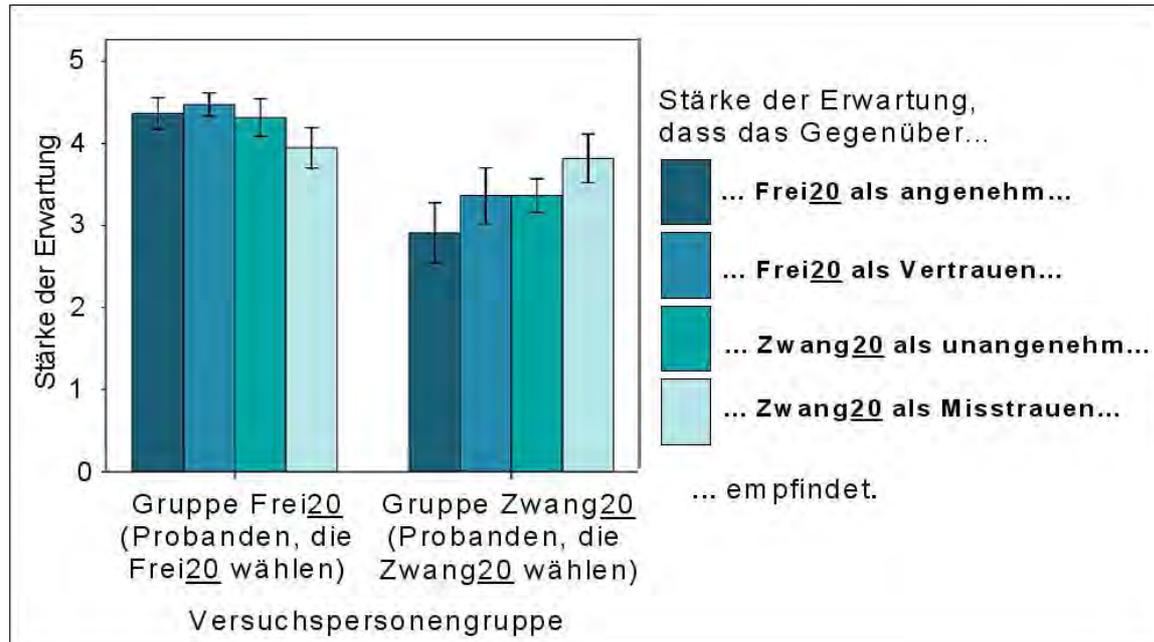


Abbildung 51. Stärke der Erwartung hinsichtlich der Empfindungen des Gegenübers.  
Fehlerbalken: +/- 1 Standardfehler.

Tabelle 30

Deskriptive Statistik zur Stärke der Erwartung der Empfindungen des Gegenübers in Reaktion auf Frei20 und Zwang20.

Versuchspersonengruppe	Stärke der Erwartung der Empfindung von...							
	... <u>Frei20</u> als angenehm.		... <u>Frei20</u> als Vertrauen.		... <u>Zwang20</u> als unangenehm.		... <u>Zwang20</u> als Misstrauen.	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Gruppe <u>Frei20</u>	4,37	,831	4,47	,612	4,32	1,0	3,95	1,08
Gruppe <u>Zwang20</u>	2,91	1,221	3,36	1,12	3,36	,674	3,82	0,982

Anmerkungen. *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung.

Ob sich die Gruppe Frei20 und die Gruppe Zwang20 hinsichtlich der Stärke der Erwartung emotionaler Empfindungen beim Gegenüber unterscheiden, wird im allgemeinen linearen Modell durch eine multivariate Varianzanalyse mit dem festem Faktor Versuchspersonengruppe getestet. Diese prüft, ob der Gruppierungsfaktor einen signifikanten Einfluss auf die Mittelwerte einer Gruppe von mehreren abhängigen Variablen ausübt. Statt für jede abhängige Variable einzeln eine Varianzanalyse durchzuführen, wird in der multivariaten Analyse der Effekt auf alle abhängigen Variablen simultan überprüft. Tabelle 31 zeigt das Ergebnis dieser multivariaten Varianzanalyse.

Tabelle 31

*Multivariate Varianzanalyse zum Vergleich von Gruppe Frei20 und Gruppe Zwang20 hinsichtlich der Stärke der Erwartung der Empfindung von Frei20 als angenehm/Zeichen von Vertrauen und Zwang20 als unangenehm/Zeichen von Misstrauen beim Gegenüber.*

Effekt der Gruppe	$F$	$p$	$\eta^2$
Hotelling-Spur	7,733	0,000	0,553

*Anmerkung.* Dargestellt ist der  $F$ -Wert, die Signifikanz  $p$  und das partielle Eta-Quadrat ( $\eta^2$ ).

In der multivariaten Varianzanalyse zeigt sich ein signifikanter Effekt für Unterschiede zwischen den Gruppen auf dem Signifikanzniveau  $\alpha = 0,05$ . Hypothese  $H_{1,IV}$  wird deshalb angenommen:

- **Die Gruppe der Probanden, die sich für Frei20 entscheidet, hat stärkere Erwartungen dahingehend, dass das Gegenüber Frei20 als angenehm bzw. Zeichen von Vertrauen empfindet und Zwang20 als unangenehm bzw. Zeichen von Misstrauen als die Gruppe der Probanden, die sich für Zwang20 entscheidet.**

Weiterhin sollen Einzelvergleiche mit  $t$ -Tests für unabhängige Stichproben konkret prüfen, in welchen der Variablen sich die beiden Gruppen wie stark unterscheiden. Die Ergebnisse dieser Einzelvergleiche stellt Tabelle 32 dar. Die einzelnen univariaten Signifikanztests für jede der abhängigen Variablen zeigen (bei einem Signifikanzniveau  $\alpha = 0,05$ ):

- **Versuchspersonen, die Frei20 wählen, erwarten stärker als Versuchspersonen, die Zwang20 wählen, dass das Gegenüber Frei20 als angenehm und Zeichen von Vertrauen empfindet. Gleichfalls haben Versuchspersonen, die Frei20 wählen, eine stärkere Erwartung dahingehend, dass das Gegenüber Zwang20 als unangenehm empfindet. Nur in Bezug auf die Stärke der Erwartung der Empfindung von Zwang20 als Zeichen von Misstrauen gleichen sich die beiden Versuchspersonengruppen.**

Tabelle 32

*Univariate Einzelvergleiche (Gruppe Frei20 vs. Gruppe Zwang20) der Stärke der Erwartung dahingehend, dass das Gegenüber Frei20 als angenehm/Zeichen von Vertrauen und Zwang20 als unangenehm/Zeichen von Misstrauen empfindet.*

Zwischensubjekteffekte	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
Gegenüber empfindet <u>Frei20</u> als angenehm	15,200	0,001	0,352
Gegenüber empfindet <u>Frei20</u> als Zeichen von Vertrauen	12,465	0,001	0,308
Gegenüber empfindet <u>Zwang20</u> als unangenehm	7,808	0,009	0,218
Gegenüber empfindet <u>Zwang20</u> als Zeichen von Misstrauen	0,106	0,747	0,004

*Anmerkung.* Dargestellt ist der *F*-Wert, die Signifikanz *p* und das partielle Eta-Quadrat ( $\eta^2$ ).

### 3.3.2.5 Beantwortung von Forschungsfrage 3 (*Schließen von sich selbst auf das Gegenüber*)

Im Weiteren werden die Analysen und Ergebnisse aufgeführt, die der Beantwortung von Forschungsfrage 3 dienen (Forschungsfrage 3: *Gibt es Anzeichen dafür, dass sich Versuchspersonen in das Gegenüber hineinversetzen, um sich zwischen Frei20 und Zwang20 zu entscheiden? Und wenn ja, schließen sie dabei von den eigenen Empfindungen, Gedanken und Reaktionen - wenn sie in der Rolle des Gegenübers wären und Frei20 und Zwang20 erleben würden - auf die Empfindungen, Gedanken und Reaktionen des Anderen?*).

**Prüfung eines möglichen Zusammenhanges zwischen eigenen Empfindungen und Reaktionen auf Zwang20 und Frei20 (wenn die Rollen vertauscht wären) und den beim Gegenüber erwarteten Empfindungen und Reaktionen anhand der Formulierungen in freiem Antwortformat**

Im Antwortbogen werden die Versuchspersonen gebeten, zu den folgenden Fragen in freiem Antwortformat Stellung zu nehmen:

*“Wie würden Sie es empfinden, wenn sie in der Rolle des Gegenübers wären und man Ihnen freie Wahl ließe?“*

*“Wie würden Sie es empfinden, wenn sie in der Rolle des Gegenübers wären und man Sie zur Mindestabgabe von 20 Punkten zwingen würde?“*

*“Was, glauben Sie, würde Ihr Gegenüber vermutlich empfinden, wenn Sie ihm freie Wahl lassen?“*

*“Was, glauben Sie, würde Ihr Gegenüber vermutlich empfinden, wenn Sie es zur Mindestabgabe von 20 Punkten zwingen?“*

Im Anhang D (S.321ff.) wird der Wortlaut der Antworten der Versuchspersonen auf diese Fragen wiedergegeben. Bei einer Betrachtung der Formulierungen wird deutlich:

- **Bei Gruppe Frei20 gibt es deutliche Parallelen zwischen den Beschreibungen der eigenen Gefühle (wenn man in der Rolle des Gegenübers wäre) und der beim Gegenüber vermuteten Empfindungen, sowohl in Bezug auf das Erleben von Frei20 als auch auf das Erleben von Zwang20. Diese Übereinstimmungen zeigen sich jedoch deutlich weniger in der Versuchspersonengruppe, die ihr Gegenüber zur Abgabe von mindestens 20 Punkten zwingt.**

**Hypothese bezüglich eines Zusammenhanges (über alle Versuchspersonen hinweg) zwischen der eigenen Reaktion auf Frei20 und Zwang20 (Höhe der Abgabe, wenn man in der Rolle des Gegenübers wäre) und der vom Gegenüber erwarteten Abgabe**

Die Versuchspersonen sollen in dem Antwortfragebogen angeben, wie viele Punkte sie selbst in Reaktion auf Frei20 und Zwang20 abgeben würden, wenn die Rollen im Spiel vertauscht wären.

An dieser Stelle ergibt sich aus Forschungsfrage 3 die Hypothese, dass die Höhe des Betrages, den eine Versuchsperson selbst abgeben würde (wenn sie in der Rolle des

Gegenübers wäre), eng mit der Höhe des Betrages zusammenhängt, den sie vom Gegenüber erwartet:

$H_{0,V}$ : Es zeigt sich kein Zusammenhang zwischen dem Betrag, den eine Versuchsperson selbst in Reaktion auf Frei20 und Zwang20 abgeben würde (wenn die Rollen vertauscht wären) und dem vom Gegenüber erwarteten Betrag in diesen Situationen.

$H_{1,V}$ : Es zeigt sich ein Zusammenhang zwischen dem Betrag, den eine Versuchsperson selbst in Reaktion auf Frei20 und Zwang20 abgeben würde (wenn die Rollen vertauscht wären) und dem vom Gegenüber erwarteten Betrag in der folgenden Beziehung: Je mehr eine Versuchsperson selbst in Reaktion auf Frei20 abgeben würde, desto mehr erwartet sie auch vom Gegenüber in Reaktion auf Frei20. Je weniger eine Versuchsperson selbst in Reaktion auf Zwang20 abgeben würde, desto weniger erwartet sie auch vom Gegenüber in Reaktion auf Zwang20.

**Ergebnisse bezüglich eines Zusammenhanges (über alle Versuchspersonen hinweg) zwischen der eigenen Reaktion auf Frei20 und Zwang20 (Höhe der Abgabe wenn man in der Rolle des Gegenübers wäre) und der vom Gegenüber erwarteten Abgabe**

Hypothese  $H_V$  wird anhand von Pearson-Produkt-Moment Korrelationen geprüft.

Tabelle 33 stellt die beiden Korrelationen dar.

Tabelle 33

*Produkt-Moment Korrelationen nach Pearson zum Zusammenhang zwischen der Höhe der eigenen Abgabe, wenn die Rollen vertauscht wären und der vom Gegenüber erwarteten Abgabehöhe.*

Höhe der Abgabe, die eine Versuchsperson selbst tätigen würde (wenn die Rollen vertauscht wären) in Reaktion auf...		
Höhe der Abgabe, die eine Versuchsperson vom Gegenüber erwartet in Reaktion auf...	... <u>Frei20</u>	<u>Zwang20</u>
... <u>Frei20</u>	<b><math>r = 0,612</math></b>	
... <u>Zwang20</u>		<b><math>r = 0,732</math></b>

*Anmerkung.*  $r$  = Korrelationskoeffizient. Fett-gedruckte Korrelationen sind auf dem Niveau von 0,01 signifikant.

Bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  sind beide Korrelationen statistisch bedeutsam. Hypothese  $H_{1,V}$  wird bestätigt:

- **Je mehr eine Versuchsperson selbst in Reaktion auf Frei20 abgeben würde, desto höher ist die Abgabe, die sie von ihrem Gegenüber erwartet. Gleichfalls gilt, dass eine Versuchsperson in Reaktion auf Zwang20 umso weniger vom Gegenüber erwartet, je weniger sie selbst in Reaktion auf diese Bedingung abgeben würde.**

**Hypothese bezüglich eines Zusammenhanges (über alle Versuchspersonen hinweg) zwischen der Stärke der eigenen Empfindungen der Versuchsperson in Reaktion auf Frei20 und Zwang20 (wenn die Rollen vertauscht wären) und der Stärke der Erwartung der Empfindungen beim Gegenüber**

Die Versuchspersonen bestimmen im Antwortfragebogen auf einer Skala von 1-5 (trifft gar nicht zu - trifft sehr gut zu), wie stark sie selbst Frei20 als angenehm bzw. Zeichen von Vertrauen empfinden würden und Zwang20 als unangenehm bzw. Zeichen von Misstrauen, wenn die Rollen im Spiel vertauscht wären.

Hierbei ergibt sich aus Forschungsfrage 3 die Hypothese, dass die Stärke der Empfindungen, die eine Versuchsperson für sich selbst angibt, eng mit der Stärke der Erwartung von Empfindungen beim Gegenüber zusammenhängen sollte.

$H_{0,VI}$ : Es zeigt sich kein Zusammenhang zwischen der Stärke der Empfindungen, die eine Versuchsperson für sich selbst in Reaktion auf Frei20/Zwang20 annimmt (wenn die Rollen vertauscht wären) und der Stärke der Erwartung hinsichtlich der Empfindungen des Gegenübers.

$H_{1,VI}$ : Es zeigt sich ein Zusammenhang zwischen der Stärke der Empfindungen, die eine Versuchsperson für sich selbst in Reaktion auf Frei20/Zwang20 angibt und der Stärke der Erwartung hinsichtlich der Empfindungen des Gegenübers:

Je mehr eine Versuchspersonen selbst Frei20 als angenehm und Zeichen von Vertrauen empfinden würde (wenn die Rollen vertauscht wären), desto stärker erwartet sie diese Empfindungen beim Gegenüber. Je mehr eine Versuchsperson Zwang20 als unangenehm und Zeichen von Misstrauen empfinden würde, desto stärker erwartet sie dies auch vom Gegenüber.

**Ergebnis bezüglich eines Zusammenhanges (über alle Versuchspersonen hinweg) zwischen der Stärke der eigenen Empfindungen der Versuchsperson in Reaktion auf Frei20 und Zwang20 (wenn die Rollen vertauscht wären) und der Stärke der Erwartung der Empfindungen beim Gegenüber**

Die Prüfung des Zusammenhanges zwischen eigenen und vom Gegenüber erwarteten Empfindungen geschieht mit Hilfe von Pearson-Produkt-Moment-Korrelationen und wird in Tabelle 34 dargestellt.

Tabelle 34

*Pearson Produkt-Moment Korrelationen zwischen der Stärke der von der Versuchsperson selbst eingeschätzten Empfindung und der Stärke der Erwartung der Empfindung in Reaktion auf Frei20 und Zwang20 beim Gegenüber.*

Stärke der Erwartung der Empfindung beim Gegenüber	Stärke der eigenen Empfindung einer Versuchsperson (wenn die Rollen vertauscht wären):			
	... <u>Frei20</u> als angenehm	... <u>Frei20</u> als Vertrauen	... <u>Zwang20</u> als unangenehm	... <u>Zwang20</u> als Misstrauen
<u>Frei20</u> wirkt angenehm	$r = 0,252$			
<u>Frei20</u> wirkt als Vertrauen		<b><math>r = 0,799</math></b>		
<u>Zwang20</u> wirkt unangenehm			<b><math>r = 0,634</math></b>	
<u>Zwang20</u> wirkt als Misstrauen				<b><math>r = 0,751</math></b>

Anmerkung. Fett-gedruckte Korrelationen sind auf dem Niveau von  $\alpha = 0,01$  signifikant.

Drei der vier vermuteten Zusammenhänge stellen sich bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  als statistisch bedeutsam heraus:

- **Die Stärke der Erwartung dahingehend, dass das Gegenüber Frei20 als Zeichen von Vertrauen, Zwang20 als unangenehm und als Zeichen von Misstrauen empfinden wird, ist umso größer, je mehr eine Versuchsperson diese Empfindungen auch für sich selbst angibt (wenn die Rollen vertauscht wären). Lediglich bei der Empfindung von Frei20 als angenehm zeigt sich diese Beziehung nicht.**

### 3.3.2.6 Beantwortung von Forschungsfrage 4 (Zusammenhang zwischen Empathiefähigkeit und Entscheidung für Frei20 oder Zwang20)

#### Hypothese bezüglich eines Zusammenhangs zwischen der Empathiefähigkeit einer Versuchsperson und ihrer Wahl von Frei20 oder Zwang20

Forschungsfrage 4 schließlich bezieht sich auf den Zusammenhang zwischen der Empathiefähigkeit einer Versuchsperson und der Entscheidung für eine der beiden Optionen Frei20 oder Zwang20. Die Hypothesen zur Untersuchung dieser Forschungsfrage lauten:

$H_{0,VII}$ : Versuchspersonen, die Frei20 wählen, unterscheiden sich nicht hinsichtlich der Ausprägung der Empathiefähigkeit von Versuchspersonen, die Zwang20 wählen.

$H_{1,VII}$ : Versuchspersonen, die Frei20 wählen, weisen höhere Werte in Fantasie, Perspektivenübernahme und empathischer Anteilnahme auf als Versuchspersonen, die Zwang20 wählen.

#### Ergebnisse bezüglich eines Zusammenhangs zwischen der Empathiefähigkeit einer Versuchsperson und ihrer Wahl von Frei20 oder Zwang20

Abbildung 52 und Tabelle 35 zeigen die deskriptive Statistik zu Hypothese  $H_{VII}$ .

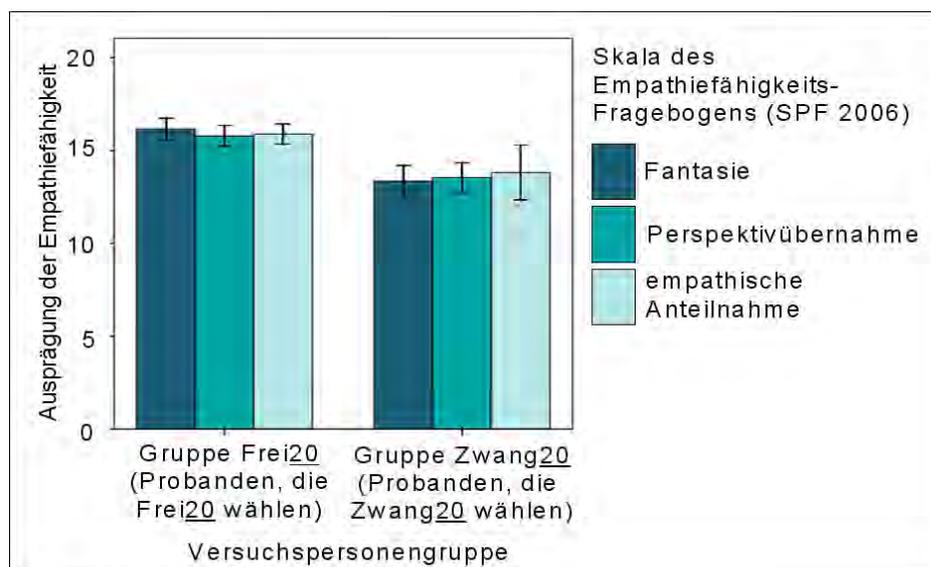


Abbildung 52. Ausprägung der Empathiefähigkeitsmaße in den Versuchspersonengruppen Frei20 und Zwang20.

Tabelle 35

Ausprägung der Empathiefähigkeitsmaße in Gruppe Frei20 und Gruppe Zwang20.

Gruppe		Fantasie	Perspektivenübernahme	empathische Anteilnahme
Gruppe <u>Frei20</u>	<i>M</i>	16,16	15,79	15,89
	<i>SD</i>	2,57	2,44	2,35
Gruppe <u>Zwang20</u>	<i>M</i>	13,36	13,55	13,82
	<i>SD</i>	2,73	2,62	4,92

Anmerkungen. *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung.

Um zu prüfen, ob sich Gruppe Frei20 und Gruppe Zwang20 in Bezug auf die Ausprägung der Empathiefähigkeitsmaße unterscheiden, wird mit dem Allgemeinen Linearen Modell eine multivariate Varianzanalyse mit dem festem Faktor Versuchspersonengruppe aufgestellt. Tabelle 36 zeigt das Ergebnis dieser multivariaten Varianzanalyse.

Tabelle 36

Multivariate Varianzanalyse zum Vergleich von Gruppe Frei20 und Gruppe Zwang20 hinsichtlich der Ausprägung der Empathiefähigkeitsmaße Fantasie, Perspektivenübernahme und Empathie.

Effekt der Gruppe	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
Hotelling-Spur	3,160	0,041	0,267

Anmerkung. Dargestellt ist der *F*-Wert, die Signifikanz *p* und das partielle Eta-Quadrat ( $\eta^2$ ).

In der multivariaten Varianzanalyse erweist sich der Unterschied zwischen den Versuchspersonengruppen als signifikant auf dem Niveau  $\alpha = 0,05$ . Hypothese  $H_{1,VII}$  wird deshalb angenommen:

- **Die Probanden in der Versuchspersonengruppe Frei20 weisen eine höhere Empathiefähigkeit auf als die Probanden der Gruppe Zwang20.**

Weiterhin sollen Einzelvergleiche für Tests der Zwischensubjekteffekte aufzeigen, in welchen der Variablen sich die beiden Gruppen konkret unterscheiden. Die Ergebnisse dieser Tests sind in Tabelle 37 dargestellt.

Tabelle 37

Univariate Einzelvergleiche (Gruppe Frei20 vs. Gruppe Zwang20) der Ausprägung der Empathiefähigkeitsmaße.

Zwischensubjekteffekte	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
Fantasie	7,889	0,009	0,220
Perspektivenübernahme	5,585	0,025	0,166
empathische Anteilnahme	2,464	0,128	0,081

Anmerkungen. Dargestellt ist der *F*-Wert, die Signifikanz *p* und das partielle Eta-Quadrat ( $\eta^2$ ).

Die einzelnen univariaten Signifikanztests für jede der abhängigen Variablen zeigen (bei einem Signifikanzniveau  $\alpha = 0,05$ ):

- **Versuchspersonen, die Frei20 wählen, haben eine höhere Ausprägung auf den Empathiefähigkeits-Skalen Fantasie und Perspektivenübernahme als Versuchspersonen, die Zwang20 wählen. In Bezug auf die Ausprägung der Skala empathische Anteilnahme jedoch gleichen sich die beiden Versuchspersonen-Gruppen.**

### 3.3.3 Zusammenfassung zu Studie 3

In Studie 3 nehmen Versuchspersonen die Rolle des Prinzipals ein und sollen entscheiden, ob sie ihr Gegenüber (den Agenten) zur Abgabe von mindestens 20 Punkten zwingen wollen oder nicht. Anhand dieser Entscheidung wird die Versuchspersonengruppe sodann in zwei Teilgruppen untergliedert: Eine Gruppe umfasst diejenigen Probanden, die den Agenten zur Abgabe von mindestens 20 Punkten zwingen möchten (*Gruppe Zwang20*) und eine zweite Gruppe schließt diejenigen Probanden ein, die dem Agenten freie Wahl hinsichtlich des Abgabebetrages lassen (*Gruppe Frei20*). Die Probanden beantworten einen ausführlichen Fragebogen zu ihren Beweggründen für die Entscheidung, ihren Empfindungen und Erwartungen an das Gegenüber sowie einen Persönlichkeitsfragebogen zur Erfassung der Empathiefähigkeit.

Beim Vergleich der beiden Gruppen wird deutlich, dass Personen in Gruppe Frei20 deutlich positivere Erwartungen an Menschen im Allgemeinen und das Gegenüber im Besonderen haben als Personen in Gruppe Zwang20: Sie nehmen häufiger an, dass Menschen oft bereit sind mit Anderen zu teilen, erwarten einen höheren Abgabebetrag von

ihrem Gegenüber und nehmen stärker an, dass ihr Gegenüber sich auch für Vertrauen entscheiden würde, wenn die Rollen im Spiel vertauscht wären. Ebenso haben die Mitglieder von Gruppe Frei20 stärkere Erwartungen an das Gegenüber dahingehend, dass eine Entscheidung für Frei20 als angenehm und vertrauensvoll wahrgenommen wird bzw. eine Entscheidung für Zwang20 als unangenehm und Zeichen von Misstrauen.

Darüber hinaus zeigt sich über alle Versuchspersonen hinweg, dass die Empfindungen und Abgabehöhen, die ein Proband von seinem Gegenüber erwartet, in engem Zusammenhang mit den eigenen Empfindungen und Abgabehöhen (wenn die Rollen im Spiel vertauscht wären) stehen - was die Interpretation nahe legt, dass Versuchspersonen von den eigenen Erwartungen und Einstellungen auf diejenigen ihres Gegenübers schließen.

Ausserdem ergeben sich Hinweise darauf, dass in der Gruppe der Versuchspersonen, die sich für Frei20 entscheiden, höhere Werte auf Skalen der Empathiefähigkeit vorliegen als in der Gruppe der Teilnehmer, die sich für Zwang20 entscheiden.

### **3.4 Studie 4: Agenten im Prinzipal-Agent-Spiel schlussfolgern aus einer Überzeugung des Prinzipals auf dessen Entscheidung**

Falk und Kosfeld (2006) formulieren die Idee, dass die Entscheidung des Prinzipals für eine der beiden Optionen, die vom Autor der vorliegenden Arbeit mit ZwangX oder FreiX bezeichnet werden, vom Agenten nicht nur als bloße Festlegung seines Handlungsspielraumes wahrgenommen wird, sondern darüber hinaus auch als Ausdruck von Überzeugungen und Erwartungen des Prinzipals:

Wenn sich der Prinzipal für Option FreiX entscheidet, so könnte der Agent daraus schlussfolgern, dass es sich um einen vertrauensvollen Prinzipal handelt, der die Überzeugung hat, dass Menschen im Allgemeinen prosozial eingestellt und bereit sind, mit Anderen zu teilen. Im Gegensatz dazu könnte ein Agent dann, wenn sich der Prinzipal für Option ZwangX entscheidet, schlussfolgern, dass es sich um einen misstrauischen Prinzipal handelt, der überzeugt davon ist, dass Menschen im Allgemeinen egoistisch eingestellt und nicht bereit sind, mit Anderen zu teilen.

In Studie 2 der vorliegenden Arbeit bestätigt sich die Existenz dieser Schlussfolgerungsprozesse: In den freien Äußerungen von Agenten nach dem Prinzipal-

Agent-Spiel, bei denen die Versuchspersonen in Worte fassen, was sie denken und empfinden, wenn sich der Prinzipal für Option FreiX oder Option ZwangX entscheidet, schließen viele Agenten aus der Wahl einer Option auf positive oder negative Erwartungen und Überzeugungen des Prinzipals.

In Studie 4 wird nunmehr versucht, einen weiteren Beleg für diesen Zusammenhang zwischen wahrgenommenen Überzeugungen des Prinzipals und seiner Entscheidung zu erbringen. Dazu werden Agenten gebeten, aus ihnen dargebotenen positiven oder negativen Überzeugungen des Prinzipals darauf zu schließen, ob sich der Prinzipal für Vertrauen (Option FreiX) oder Misstrauen (Option ZwangX) entscheiden wird. Es wird also geprüft, ob auch der umgekehrte Schlussfolgerungsprozess - von positiven oder negativen Überzeugungen auf die Entscheidung für Vertrauen bzw. Misstrauen - existiert.

Die Teilnehmer am Experiment der Studie 4 befinden sich in der Rolle des Agenten im Prinzipal-Agent-Spiel, in welchem sie einem - nicht an der Studie direkt beteiligten - Prinzipal 'gegenübertreten' (zur konkreten Umsetzung dieser Vorgehensweise s.u.). Deshalb entsprechen sich in der Beschreibung von Studie 4 die Begriffe *Agent* und *Versuchsperson*, während der *Prinzipal* auch als *Gegenüber* bezeichnet wird.

### **3.4.1 Methode**

Es folgen eine Schilderung des experimentellen Designs von Studie 4, Aussagen zu den Fragebögen sowie Informationen zur Durchführung des Experimentes und zu den Variablen.

#### **3.4.1.1 Experimentelles Design**

Das Experiment in Studie 4 baut auf dem Versuch von Studie 2 auf. Die Instruktionen, die eine Versuchsperson erhält (s. Anhang B; S.288ff.), ähneln daher den Instruktionen von Studie 2. Auch der zeitliche Ablauf eines Durchganges in 5 Phasen, das Spielen mit einem neuen Gegenüber in jedem Durchgang, die bildliche Darstellung, die technische Umsetzung und die Steuerung des Experimentes durch die Versuchsperson (u.a. die Bedienung des Schiebereglers) gestalten sich genau wie in Studie 2. Diese Details

werden in Kapitel 3.2.1.1 (S.108ff.) der vorliegenden Arbeit ausführlich geschildert und deshalb hier nicht erneut aufgeführt.

Im Folgenden werden lediglich die Erweiterungen und Veränderungen des experimentellen Paradigmas beschrieben.

### **Höhe des Mindestabgabebetrages X**

Während in Studie 2 drei verschiedene Höhen des Mindestabgabebetrages (X) verwendet werden, beträgt X in Studie 4 immer 20 Punkte. Diese Höhe wird ausgewählt, weil sich in Studie 2 zeigt, dass Agenten Frei20 am ausgeprägtesten als Vertrauen und Zwang20 am deutlichsten als Misstrauen wahrnehmen.

### **Information zur Überzeugung des Prinzipals und Vorhersage seiner Entscheidung**

Zwischen Phase 1 und Phase 2 eines Durchgangs (siehe die Übersicht zu den Phasen des Experimentes in Kapitel 3.2.1.1; S.108ff.) wird eine weitere Phase eingeschoben, in der die Versuchsperson eine Vorhersage treffen soll (Phase *Vorhersage*). Zur besseren Veranschaulichung wird im Folgenden Form und Inhalt dessen, was der Versuchsperson in diesen drei Phasen präsentiert wird und wie sie darauf reagieren kann, dargestellt (s. Abbildungen 53-55) :

#### ***Phase 1 : Information der Versuchsperson über die Optionen des Prinzipals***

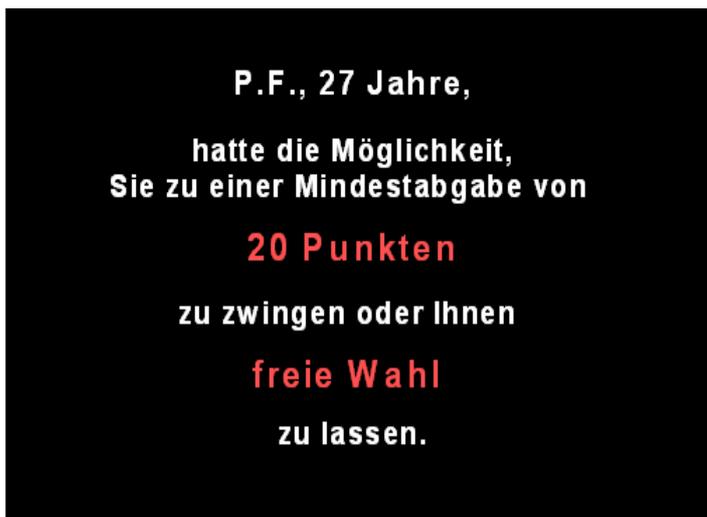


Abbildung 53. Phase 1 eines Durchganges (Beispiel).

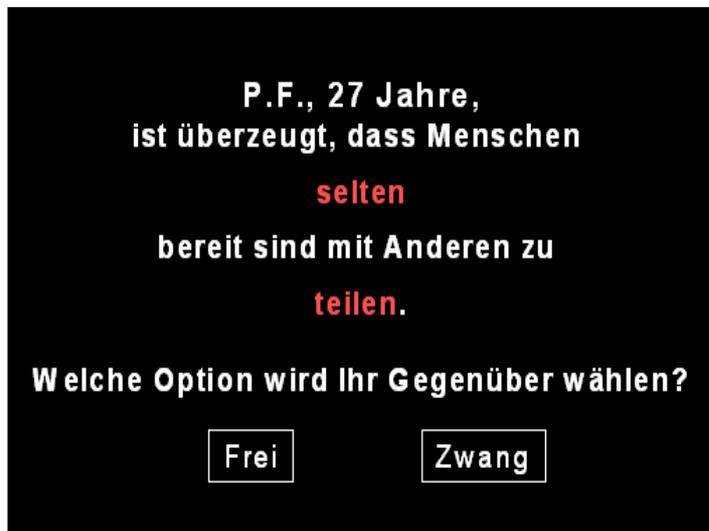
*Phase 'Vorhersage'*

Abbildung 54. Phase Vorhersage (Beispiel).

In der Phase *Vorhersage* wird der Versuchsperson eine Überzeugung des Gegenübers präsentiert (s. Abbildung 54). Die Versuchsperson soll aus dieser Information die Entscheidung des Prinzipals entweder für *Frei* (Option *Frei<sub>20</sub>*) oder für *Zwang* (Option *Zwang<sub>20</sub>*) vorhersagen. Sie gibt ihre Vorhersage durch die Betätigung der rechten oder linken Reaktionstaste an der Tastatur des Testcomputers an. Die Position der Kästchen mit den Worten *Frei* und *Zwang* ist in jedem Durchgang zufällig rechts oder links, um Reaktionstendenzen zu verhindern.

Die in Abbildung 54 zur Phase *Vorhersage* rot dargestellten Worte variieren in ihrem Inhalt: Das obere rot dargestellte Wort lautet entweder *selten* oder *oft*. Das untere rot dargestellte Wort lautet entweder *teilen* oder *lernen*. Diese beiden Begriffe wurden ausgewählt, weil beide eine soziale Handlung umschreiben. Während *Menschen teilen mit Anderen* eine Überzeugung ist, die stark mit der Entscheidung des Prinzipals für Vertrauen assoziiert sein sollte, wird angenommen, dass dies für *Menschen lernen mit Anderen* in weniger starkem Maße zutrifft.

Aus der Kombination dieser Variationen ergeben sich in Phase *Vorhersage* somit vier unterschiedliche Überzeugungen des Prinzipals, die dem Agenten in jeweils 10 Durchgängen zufällig verteilt dargeboten werden:

Das Gegenüber ist ...

- ... überzeugt, dass Menschen **selten** bereit sind, mit Anderen zu **teilen**.
- ... überzeugt, dass Menschen **oft** bereit sind, mit Anderen zu **teilen**.
- ... überzeugt, dass Menschen **selten** bereit sind, mit Anderen zu **lernen**.
- ... überzeugt, dass Menschen **oft** bereit sind, mit Anderen zu **lernen**.

Phase *Vorhersage* dauert so lang, bis die Versuchsperson durch Betätigung einer der beiden Reaktionstasten ihre Vorhersage tätigt.

***Phase 2: Information der Versuchsperson über die Entscheidung des Prinzipals***

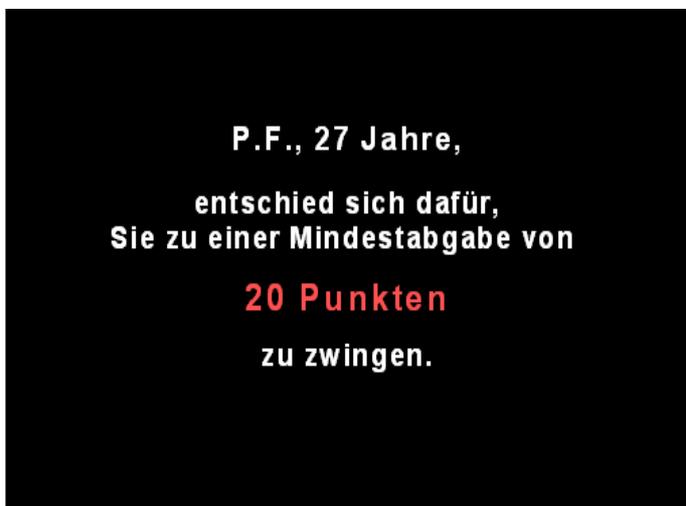


Abbildung 55. Phase 2 eines Durchganges (Beispiel)

In Phase 2 (s. Abbildung 55) wird der Versuchsperson die jeweilige Entscheidung des Prinzipals (Frei20 oder Zwang20) mitgeteilt.

Nach Phase 2 eines Durchganges laufen

- Phase 3: Entscheidung der Versuchsperson dahingehend, wie viele Punkte sie an ihr Gegenüber abgeben möchte,
- Phase 4: Verwendung des Schiebereglers zur Eingabe des Betrages und
- Phase 5: Feedback über die Gewinne beider Spieler in diesem Durchgang

in gleicher Weise ab, wie sie in der Schilderung des Experimentes von Studie 2 dargestellt werden (siehe Kapitel 3.2.1.1; S.108ff.).

Wie in Studie 2 werden die einzelnen Durchgänge als one-shot-games gespielt. Die Verteilung der in Phase *Vorhersage* präsentierten Überzeugungen und der in Phase 2 dargebotenen Entscheidungen der Prinzipale wird vom Experimentator bewusst beeinflusst: Die insgesamt 40 Durchgänge im Experiment sind so beschaffen, dass sich die verschiedenen Gegenüber in 20 Durchgängen für Frei20 und weiteren 20 Durchgängen für Zwang20 entscheiden.

Diese jeweils 20 Realisierungen von Frei20 und Zwang20 sind gleichmäßig über die oben beschriebenen vier Kombinationen der Inhalte der Überzeugung in Phase *Vorhersage* verteilt und zufällig angeordnet. Konkret bedeutet dies, dass auf jede der vier oben beschriebenen Überzeugungen an zufälliger Stelle im Lauf des Versuches fünfmal die Wahl des Gegenübers von Option Frei20 folgt und fünfmal die Wahl von Option Zwang20.

Nach dem Experiment wird die Versuchsperson über diese willkürliche Verteilung der Bedingungen im Experiment aufgeklärt. Sie wird darüber informiert, dass ihre Reaktionen nichtsdestotrotz verwendet werden, um die Höhe der Auszahlung an Kommilitonen aus dem gleichen Semesterstudiengang zu bestimmen, welche an einer vorangegangenen Studie (Studie 3) teilnahmen und in der Rolle des Prinzipal wählen konnten, ob sie sich für Frei20 oder Zwang20 entscheiden.

### **3.4.1.2 Fragebögen nach dem Experiment**

#### **Nachbefragungsbogen**

Vom Autor der vorliegenden Studie wurde ein Fragebogen entworfen (s. Anhang C; S.302ff.), in dem sich die Versuchsperson in freiem und gebundenem Antwortformat zu einer Reihe von Fragen äußert. Diese Äußerungen sollen zur Beantwortung verschiedener Forschungsfragen dienen. Die Inhalte des Fragebogens werden im Ergebnisteil zu Studie 4 in Verbindung mit den ihnen zugeordneten Hypothesen dargestellt.

#### **Persönlichkeitsfragebögen**

Weiterhin bearbeitet die Versuchsperson den Saarbrücker Persönlichkeitsfragebogen SPF (Paulus 1997) und den Fragebogen zur Messung der psychologischen Reaktanz (Merz 1983). Beide Fragebögen werden ausführlich in der

Darstellung von Studie 2 (Kapitel 3.2.1.2; S.125ff.) vorgestellt und befinden sich in Anhang C (S.302ff.).

### **3.4.1.3 Allgemeine Informationen zur Durchführung von Studie 4**

#### **Räumlichkeiten und Dauer der Untersuchung**

Das Experiment findet in einem separaten, ruhigen Testlabor der Abteilung für Medizinische Psychologie am Universitätsklinikum Bonn statt. Die gesamte Dauer einer Testsitzung, inklusive Begrüßung, Instruktion, Experiment und Nachbefragung dauert pro Teilnehmer 1,5 bis 2 Stunden.

#### **Versuchspersonen**

An Studie 4 nehmen 25 Versuchspersonen teil, davon 10 Frauen und 15 Männer. Das Durchschnittsalter beträgt 22,2 Jahre (Standardabweichung 2,21). Alle Probanden sind im Jahr 2008 Studenten des Studienganges Humanmedizin an der Universität Bonn. Keine Versuchsperson nahm an einer der anderen im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführten Studien teil.

#### **Entlohnung der Versuchspersonen**

Der Versuchspersonen wird in der Instruktion (s. Anhang B; S.288ff.) erklärt, dass sie in jedem Durchgang mit einem anderen Interaktionspartner spielt. Sie wird darüber informiert, dass sich dieses Gegenüber in einer vorangegangenen Befragung (Studie 3) zwischen den Optionen FreiX und ZwangX entscheiden sollte und außerdem seine Überzeugung hinsichtlich zweier menschlicher Eigenschaften angab: "Menschen sind im Allgemeinen bereit mit Anderen zu teilen" und "Menschen sind im Allgemeinen bereit mit Anderen zu lernen". Das Gegenüber tätigte diese Angaben jeweils mittels einer Wahl von 'oft' oder 'selten'.

Weiterhin erfährt der Proband, dass nach dem Experiment einer der im Laufe des Versuches absolvierten Durchgänge zufällig ausgewählt wird, um in die Realität umgesetzt - also ausgezahlt - zu werden. Die Bestimmung der Höhe des Gewinnes geschieht dabei nach der schon in den Studien 1-3 vorliegenden Auszahlungsregelung: Jeder Punkt, den die Versuchsperson (Agent) an ihr Gegenüber (Prinzipal) abgibt, verringert das Guthaben der Versuchsperson um einen Punkt (Gewinn Versuchsperson = 120 Punkte - x) und erhöht das Guthaben des Gegenübers um zwei Punkte (Gewinn

Gegenüber = 0 Punkte + 2x). Der von der Versuchsperson abgegebene Betrag wird also vom Experimentator verdoppelt und an das Gegenüber überwiesen.

### 3.4.1.4 Variablen

#### Unabhängige Variablen

Die Versuchsperson wird, ähnlich wie in Studie 2, vom Gegenüber entweder gezwungen, mindestens 20 Punkte abzugeben oder ihr wird vom Gegenüber freie Wahl dahingehend gelassen, wie viel sie an das Gegenüber abgibt. Dieser Faktor des Einflusses des Gegenübers auf die Versuchsperson wird als *Sozialer Einfluss* bezeichnet (mit den zwei Faktorstufen *Frei20* und *Zwang20*).

Weiterhin soll die Versuchsperson aus 4 unterschiedlichen Überzeugungen des Gegenübers vorhersagen, ob sich der Prinzipal für *Frei20* oder *Zwang20* entscheiden wird. Diese 4 Überzeugungen ergeben sich aus einer Kombination von 2 Faktoren mit jeweils 2 Faktorstufen: Faktor *Inhalt der Überzeugung* (Faktorstufen *teilen/lernen*) und Faktor *Valenz* (Faktorstufen *oft/selten*).

#### Abhängige Variablen

##### *Abgabe*

Um zu erheben, wie eine Versuchsperson auf *Frei20* und *Zwang20* reagiert, wird die Höhe des vom Probanden (Agent) an das Gegenüber (Prinzipal) abgegebenen Betrages (x) gemessen. Für jede Versuchsperson werden die Abgabehöhen über die 20 Durchgänge pro Faktorstufe des Faktors *Sozialer Einfluss* (also über die Bedingungen *Frei20* oder *Zwang20*) gemittelt.

##### *Vorhersage*

Bei der Analyse der Daten wird betrachtet, in wie vielen der 10 Durchgänge pro Darbietung einer der vier unterschiedlichen Überzeugungen des Gegenübers die Versuchsperson eine Entscheidung für *Frei20* (also Vertrauen) vorhersagt.

### 3.4.2 Hypothesen, Datenanalysen und Ergebnisse

Im Folgenden werden die Forschungsfragen sowie daraus resultierende Hypothesen, Datenanalysen und Ergebnisse aufgeführt.

### 3.4.2.1 Forschungsfragen

Bezüglich der Abgabehöhe in Reaktion auf Frei20 und Zwang20 lautet

***Forschungsfrage 1:***

Können die Ergebnisse der Studie von Falk und Kosfeld (2006) und von Studie 2 der vorliegenden Arbeit repliziert werden in dem Sinne, dass die Agenten in Reaktion auf Frei20 mehr Punkte an das Gegenüber abgeben als in Reaktion auf Zwang20?

In Bezug auf die Vorhersage der Entscheidung des Prinzipals durch den Agenten stellt sich

***Forschungsfrage 2:***

Nehmen Agenten einen Zusammenhang zwischen einer positiven Überzeugung ihres Gegenübers hinsichtlich der sozialen Einstellung anderer Menschen und der Entscheidung ihres Gegenübers für Vertrauen an?

Wie in Studie 2 soll außerdem geprüft werden:

***Forschungsfrage 3:***

Besteht ein Zusammenhang zwischen der Höhe der Abgabe in Reaktion auf Frei20/Zwang20 und Persönlichkeitseigenschaften (Empathiefähigkeit und Reaktanz) der Versuchsperson?

Besteht ein Zusammenhang zwischen der Höhe der Abgabe in Reaktion auf Frei20/Zwang20 und der emotionalen Wahrnehmung beider Optionen als Vertrauen und Misstrauen?

Im Folgenden werden diese Forschungsfragen in statistisch überprüfbare Hypothesen umgesetzt, die Herangehensweise ihrer Testung geschildert und die Ergebnisse dieser Analysen aufgeführt. Zum Zwecke größerer Übersichtlichkeit werden die Hypothesen dabei mit einem laufenden Index versehen (römische Ziffern). Die Formulierung umfasst jeweils eine Nullhypothese ( $H_0$ ) und die Unterschiedshypothese ( $H_1$ ), in Letzterer dienen ' $>$ ' oder ' $<$ ' dazu, die Richtung des Unterschieds anzuzeigen.

### 3.4.2.2 Effekt der experimentellen Bedingungen auf die Höhe der Abgabe des Agenten an den Prinzipal

#### Hypothese bezüglich der Höhe der Abgabe

Die Hypothese, die sich aus der ersten Forschungsfrage ergibt, lautet:

$H_I$  Versuchspersonen geben in Reaktion auf Frei20 mehr Punkte ( $x$ ) an das Gegenüber ab als in Reaktion auf Zwang20.

$$H_{0,I}: x(\text{Frei20}) \leq x(\text{Zwang20});$$

$$H_{1,I}: x(\text{Frei20}) > x(\text{Zwang20})$$

#### Ergebnis bezüglich der Höhe der Abgabe

Abbildung 56 und Tabelle 38 bieten die deskriptive Statistik zu Hypothese  $H_I$ .

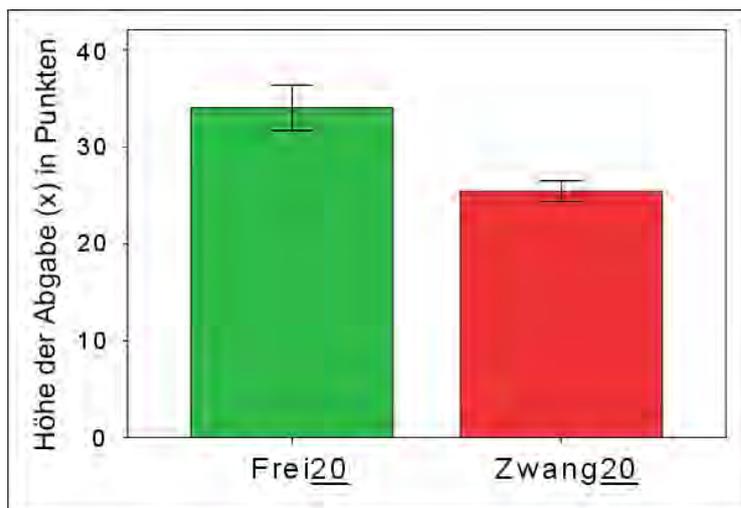


Abbildung. 56. Graph zu den mittleren Abgabehöhen in den Bedingungen Frei20 und Zwang20. Fehlerbalken: +/- 1 Standardfehler.

#### Tabelle 38

Deskriptive Statistik zu den mittleren Abgabehöhen über die zwei Stufen des Faktors 'sozialer Einfluss' (Frei20 und Zwang20).

	x(Frei20)	x(Zwang20)
<i>M</i>	34,04	25,45
<i>SD</i>	11,68	5,35

Anmerkung. *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung.

Hypothese  $H_I$  wird anhand eines  $t$ -Tests für abhängige (gepaarte) Stichproben getestet. Tabelle 39 zeigt das Ergebnis dieses Tests.

Tabelle 39

*Prüfung der Wirkung des Faktors 'Sozialer Einfluss' auf die Abgabehöhe  $x$  in einem  $t$ -Test für abhängige (gepaarte) Stichproben.*

Vergleich der gepaarten Differenzen	$T$	df	$p$
$x(\text{Frei20})-x(\text{Zwang20})$	4,268	24	0,000

*Anmerkung.* Dargestellt ist der  $T$ -Wert, die Freiheitsgrade (df) und die Signifikanz  $p$ .

Es zeigt sich in der Datenanalyse, dass Hypothese  $H_{1,I}$  bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  angenommen werden kann:

- **Die Abgabe einer Versuchsperson in Reaktion auf Frei20 ist größer als die Abgabe in Reaktion auf Zwang20.**

### 3.4.2.3 Effekt der Darbietung einer Überzeugung des Prinzipals auf die Vorhersage der Entscheidung für Vertrauen durch den Agenten

Die den Versuchspersonen präsentierten vier Überzeugungen der Prinzipale sind durch zwei Merkmale charakterisiert, die jeweils in zwei Ausprägungen vorliegen: Zum einen hat die Überzeugung entweder die Bereitschaft von Menschen zum Inhalt, mit Anderen zu *lernen* oder mit Anderen zu *teilen*. Zum anderen wird ausgedrückt, ob der Prinzipal überzeugt ist, dass diese Bereitschaft *oft* oder *selten* vorliegt (Valenz der Überzeugung).

Aus der zweiten Forschungsfrage ergibt sich die Hypothese, dass Agenten dann häufiger vorhersagen, dass sich der Prinzipal für Vertrauen (d.h. für Option Frei20) entscheiden wird, wenn dem Agenten die Überzeugung des Prinzipals dargeboten wird, dass Menschen *oft* bereit sind, mit Anderen zu lernen oder zu teilen. Darüber hinaus kann angenommen werden, dass diese Beziehung zwischen der Häufigkeitsbeschreibung *oft* und der Vorhersage von Vertrauen (Wahl von Option Frei20) stärker ist, wenn die Überzeugung des Prinzipals den Bezug *teilen* zum Inhalt hat, als wenn es um *lernen* geht.

Sollte dies der Fall sein, dann kann das als Anzeichen dafür gedeutet werden, dass Agenten die Überzeugung des Prinzipals hinsichtlich der Bereitschaft von Menschen zu teilen als unmittelbar relevant für seine Entscheidung für Frei20 oder Zwang20 ansehen.

### **Hypothese bezüglich der Vorhersage von Vertrauen aufgrund einer präsentierten Überzeugung des Prinzipals**

H<sub>0,II</sub> Es besteht kein Unterschied in der Häufigkeit der durch eine Versuchsperson vorhergesagten Entscheidung des Prinzipals für Option Frei20.

H<sub>1,II</sub> Die Häufigkeit, mit der Versuchspersonen vorhersagen, dass sich das Gegenüber für Option Frei20 entscheiden wird, sollte dann, wenn das Gegenüber überzeugt ist, dass Menschen *oft* bereit sind mit Anderen zu teilen/lernen, größer sein, als wenn das Gegenüber überzeugt ist, dass diese Bereitschaft *selten* vorliegt (Haupteffekt des Faktors *Valenz* mit den Faktorstufen *oft/selten*).

Außerdem sollte die Häufigkeit, mit der Versuchspersonen vorhersagen, dass sich das Gegenüber für Option Frei20 entscheidet, dann größer sein, wenn der Inhalt der Überzeugung *teilen* ist als wenn er *lernen* ist (Interaktionseffekt zwischen den Faktoren *Valenz (oft/selten)* und *Inhalt der Überzeugung (teilen/lernen)*).

### **Ergebnisse bezüglich der Vorhersage von Vertrauen aufgrund einer präsentierten Überzeugung des Prinzipals**

In Abbildung 57 und Tabelle 40 wird die deskriptive Statistik zur Prüfung von Hypothese H<sub>II</sub> aufgeführt. So wird in Tabelle 40 die mittlere Häufigkeit berichtet, mit der Versuchspersonen eine Entscheidung des Gegenübers für Vertrauen vorhersagen (maximale Häufigkeit = 10) und in Abbildung 57 werden diese Häufigkeiten graphisch veranschaulicht.

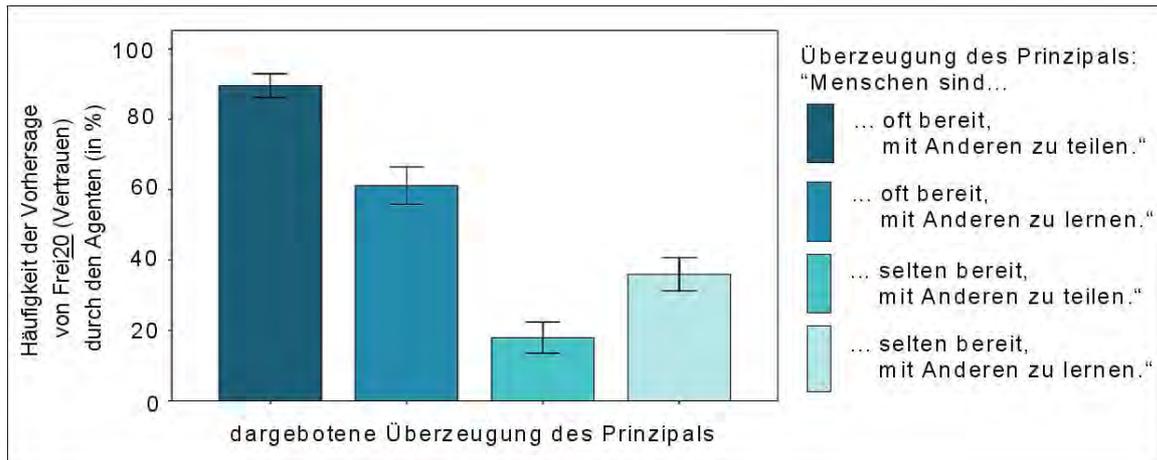


Abbildung 57. Häufigkeit, mit der Agenten die Entscheidung des Prinzipals für Frei20 (Vertrauen) aufgrund einer dargebotenen Überzeugung des Prinzipals vorhersagen. Fehlerbalken: +/- 1 Standardfehler.

Tabelle 40

Deskriptive Statistik zur Häufigkeit, mit der Agenten die Entscheidung des Prinzipals für Frei20 (Vertrauen) aufgrund einer dargebotenen Überzeugung des Prinzipals vorhersagen (maximale Häufigkeit = 10).

	Dargebotene Überzeugung des Prinzipals: "Menschen sind...			
	... oft bereit, mit Anderen zu teilen."	... oft bereit, mit Anderen zu lernen."	... selten bereit, mit Anderen zu teilen."	... selten bereit, mit Anderen zu lernen."
<i>M</i>	8,96	6,12	1,80	3,60
<i>SD</i>	1,695	2,651	2,217	2,363

Anmerkung. *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung.

Für die inferenzstatistische Analyse werden in einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit Messwiederholung über beide Faktoren die Innersubjekteffekte für den Faktor *Valenz* (Test des ersten Teils von Hypothese  $H_{II}$ ) und die Interaktion zwischen den Faktoren *Valenz* und *Inhalt der Überzeugung* (Test des zweiten Teils von Hypothese  $H_{II}$ ), geprüft. Die Ergebnisse dieses Tests werden in Tabelle 41 gezeigt.

Tabelle 41

*Varianzanalytische Prüfung der Wirkung von Faktor 'Valenz' auf die Häufigkeit der Vorhersage von Frei20 (Vertrauen) durch den Agenten und der Interaktion zwischen Faktor 'Valenz' und 'Inhalt der Überzeugung'. Allgemeines Lineares Modell: Innersubjekteffekte einer Varianzanalyse mit Messwiederholung*

Innersubjekteffekte	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
Haupteffekt <i>Valenz</i>	75,623	0,000	0,759
Interaktionseffekt <i>Valenz * Inhalt der Überzeugung</i>	43,676	0,000	0,645

*Anmerkungen.* Dargestellt ist der *F*-Wert, die Signifikanz *p* und das partielle Eta-Quadrat ( $\eta^2$ ). Die Freiheitsgrade des *F*-Tests werden durch Huynh-Feldt Epsilon adjustiert.

Die Ergebnisse der Datenanalyse sind statistisch bedeutsam und somit wird Hypothese  $H_{1,II}$  angenommen:

- **Wird dem Agenten mitgeteilt, dass der Prinzipal überzeugt ist, Menschen würden oft mit Anderen teilen oder lernen, so erwartet der Agent von diesem Prinzipal häufiger, dass er sich für Frei20 (Vertrauen) entscheidet, als wenn dem Agenten mitgeteilt wird, der Prinzipal sei überzeugt dass dies selten der Fall ist.**

**Dieser Effekt wird zusätzlich noch durch den Inhalt der Überzeugung beeinflusst: Bei teilen ist dieser Effekt sehr stark ausgeprägt, während er bei lernen schwächer ausgeprägt ist.**

#### 3.4.2.4 Hypothesen und Ergebnisse zu Äußerungen in der Nachbefragung und den Persönlichkeitsfragebögen

Nach dem Experiment bewerten die Versuchspersonen in einem Nachbefragungsbogen unter anderem die Aussage "Wenn mein Gegenüber mir die freie Entscheidung ließ, empfand ich, dass mein Interaktionspartner mir vertraut" auf einer Skala von 1 bis 5 (von "gar nicht" bis "sehr") sowie die Aussage "Wenn mein Gegenüber mich zur Mindestabgabe zwang, empfand ich, dass mein Interaktionspartner mir misstraut."

Wie in Studie 2 soll geprüft werden, ob es einen Zusammenhang zwischen den Abgabehöhen bei Frei20 und Zwang20 und Äußerungen in der Nachbefragung

(subjektives Empfinden von Frei20 als Vertrauen (*SEV*) und subjektives Empfinden von Zwang20 als Misstrauen (*SEM*)) gibt.

Außerdem soll ermittelt werden, ob solch ein Zusammenhang zwischen Abgabehöhe und Persönlichkeitseigenschaften (Facetten der Empathiefähigkeit und Reaktanz) besteht.

Hieraus ergeben sich die folgenden **Zusammenhangshypothesen**:

H<sub>III</sub> Je stärker eine Versuchsperson FreiX als Vertrauen verspürt (subjektiv empfundenes Vertrauen; *SEV*), desto höher ist ihre Abgabe bei Frei20.

H<sub>0,III</sub> : Korrelation *SEV*(Frei20) mit  $x(\text{Frei20}) \leq 0$

H<sub>1,III</sub> : Korrelation *SEV*(Frei20) mit  $x(\text{Frei20}) > 0$

H<sub>IV</sub> Je stärker eine Versuchsperson Zwang20 als Misstrauen verspürt (subjektiv empfundenes Misstrauen; *SEM*), desto geringer ist ihre Abgabe bei Zwang20.

H<sub>0,IV</sub> : Korrelation *SEM*(Zwang20) mit  $x(\text{Zwang20}) \geq 0$

H<sub>1,IV</sub> : Korrelation *SEM*(Zwang20) mit  $x(\text{Zwang20}) < 0$

H<sub>V</sub> Je höher der mittels Fragebogen erfasste Reaktanz-Wert einer Versuchsperson ist, desto weniger sollte sie in Reaktion auf Zwang20 abgeben.

H<sub>0,V</sub> : Korrelation  $x(\text{Zwang20})$  mit Reaktanz-Wert  $\geq 0$

H<sub>1,V</sub> : Korrelation  $x(\text{Zwang20})$  mit Reaktanz-Wert  $< 0$

H<sub>VI</sub> Je höher der mittels SPF erhobene Wert einer Empathiefähigkeits-Facette (Fantasie, Perspektivenübernahme, empathische Anteilnahme) ist, desto mehr sollte diese Versuchsperson in Reaktion auf Frei20 abgeben.

H<sub>0,VI</sub> : Korrelation  $x(\text{Frei20})$  mit Wert(Empathie-Facette)  $\leq 0$

H<sub>1,VI</sub> : Korrelation  $x(\text{Frei20})$  mit Wert(Empathie-Facette)  $> 0$

H<sub>VII</sub> Je höher der mittels SPF erhobene Wert von persönlicher Anspannung in der Nähe Anderer (kurz *sozialer Stress*) ist, desto weniger sollte diese Versuchsperson in Reaktion auf Zwang20 und Frei20 abgeben.

H<sub>0,VII</sub> : Korrelation  $x(\text{Frei20})$  mit Wert (Sozialer Stress)  $\geq 0$

Korrelation  $x(\text{Zwang20})$  mit Wert (Sozialer Stress)  $\geq 0$

H<sub>1,VII</sub> : Korrelation  $x(\text{Frei20})$  mit Wert (Sozialer Stress)  $< 0$

Korrelation  $x(\text{Zwang20})$  mit Wert (Sozialer Stress)  $< 0$

### **Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen der subjektiven Empfindung von Frei20 als Vertrauen und der Abgabehöhe in Frei20**

Hypothese H<sub>III</sub> wird anhand einer Pearson-Korrelationen zwischen den Einschätzungen von Frei20 als Vertrauen (SEV) und den entsprechenden Abgabehöhen geprüft. Tabelle 42 stellt die Ergebnisse dar.

Tabelle 42

*Pearson-Korrelation zwischen dem Ausmaß von empfundenem Vertrauen bei Frei20 (SEV) und der Höhe der durchschnittlichen Abgabe ( $x(\text{Frei20})$ ) einer Versuchsperson.*

Korrelationseffekt	SEV( <u>Frei20</u> )
$x(\text{Frei20})$	$r = 0,428$ $(p = 0,033)$

Anmerkung.  $p$ -Wert für zweiseitige Testung.

Die Korrelation zeigt einen signifikant positiven Zusammenhang. Daraus folgt, dass Hypothese H<sub>1,III</sub> angenommen werden kann:

- **Je mehr eine Versuchsperson Frei20 als Vertrauen empfindet, desto höher ist ihre Abgabe in Reaktion auf Frei20.**

### **Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen der subjektiven Empfindung von Zwang20 als Misstrauen und der Abgabehöhe in Zwang20**

Hypothese H<sub>IV</sub> wird anhand einer Pearson-Korrelationen zwischen den subjektiven Empfindungen von Zwang20 als Misstrauen (SEM) und den entsprechenden Abgabehöhen geprüft. Tabelle 43 stellt die Ergebnisse dar.

Tabelle 43

Pearson-Korrelation zwischen dem Ausmaß von subjektiv empfundenem Misstrauen (SEM) bei Zwang20 und der Höhe der durchschnittlichen Abgabe ( $x(\text{Zwang20})$ ).

Korrelationseffekt	SEM(Zwang20)
$x(\text{Zwang20})$	$r = 0,004$ ( $p = 0,986$ )

Anmerkung:  $p$ -Wert für zweiseitige Testung.

Die Korrelation zeigt keinen signifikant negativen Zusammenhang. Hypothese  $H_{1,IV}$  kann nicht angenommen werden.

### Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Reaktanz und Abgabehöhe

Hypothese  $H_V$  wird anhand einer Pearson-Korrelation zwischen dem Reaktanzwert einer Versuchsperson und ihrer durchschnittlichen Abgabehöhe in Zwang20 getestet. Die Höhe der Korrelation beträgt  $r = 0,178$  ( $p = 0,393$ ) und somit kann Hypothese  $H_{1,V}$  nicht angenommen werden.

### Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Empathie und Abgabehöhe

Hypothesen  $H_{VI}$  und  $H_{VII}$  werden anhand von Pearson-Korrelationen zwischen den Skalenwerten des Saarbrücker Persönlichkeitsfragebogens und den durchschnittlichen Abgabehöhen in Frei20 und Zwang20 getestet. Die Ergebnisse dieser Analysen sind in Tabelle 44 aufgeführt.

Tabelle 44

Pearson-Korrelationen zwischen den Skalenwerten des Saarbrücker Persönlichkeitsfragebogens (Perspektivenübernahme, Fantasie, empathische Anteilnahme, sozialer Stress).

Korrelations- effekt	Fantasie	Perspektiven- übernahme	empathische Anteilnahme	sozialer Stress
$x(\text{Frei20})$	$r = 0,125$ ( $p = 0,550$ )	<b><math>r = 0,460</math></b> <b>(<math>p = 0,021</math>)</b>	$r = 0,112$ ( $p = 0,595$ )	$r = -0,075$ ( $p = 0,721$ )
$x(\text{Zwang20})$	keine Hypothese	keine Hypothese	keine Hypothese	$r = -0,028$ ( $p = 0,895$ )

Anmerkung. Die im Sinne der angenommenen Richtung signifikante Korrelation ist fett gedruckt ( $p$ -Werte für einseitige Testung).

Lediglich die Ausprägungen der Empathiefähigkeits-Facette Perspektivenübernahme steht in der vorhergesagten Beziehung zu den Abgabehöhen in Frei20. Hypothese  $H_{1,VI}$  kann also nur zu einem Teil angenommen werden:

- **Je mehr eine Versuchsperson zu Perspektivenübernahme neigt, desto höher ist ihr durchschnittlicher Abgabebetrag in Reaktion auf Frei20.**

### 3.4.3 Zusammenfassung zu Studie 4

In Studie 4 wird den Agenten in Prinzipal-Agent-Spielen *vor* der Information, ob sich ihr Gegenüber (Prinzipal) für Frei20 oder Zwang20 entschieden hat, eine Überzeugung des Gegenübers präsentiert. Hierbei wird angegeben, dass das Gegenüber davon überzeugt ist, dass Menschen entweder *selten* oder *oft* bereit sind, mit Anderen zu *teilen* bzw. zu *lernen*. Die Versuchsperson soll versuchen, aus diesen Überzeugungen vorherzusagen, ob sich das Gegenüber für Vertrauen oder Misstrauen entscheiden wird und dann, nachdem ihr die Entscheidung des Spielpartners offenbart wird, einen Abgabebetrag festlegen. Nach dem Experiment beantworten die Probanden Fragen zum Erleben von Frei20 und Zwang20 als Vertrauen bzw. Misstrauen und füllen Persönlichkeitsfragebögen zur Messung von Reaktanz und Empathiefähigkeit aus. Die Befunde zeigen:

- Die Agenten geben in Reaktion auf Frei20 mehr Geldeinheiten an den Prinzipal ab als in Reaktion auf Zwang20;
- Die Vorhersage, ob sich das Gegenüber für Vertrauen entscheiden wird oder nicht, hängt davon ab, welche Überzeugungen das Gegenüber hat:
  - o Erfährt ein Agent, dass der Prinzipal überzeugt ist, Menschen seien oft bereit mit Anderen zu teilen, so erwartet der Agent sehr häufig eine vertrauensvolle Entscheidung des Prinzipals (häufige Erwartung einer Wahl von Frei20);
  - o Wird dem Agenten hingegen mitgeteilt, dass der Prinzipal überzeugt ist, Menschen seien selten bereit mit Anderen zu teilen, so erwartet der Agent fast nie eine vertrauensvolle Entscheidung des Prinzipals (häufige Erwartung einer Wahl von Zwang20);
- Die Abgabe eines Agenten in Reaktion auf Frei20 fällt umso höher aus, je stärker er Frei20 subjektiv als Vertrauen empfindet.

- Je mehr eine Versuchsperson zur Perspektivenübernahme neigt, desto mehr gibt sie in Reaktion auf Vertrauen (Frei<sup>20</sup>) an das Gegenüber ab.

Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Wahrnehmung von Zwang<sup>20</sup> als Misstrauen oder dem Reaktanzwert einer Versuchsperson und der Abgabehöhe in Reaktion auf Zwang<sup>20</sup>.

### 3.5 Studie 5: Umformulierung des Prinzipal-Agent-Spiels und die Rolle intentionaler Entscheidungen des Gegenübers

Sowohl im Prinzipal-Agent-Spiel in der Studie von Falk und Kosfeld (2006) als auch im Verlauf der vorangehend beschriebenen Studien 2 und 4 wird der Agent mit den beiden folgenden Situationen konfrontiert (X bezeichnet den vom Experimentator vorgegebenen Mindestabgabebetrag):

- Option 1: “Ihr Gegenüber entschied sich dafür, Ihnen die freie Wahl zu lassen wie viel Sie ihm abgeben.“
- Option 2: “Ihr Gegenüber entschied sich dafür, Sie zur Mindestabgabe von [X] Punkten zu zwingen.“

In den Experimenten der Studien 2 und 4 wird dem Agenten mitgeteilt, für welche der beiden Optionen sich der Prinzipal entschieden hat. Die Ergebnisse dieser Studien zeigen, dass Agenten in Reaktion auf Frei<sup>X</sup> bedeutend mehr Punkte an das Gegenüber abgeben als in Reaktion auf Zwang<sup>X</sup>. Um diesen Effekt weiter zu überprüfen, soll Studie 5 die folgenden Fragen klären:

- Inwieweit beeinflusst die *wörtliche Formulierung* der Optionen, die dem Prinzipal zur Auswahl stehen, die Reaktion des Agenten? Es soll also die Wirkung des schon in den Kapiteln 2.3 (S.38ff.) und 2.5 (S.91ff) erwähnten *framing* geprüft werden: Verändert sich die Reaktion auf die Entscheidung des Prinzipals, wenn die Optionen mit anderen Worten dargestellt werden - vor allem ohne die Verwendung der Begriffe *freie Wahl* und *zur Mindestabgabe zwingen*? Und wenn ja, wie fällt diese Veränderung aus?

- Kann nachgewiesen werden, dass es insbesondere die *intentionale*, also *absichtliche* Entscheidung des Prinzipals für eine der beiden Optionen ist, die den Agenten dazu veranlasst, auf beide Optionen so deutlich unterschiedlich zu reagieren?

Die Teilnehmer an Studie 5 befinden sich in der Rolle des Agenten im Prinzipal-Agent-Spiel, in welchem sie mit einem - nicht an der Studie direkt beteiligten - Prinzipal interagieren. Deshalb entsprechen sich in der folgenden Beschreibung von Studie 5 die Begriffe *Agent* und *Versuchsperson*, während der *Prinzipal* auch als *Gegenüber* bezeichnet wird.

### **3.5.1 Methode**

Im Folgenden werden das experimentelle Design von Studie 5, die verwendeten Fragebögen, allgemeine Durchführungsbedingungen und die Variablen vorgestellt.

#### **3.5.1.1 Experimentelles Design**

Auch das Experiment in Studie 5 ist eng an das Experiment von Studie 2 angelehnt. Viele der ausführlichen Erläuterungen, die schon in der Darstellung des Experimentes von Studie 2 geboten werden, sind deshalb hier nicht nochmals ausgeführt. Im Folgenden eine Erläuterung der wichtigen Gemeinsamkeiten und Unterschiede beider Designs im Überblick.

#### **Gemeinsamkeiten der Experimente in Studie 5 und Studie 2**

Wie in Studie 2 (s. Kapitel 3.2; S.108ff.) wird der Agent im Laufe des Versuches mit mehreren aufeinanderfolgenden Durchgängen konfrontiert, die jeweils eine unabhängige Umsetzung eines Prinzipal-Agent-Spieles sind (also mehrere *one-shot-games*).

Jeder Durchgang besteht dabei aus einer Abfolge verschiedener Phasen, welche mit den Phasen im Experiment von Studie 2 nahezu identisch sind (s. Kapitel 3.2.1.1; S.108ff.):

- Der Agent sieht auf schwarzem Hintergrund zunächst ein Fixationskreuz (Dauer: 3 Sekunden);
- Dann werden ihm in weißer Schrift die Initialen, das Alter und die Auswahlmöglichkeiten des Gegenübers präsentiert (Phase 1 des Durchganges; Dauer: 4 Sekunden);
- Als nächstes erfährt die Versuchsperson, für welche der beiden Wahlmöglichkeiten sich das Gegenüber entschieden hat (Phase 2 des Durchganges; Dauer: 5 Sekunden);
- Sodann soll sich die Versuchsperson entscheiden, wie viel sie dem Gegenüber abgibt (Phase 3 des Durchganges; Dauer: So lang, bis die Versuchsperson durch Tastendruck bekannt gibt, dass sie sich bezüglich der Höhe des Abgabebetrages entschieden hat);
- Danach gibt die Versuchsperson durch Verwendung des *Schiebereglers* ein, welchen Abgabebetrag sie gewählt hat (Phase 4 des Durchganges; Dauer: 8-10 Sekunden, je nach individueller Geschwindigkeit der Eingabe mit dem Schieberegler);
- Zum Schluss erhält die Versuchsperson eine Rückmeldung darüber, wie viele Punkte sie selbst und das Gegenüber in diesem Durchgang erhält (Phase 5 des Durchganges; Dauer: 3 Sekunden).

Der Versuchsperson wird in den Instruktionen zu Studie 5 (s. Anhang B; S.288ff.) erläutert, dass es sich bei den dargebotenen Gegenübern um reale Personen handelt, die ihre Entscheidungen in einer dem Experiment vorangegangenen Befragung getroffen haben. Es wird außerdem erklärt, dass nach dem Versuch einer der Durchgänge zufällig ausgewählt wird und nur die Gewinne aus diesem Durchgang tatsächlich an beide Spieler ausgezahlt werden (Auszahlungsregel s.u.).

## **Unterschiede zwischen den Experimenten in Studie 5 und Studie 2**

**Täuschung der Versuchsperson:** Anders als in Studie 2, in der dem Agenten eine Auswahl tatsächlich existierender Gegenüber (nämlich Teilnehmer an Studie 1) präsentiert werden, existieren die Gegenüber, auf deren Entscheidung ein Agent im Laufe des Experimentes von Studie 5 reagiert, nicht wirklich. Aus Gründen der finanziellen Effizienz erfolgt keine separate Erhebung der Entscheidungen von realen Prinzipalen. Der

Agent in Studie 5 wird demzufolge während der Instruktion zum Versuch und der Durchführung des Experimentes hinsichtlich der Existenz und dem Entscheidungsverhalten realer Gegenüber getäuscht. Diese Täuschung ist notwendig, weil die Ergebnisse von Studie 5 und Studie 2 miteinander verglichen werden sollen und dies nur möglich wird, wenn die Versuchspersonen in Studie 5 in Instruktion und Durchführung des Versuches möglichst ähnlichen experimentellen Bedingungen ausgesetzt werden wie die Teilnehmer an Studie 2.

Über diese Täuschung wird der Proband im Anschluss an die Teilnahme am Versuch ausführlich aufgeklärt. Im Zuge dieser Aufklärung wird der Versuchsperson eröffnet, dass Studie 5 eine Kontrollstudie für andere Studien darstellt, die bereits stattgefunden haben. Es wird der Versuchsperson erläutert, dass ihre Entscheidungen im Experiment zwar keine Auswirkungen auf den Gewinn anderer Personen haben werden, ihr Verhalten aber von wissenschaftlichem Wert ist. Es gab keinerlei kritische Anmerkungen von den Probanden zum geschilderten Procedere.

Nicht getäuscht werden die Versuchspersonen hinsichtlich ihres eigenen Gewinnes: Wie in der Instruktion zugesagt, erhalten die Versuchspersonen entsprechend der Auszahlungsregeln den Betrag, den sie in dem zufällig ausgewählten Durchgang des Experimentes für sich behalten haben.

***Alternative Formulierungen der Wahloptionen des Gegenübers (Prinzipal):*** In Studie 5 werden die Optionen, die dem Prinzipal im Prinzipal-Agent-Spiel zur Auswahl stehen, umformuliert. Der Sinn dieser Umformulierung liegt darin, zu überprüfen, ob sich der von Falk und Kosfeld (2006) beschriebene und von den Studien 2 und 4 der vorliegenden Arbeit replizierte Effekt (Agenten geben mehr Punkte an ein Gegenüber ab, wenn dieses Ihnen freie Wahl lässt anstatt sie zur Mindestabgabe zu zwingen) auch dann noch zeigt, wenn in Instruktion und Durchführung des Spiels nicht mehr die Wendungen *freie Wahl* und *zur Abgabe von mindestens ... Punkten zwingen* auftauchen. Hintergrund dieser Fragestellung ist die Vermutung, dass diese Formulierungen in unserem freiheitlich-individualistischen Kulturkreis stark normativ besetzt sind und demzufolge die *freie Wahl* als ein hochwertiges Gut und *zur Abgabe von mindestens [X] Punkten zwingen* als verwerfliche Handlung angesehen werden.

Um zu testen, ob der Effekt unterschiedlich hoher Abgaben vorrangig durch die Verwendung dieser normativ belegten Beschreibungen 'getriggert' ist oder ebenso stark auftritt, wenn die Worte *freie Wahl* und *zwingen* nicht auftauchen, werden in Studie 5

alternative Formulierungen der Optionen des Prinzipals im Prinzipal-Agent-Spiel verwendet. Diese alternativen Formulierungen stimmen hinsichtlich der Bestimmung des Entscheidungsspielraumes, den der Prinzipal dem Agenten lässt, mit den Originalformulierungen überein, beinhalten jedoch nicht die Wendungen *freie Wahl* und *zwingen*. Bei der Suche nach neuen, *wertneutralen* Formulierungen für die Optionen FreiX und ZwangX wird auf die *effektiv* vorliegenden Guthaben und Handlungsspielräume beider Spieler im Prinzipal-Agent-Spiel Bezug genommen.

Herleitung der *alternativen Formulierung für FreiX*:

- Wählt der Prinzipal im Prinzipal-Agent-Spiel die Option, die vorangehend als FreiX bezeichnet wurde, so legt er damit fest, dass der Agent über insgesamt 120 Punkte verfügen kann, während er selbst als Prinzipal ein Ausgangsguthaben von 0 Punkten hat.
- Eine alternative Formulierung von Option FreiX, *um sie dem Agenten darzubieten*, lautet also:
  - o **“Ihr Gegenüber hat sich dafür entschieden, dass zwischen ihm und Ihnen eine Spielvariante gespielt werden soll, in der Sie zu Beginn einen Betrag von 120 Punkten erhalten und Ihr Gegenüber keine Punkte.“**

Diese alternative Formulierung für *Option FreiX* wird im Folgenden als *Variante 1* bezeichnet.

Herleitung der *alternativen Formulierung für ZwangX*:

- Wählt der Prinzipal die Option, die bisher als ZwangX bezeichnet wurde (und der Mindestabgabebetrag X ist zum Beispiel 20 Punkte), so gesteht er dem Agenten einen *effektiven* Auswahlbereich von 100 Punkten zu, d.h. der Agent kann nicht *wirklich* über 120 Punkte verfügen - da er ja 20 Punkte auf jeden Fall an den Prinzipal abgeben muss - sondern lediglich frei entscheiden, wie viele von den *verbleibenden 100 Punkten* er überweist.
- Der Prinzipal selbst sichert sich bei der Wahl von Zwang20 *effektiv* schon ein Ausgangsguthaben von 40 Punkten, da die 20 Punkte, deren Mindestabgabe er erzwingt, vom Experimentator verdoppelt werden und ihm von Anfang an sicher sind.

- 
- Eine alternative Formulierung für Option Zwang20, um sie dem Agenten darzubieten, lautet also:

- **“Ihr Gegenüber hat sich dafür entschieden, dass zwischen ihm und Ihnen eine Spielvariante gespielt werden soll, in der Sie zu Beginn einen Betrag von 100 Punkten erhalten und Ihr Gegenüber 40 Punkte.“**

Diese alternative Formulierung von Zwang20 wird im Folgenden auch als *Variante 2* bezeichnet.

In der Versuchsinstruktion für den Agenten in Studie 5 (s. Anhang B; S.288ff.) wird also nicht mehr wie in den vorangegangenen Studien von *Optionen* gesprochen, sondern von zwei *Spielvarianten*. Die in dieser Instruktion für die Versuchsperson nach der Erläuterung der Spielvarianten eingeführten Kurzformen lauten:

“*Variante 1* ( $A = 120; B=0$ )“ und “*Variante 2* ( $A=100; B=40$ )“,

wobei der Versuchsperson erklärt wird, dass mit *A* sie selbst bezeichnet wird, mit *B* das Gegenüber und dass die Zahlen die Ausgangsguthaben darstellen.

Dem Agenten wird in der Instruktion beschrieben, dass das Gegenüber in einer vorangegangenen Befragung entscheiden sollte, welche der beiden Spielvarianten gespielt werden soll und dass der Agent nun im Rahmen der vom Gegenüber ausgewählten Spielvariante entscheiden soll, wie viele Punkte er an das Gegenüber abgibt.

Die Abbildungen 58 und 59 stellen dar, wie der Versuchsperson die Phasen 1 und 2 eines Durchganges im Experiment dargeboten werden.

Die darauf folgenden Phasen 3, 4 und 5 des Durchganges stimmen inhaltlich und in der Darstellung genau mit den Phasen 3, 4 und 5 überein, wie sie für Studie 2 erläutert werden (siehe Kapitel 3.2.1.1; S.108ff.).

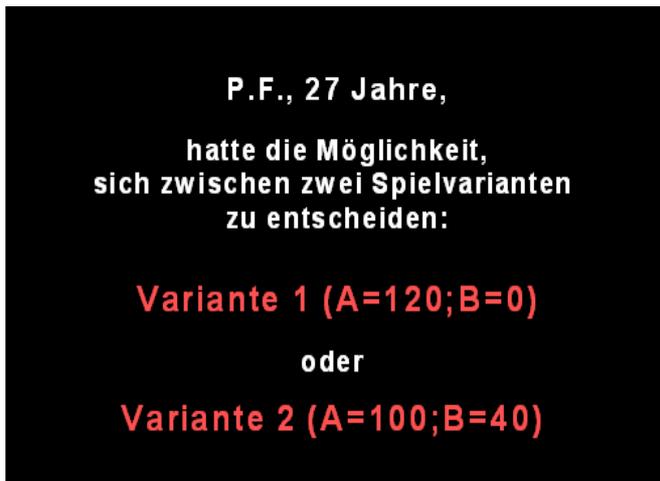
*Phase 1 eines Durchganges*

Abbildung 58. Phase 1 eines Durchganges in Studie 5. Darstellung der Auswahlmöglichkeiten des Gegenübers (Prinzipal). Zusätzlich zu den Varianten wird die Höhe der Ausgangsguthaben beider Spieler dargestellt, wobei die Versuchsperson als A und das Gegenüber (Prinzipal) als B bezeichnet wird.

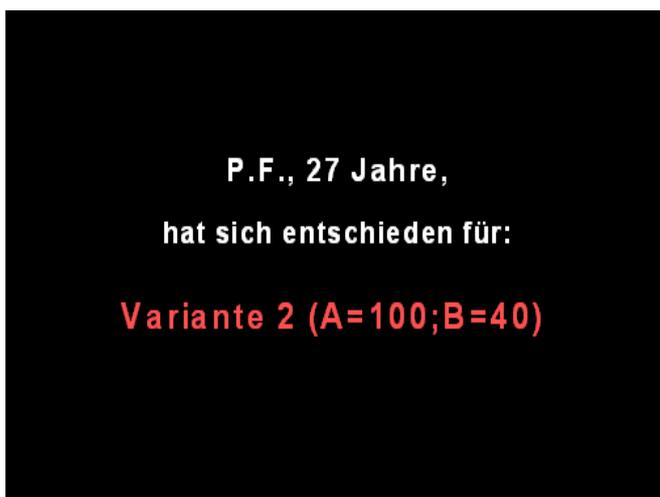
*Phase 2 eines Durchganges*

Abbildung 59. Phase 2 eines Durchganges in Studie 5. Darstellung der Auswahlentscheidung des Gegenübers (Prinzipal).

Es soll an dieser Stelle nochmals betont werden, dass

- *Option Frei20* bzw. *Zwang20* (in Studie 2 und 4 der vorliegenden Arbeit) und *Variante 1* bzw. *Variante 2* (in Studie 5) sich hinsichtlich des Entscheidungsspielraumes, den der Prinzipal dem Agenten gibt, gleichen, aber
- in den Formulierungen von Variante 1 und Variante 2 auf eine Verwendung der vermutlich wertbelegten Worte *freie Wahl* bzw. *zwingen* verzichtet wird.

In Studie 5 werden ausschließlich die Umformulierungen von Frei20 und Zwang20 verwendet und die Reaktionen der Agenten auf diese alternativen Fassungen sollen mit den Reaktionen der Agenten in Studie 2 verglichen werden.

In Studie 2 gab es neben Frei20 und Zwang20 auch Frei5, Frei10, Zwang5 und Zwang10. Auf eine Umformulierung und Verwendung von alternativen Fassungen für diese übrigen Bedingungen wird in Studie 5 verzichtet, weil sich in Studie 2 zeigt, dass Agenten Frei20 am ausgeprägtesten als Vertrauen und Zwang20 am deutlichsten als Misstrauen wahrnehmen. Es ist daher anzunehmen, dass eine Verwendung alternativer Formulierungen zu diesen beiden Optionen auch am klarsten herausstellt, ob sich nach Umformulierung der Optionen dieselben Effekte in den Reaktionen der Agenten zeigen oder nicht.

**Prüfung der Wirkung von Intentionalität:** Neben der Bedeutung der Formulierung der Spielsituationen (s.o., engl.: *framing*) soll außerdem geprüft werden, ob und gegebenenfalls wie stark es für den Agenten eine Rolle spielt, dass die Entscheidung des Gegenübers eine *persönlich intentionale (absichtliche)* Wahl darstellt.

In einer Vielzahl neuroökonomischer Studien (z.B. McCabe et al. 2001) wird dies kontrolliert, indem zusätzlich zu der Bedingung, in der ein menschliches Gegenüber eine Entscheidung im Spiel trifft, eine weitere Bedingung verwendet wird, in der ein Computerprogramm dieselbe Auswahl regelt. Wenn Versuchspersonen hier - bei formell gleicher Spielsituation aber unterschiedlicher *Urheberschaft* (individuelles Gegenüber vs. Computerprogramm) - einen Unterschied in ihrer Reaktion zeigen, ist dies ein Indikator dafür, dass Versuchspersonen in Betracht ziehen, dass sich das Gegenüber *absichtlich* für oder gegen eine bestimmte Option entschieden hat.

In Studie 5 wird deshalb zusätzlich zu dem experimentellen Faktor *Spielvariante* (mit den Faktorstufen *Variante 1* und *Variante 2*) auch noch der Faktor *Intentionalität* umgesetzt. Um den Faktor Intentionalität zu operationalisieren, wird der Versuchsperson in der Instruktion (s. Anhang B; S.288ff.) erklärt, dass die Auswahl, ob Variante 1 oder Variante 2 gespielt werden soll, in einigen Durchgängen vom Gegenüber persönlich getroffen wird und in anderen Durchgängen von einem Computerprogramm. Die Versuchsperson erfährt dazu z.B. in der Instruktion, dass der Text in Phase 2 des Durchganges manchmal statt "P.F., 27 Jahre, hat sich entschieden für: Variante 2 (A=100; B=40)" (siehe Abbildung 59) lauten kann "Statt P.F., ..., hat der Computer eine Spielvariante bestimmt: Variante 2 (A=100; B=40)" (siehe Abbildung 60).

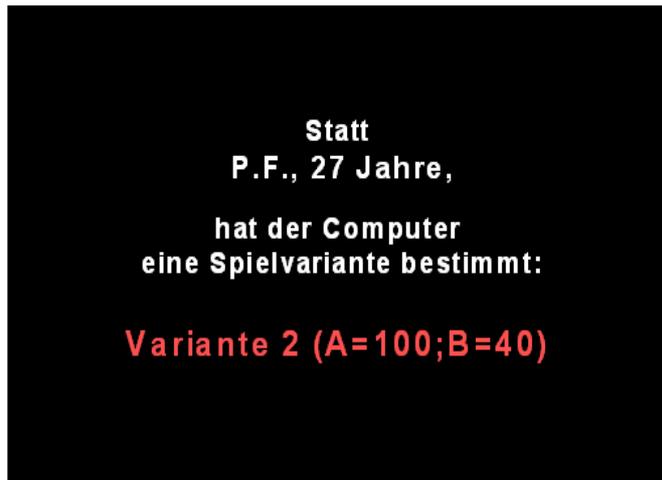


Abbildung 60. Phase 2 eines Durchganges in Studie 5 mit Umsetzung von Nicht-Intentionalität: Statt des Gegenübers bestimmt ein Computerprogramm, welche Spielvariante gespielt werden soll (die Versuchsperson wird als A und das Gegenüber als B bezeichnet).

In diesem Fall der Nicht-Intentionalität, wenn also statt des Gegenübers das Computerprogramm bestimmt, welche Spielvariante gespielt werden soll, muss die Versuchsperson laut Instruktion trotzdem entscheiden, wie viel Sie Ihrem Gegenüber abgibt, obwohl Sie nicht weiß, ob das Gegenüber sich tatsächlich für Variante 1 oder Variante 2 entschieden hat.

**Auszahlungsregeln für Variante 1 und Variante 2:** In der Instruktion werden der Versuchsperson die Auszahlungsregeln ausführlich erklärt. In Entsprechung zu den vorangegangenen Studien gestalten sich diese für beide Varianten: Jeder Punkt, den die Versuchsperson (Agent) an ihr Gegenüber (Prinzipal) abgibt ( $x$ ), verringert das Ausgangsguthaben der Versuchsperson um einen Punkt und erhöht das Ausgangsguthaben des Gegenübers um zwei Punkte. Der von der Versuchsperson abgegebene Betrag  $x$  wird also vom Experimentator verdoppelt und an das Gegenüber überwiesen.

- Für Variante 1 gilt somit: Gewinn Versuchsperson = 120 Punkte -  $x$ ;  
Gewinn Gegenüber = 0 Punkte +  $2x$ .
- In Variante 2 gilt: Gewinn Versuchsperson = 100 Punkte -  $x$ ;  
Gewinn Gegenüber = 40 Punkte +  $2x$ .

**Anzahl der Durchgänge und Verteilung der Versuchsbedingungen:** In insgesamt 40 Durchgängen werden die vier Faktorstufenkombinationen des  $2 \times 2$ -faktoriellen Designs (Faktor Spielvariante [Faktorstufen Variante 1/Variante 2] \* Faktor Intentionalität [Faktorstufen: Entscheidung durch Gegenüber/Festlegung durch Computerprogramm])

umgesetzt. Es wird willkürlich festgelegt, dass 10 Durchgänge pro Faktorstufenkombination verwendet werden, welche in zufälliger Abfolge (ermittelt über die im Internet unter <http://www.randomizer.org> frei verfügbare Anwendung *research-randomizer*, Aufruf 2008) über den Versuch verteilt sind.

Dass es sich um eine willkürlich festgelegte Gleichverteilung von Bedingungen und nicht um eine zufällige Abfolge handelt, wird der Versuchsperson in der im Anschluss an das Experiment stattfindenden Aufklärung eröffnet.

### **3.5.1.2 Fragebögen nach dem Experiment**

#### **Nachbefragungsbogen**

Vom Autor der vorliegenden Studie wurde ein Fragebogen für die Nachbefragung im Anschluss an den Versuch entworfen (s. Anhang C; S.302ff.). In diesem Fragebogen äußert sich die Versuchsperson in freiem oder gebundenem Antwortformat zu einer Vielzahl von Themen. Diese Angaben dienen zur Beantwortung von Forschungsfragen, wobei der genaue Inhalt des Bogens im Ergebnisteil zu Studie 5 in Verbindung mit den ihnen zugeordneten Hypothesen dargestellt wird (s. u.).

#### **Persönlichkeitsfragebögen**

Weiterhin bearbeitet die Versuchsperson den Saarbrücker Persönlichkeits-Fragebogen SPF (Paulus, 1997) zur Erfassung der Empathiefähigkeit anhand der Facetten *Perspektivenübernahme*, *Fantasie*, *empathische Anteilnahme* und *sozialer Stress* und den Fragebogen zur Messung der psychologischen Reaktanz (Merz, 1983). Beide Fragebögen werden ausführlich in der Darstellung von Studie 2 (s. Kapitel 3.2.1.2; S.125ff.) vorgestellt und befinden sich in Anhang C (S.302ff.).

### **3.5.1.3 Allgemeine Informationen zur Durchführung von Studie 5**

#### **Räumlichkeiten und Dauer der Untersuchung**

Die Versuche zu Studie 5 finden in einem separaten, ruhigen Testlabor der Abteilung für Medizinische Psychologie der Universitätsklinik Bonn statt. Die gesamte Dauer einer Testsitzung, inklusive Begrüßung, Instruktion, Experiment und Nachbefragung dauert pro Teilnehmer circa 1 Stunde.

## **Versuchspersonen**

An Studie 5 nehmen 22 Versuchspersonen teil, davon 18 Frauen und 4 Männer. Das Durchschnittsalter der Probanden beträgt 22 Jahre (Standardabweichung 2,44 Jahre). Alle Probanden sind im Jahr 2008 Studenten des Studienganges Humanmedizin an der Universität Bonn. Keine Versuchsperson ist an einer der anderen im Rahmen dieser Arbeit beschriebenen Studien beteiligt.

### **3.5.1.4 Variablen**

#### **Unabhängige Variablen**

In einem 2x2-faktoriellen Design wird die Versuchsperson mit vier unterschiedlichen Situationen konfrontiert, die sich aus der Kombination der beiden Faktoren *Spielvariante* (mit den zwei Faktorstufen: Variante 1 (A=120;B=0), Variante 2 (A=100;B=40)) und *Intentionalität* (mit den zwei Faktorstufen: Entscheidung durch Gegenüber, Festlegung durch Computer) ergeben.

#### **Abhängige Variablen**

Um zu erheben, wie eine Versuchsperson auf die dargebotenen Situationen reagiert, wird die Höhe des vom Probanden (Agent) an das Gegenüber (Prinzipal) abgegebenen Betrages (x) gemessen. Für jede Versuchsperson werden die Abgabehöhen über die 10 Durchgänge pro Faktorstufenkombination gemittelt.

## **3.5.2 Hypothesen, Datenanalysen und Ergebnisse**

Im Folgenden werden zunächst die Forschungsfragen hergeleitet und daraufhin die Datenanalysen und Ergebnisse zu den sich aus diesen ergebenden Hypothesen dargestellt.

### **3.5.2.1 Forschungsfragen**

#### **Forschungsfrage 1**

Zunächst stellt sich die Frage, ob sich der von Falk und Kosfeld (2006) aufgezeigte und in den Studien 2 und 4 replizierte Effekt auch dann noch zeigt, wenn *nicht* die vermutlich normativ besetzten Formulierungen *freie Wahl lassen* und *zur Mindestabgabe*

*zwingen* bei der Beschreibung der Auswahlmöglichkeiten des Prinzipals verwendet werden. Anders formuliert lässt sich diese Forschungsfrage in zwei Teilfragen gliedern:

- Unterscheidet sich die Höhe der in Reaktion auf Variante 1 abgegebenen Beträge von der Höhe der Beträge, die in Reaktion auf Variante 2 abgegeben werden?
- Ist die Höhe der Beträge, die Agenten in Reaktion auf Variante 1 abgeben, vergleichbar mit der Höhe der Beträge, die in Reaktion auf Frei20 in Studie 2 abgegeben werden?

Letztere Frage stellt sich ebenso für die in Reaktion auf Variante 2 (Studie 5) und Zwang20 (Studie 2) *freiwillig* an den Prinzipal überwiesenen Punkte.

### **Forschungsfrage 2**

Wie verändern sich die Reaktionen der Agenten auf Spielvariante 1 und Spielvariante 2, wenn die Festlegung der Variante durch ein Computerprogramm erfolgt und nicht vom Gegenüber gewählt wird?

### **Forschungsfrage 3**

Werden Variante 1 und Variante 2 ebenso wie Frei20 und Zwang20 als Vertrauen bzw. Misstrauen wahrgenommen?

In Studie 2 wird gezeigt, dass Versuchspersonen in Reaktion auf Zwang20 umso weniger abgeben, je stärker sie Zwang20 als Misstrauen empfinden. Zeigt sich ein ähnlicher Zusammenhang zwischen der Stärke der emotionalen Wahrnehmungen und der individuellen Abgabe auch bei Verwendung der alternativen Formulierungen in Studie 5?

### **Forschungsfrage 4**

In Studie 2 zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Persönlichkeitseigenschaften Reaktanz bzw. der Tendenz sozialen Stress zu erleben und der Abgabehöhe in Reaktion auf Zwang20. Lässt sich dieser Zusammenhang auch nachweisen, wenn alternative Formulierungen eingesetzt werden?

Es folgt die Umsetzung dieser Forschungsfragen in statistisch überprüfbare Hypothesen und die Darstellung der Ergebnisse der Hypothesentests. Zum Zwecke größerer Übersichtlichkeit werden die Hypothesen dabei mit einem laufenden Index (römische Ziffern) versehen.

### 3.5.2.2 Effekte der experimentellen Bedingungen auf die Höhe der Abgaben

#### Hypothese zur Höhe der Abgabe in Variante 1 und Variante 2

Um Forschungsfrage 1 zu beantworten, wird zunächst getestet, ob sich die Höhe der Abgaben des Agenten an das Gegenüber unterscheidet, wenn das Gegenüber absichtlich Variante 1 oder Variante 2 wählt. Hierzu ergibt sich aus den Vorbefunden die Hypothese, dass die Abgabe der Agenten größer ist, wenn sich das Gegenüber für Variante 1 (die Umformulierung von Frei20) entscheidet, als wenn sich das Gegenüber für Variante 2 (die Umformulierung von Zwang20) entscheidet.

$H_I$  Die Abgabe eines Agenten ( $x$ ) ist größer, wenn sich das Gegenüber für Variante 1 entscheidet als wenn es Variante 2 wählt.

$$H_{0,I}: x(\text{Variante 1}) \leq x(\text{Variante 2})$$

$$H_{1,I}: x(\text{Variante 1}) > x(\text{Variante 2})$$

#### Ergebnis zur Höhe der Abgabe in Variante 1 und Variante 2

Abbildung 61 und Tabelle 45 stellen die deskriptive Statistik der Ergebnisse zu Hypothese  $H_I$  dar.

Um im Folgenden einen Vergleich mit den Ergebnissen von Studie 2 zu ermöglichen, wird in der Abbildung 61 auch aufgezeigt, wie viele Punkte Agenten in Studie 2 abgeben, wenn das Gegenüber die Option Frei20 oder Zwang20 wählt. Wichtig ist dabei die gesonderte Bedeutung des schraffierten Bereiches im Balken für die Option Zwang20: Die schraffierte Fläche kennzeichnet Punkte, die der Agent *nicht freiwillig*, sondern *gezwungenermaßen* (eben aufgrund des Zwangs in Zwang20), an das Gegenüber überweist. Der darauf aufgesetzte voll farbig gestaltete Bereich stellt die Beträge dar, die Agenten in Reaktion auf Zwang20 in Studie 2 - über den erzwungenen Betrag von 20 Punkten *hinaus* - *freiwillig* an die Prinzipale überweisen (im Durchschnitt also 4,26 Punkte).

Mit dieser Höhe an *freiwillig* überwiesenen Punkten sind alle weiteren voll farbig ausgefüllten Balken in Abbildung 61 zu vergleichen, denn diese Balken stellen allesamt *in ihrer Gänze* wirklich *freiwillig* von Agenten überwiesene Abgaben dar (siehe hierzu auch Hypothese  $H_{II}$ ).

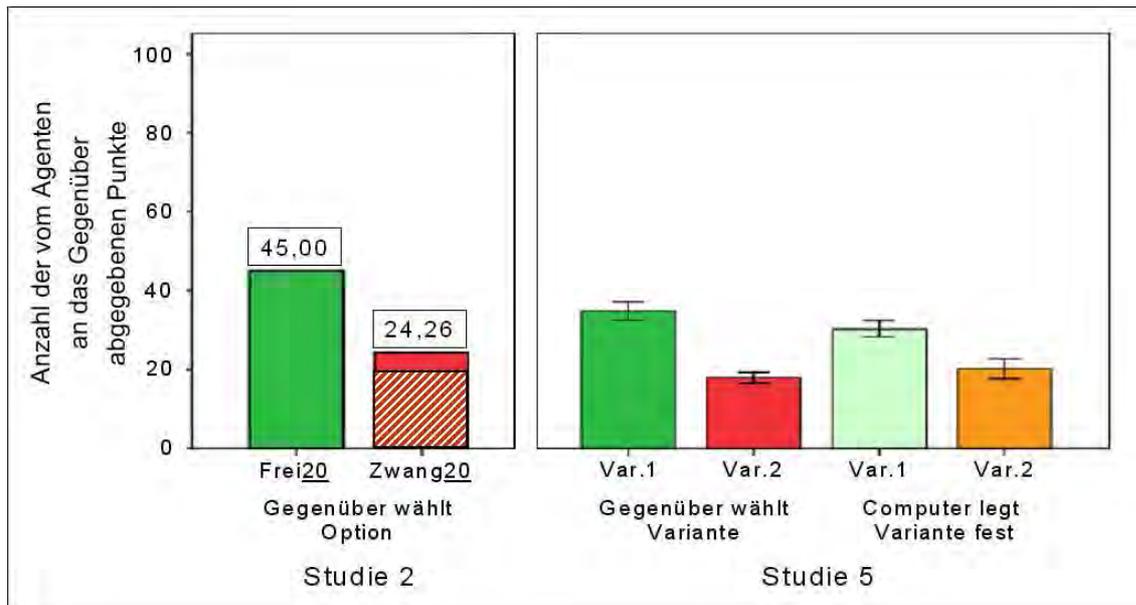


Abbildung 61. Graph zu den durchschnittlichen Abgabehöhen der Agenten in Studie 2 (Frei20/Zwang20) und in Studie 5 (Varianten 1/Variante 2; Var. = Variante). Variante 1 und 2 in Studie 5 werden entweder vom Gegenüber absichtlich ausgewählt oder von einem Computerprogramm festgelegt. Der schraffierte Bereich kennzeichnet die Abgabe, die Agenten *gezwungenermaßen* tätigen, während alle voll farbig ausgefüllten Bereiche die Beträge darstellen, die Agenten *freiwillig* abgeben.

Fehlerbalken: +/- 1 Standardfehler.

Tabelle 45

Deskriptive Statistik zur Anzahl der in Studie 5 von Agenten an Prinzipale abgegebenen Punkte (vgl. Abbildung 61).

	Gegenüber wählt...		Computer legt fest...	
	...dass Variante 1 gespielt wird.	...dass Variante 2 gespielt wird.	...dass Variante 1 gespielt wird.	...dass Variante 2 gespielt wird.
<i>M</i>	34,80	17,94	30,31	20,18
<i>SD</i>	11,09	6,68	9,81	11,87

Anmerkungen. *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung.

Der Test von  $H_1$  wird durch einen *t*-Test für abhängige, gepaarte Stichproben vollzogen. Hierbei wird verglichen, ob zwischen den Mittelwerten der Abgabehöhen in Reaktion auf Variante 1 (vom Gegenüber absichtlich gewählt) und Variante 2 (vom Gegenüber absichtlich gewählt) ein signifikanter Unterschied besteht. Tabelle 46 stellt die Ergebnisse dieses Tests dar.

Tabelle 46

*t*-Test bei abhängigen, gepaarten Stichproben zur Prüfung, ob zwischen den Mittelwerten der Abgabehöhe in Reaktion auf Variante 1 und Variante 2 (jeweils absichtlich vom Gegenüber gewählt) ein signifikanter Unterschied besteht.

t-Test auf Mittelwertgleichheit bei gepaarten Stichproben		
<i>T</i>	df	<i>p</i>
8,344	21	0,000

Anmerkungen. Dargestellt ist der *T*-Wert, die Freiheitsgrade (df) und die Signifikanz *p*.

Es zeigt sich, dass Hypothese  $H_{1,I}$  bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  angenommen werden kann:

- **Die Abgabe der Agenten in Reaktion auf Variante 1 ist signifikant größer als die Abgabe in Reaktion auf Variante 2.**

### Hypothese bezüglich des Unterschiedes der Abgabehöhen in Studie 2 und Studie 5

Eine zweite Hypothese zum Einfluss der Bedingungen auf die Abgabehöhe setzt die Frage um, ob sich die Höhe der *freiwilligen* Abgaben der Agenten in Studie 5 von den *freiwilligen* Abgaben in Studie 2 unterscheiden. Hierzu wird erwartet, dass nach Umformulierung von *Frei20* in *Variante 1* und *Zwang20* in *Variante 2* der Effekt der Bedingungen auf die Reaktionen der Agenten schwächer wird, weil er in Studie 2 zum großen Teil durch die Verwendung der normativ besetzten Ausdrücke *freie Wahl* und *zur Mindestabgabe zwingen* ausgelöst wird. Bei  $x(\text{Zwang20})$  steht in diesem Vergleich der *freiwillig* vom Agenten in Studie 2 abgegebene Betrag im Fokus - also der Betrag über die erzwungen Abgabe von 20 Punkten hinaus (= 4,26 Punkte).

$H_{II}$  Die freiwillige Abgabe der Agenten in Reaktion auf Variante 1 (in Studie 5) ist geringer als die Abgabe in Reaktion auf *Frei20* (in Studie 2). Ebenso ist die Abgabe in Reaktion auf Variante 2 (in Studie 5) größer als die freiwillige Abgabe in Reaktion auf *Zwang20* (in Studie 2).

$H_{0,II}$ :  $x(\text{Variante 1 in Studie 5}) \geq x(\text{Frei20 in Studie 2: 45 Punkte})$

$x(\text{Variante 2 in Studie 5}) \leq x(\text{Zwang20 in Studie 2: 4,26 Punkte})$

$H_{1,II}$ :  $x(\text{Variante 1 in Studie 5}) < x(\text{Frei20 in Studie 2: 45 Punkte})$

$x(\text{Variante 2 in Studie 5}) > x(\text{Zwang20 in Studie 2: 4,26 Punkte})$

### Ergebnisse bezüglich des Unterschiedes der Abgabehöhen in Studie 2 und Studie 5

Für Hypothese  $H_{II}$  wird anhand von zwei  $t$ -Tests bei einer Stichprobe geprüft, ob sich die durchschnittliche Abgabehöhe in Reaktion auf Variante 1 (vom Gegenüber absichtlich gewählt) von der durchschnittlichen Abgabehöhe in Reaktion auf Frei20 in Studie 2 unterscheidet (Testwert:  $x = 45$ ) und ob sich die durchschnittliche Abgabehöhe in Reaktion auf Variante 2 von Höhe der *freiwilligen* Abgabe in Reaktion auf Zwang20 unterscheidet (Testwert:  $x = 4,26$ ). Die Tabellen 47 und 48 zeigen die Ergebnisse dieser Tests.

Tabelle 47

*t*-Test bei einer Stichproben zur Prüfung, ob sich die durchschnittliche Abgabe in Reaktion auf Variante 1 in Studie 5 von der Höhe der Abgabe in Reaktion auf Frei20 (45 Punkte) in Studie 2 signifikant unterscheidet.

*t*-Test auf Mittelwertsunterschied bei einer Stichprobe / Testwert: 45

$T$	df	$p$
-4,315	21	0,000

Anmerkung. Dargestellt ist der  $T$ -Wert, die Freiheitsgrade (df) und die Signifikanz  $p$ .

Tabelle 48

*t*-Test bei einer Stichproben zur Prüfung, ob sich die durchschnittliche Abgabe in Reaktion auf Variante 2 in Studie 5 von der Höhe der *freiwilligen* Abgabe in Reaktion auf Zwang20 (4,26 Punkte) in Studie 2 signifikant unterscheidet.

*t*-Test auf Mittelwertsunterschied bei einer Stichprobe / Testwert: 4,26

$T$	df	$p$
9,609	21	0,000

Anmerkung. Dargestellt ist der  $T$ -Wert, die Freiheitsgrade (df) und die Signifikanz  $p$ .

Die Tests ergeben, dass Hypothese  $H_{I,II}$  angenommen werden kann:

- **Die durchschnittliche Abgabe in Variante 1 ist geringer als die Abgabe in Reaktion auf Frei20 in Studie 2 und die durchschnittliche Abgabe in Variante 2 ist größer als die *freiwillige* Abgabe in Reaktion auf Zwang20 in Studie 2 (d.h. größer als 4,26 Punkte).**

Auf eine wichtige Tatsache hinsichtlich des Effektes der Bedingungen auf die Überweisung durch den Agenten an den Prinzipal muss an dieser Stelle noch hingewiesen werden. Wenn man die Perspektive der Ergebnisdarstellung leicht verändert und statt auf die Höhe der Abgabe des Agenten (x) auf die Höhe der *Gewinne*, welche die Prinzipale zum Ende des Spieles erhalten, fokussiert, so wird Folgendes deutlich:

Agenten in Studie 5 verteilen im Gegensatz zu Agenten in Studie 2 das ihnen zur Verfügung stehende Budget so, dass die Gegenüber ungefähr *gleich viel Gewinn* erhalten, *egal, ob sich die Gegenüber absichtlich für Variante 1 oder Variante 2 entscheiden!* Die Abbildung 62 soll diesen Zusammenhang verdeutlichen.

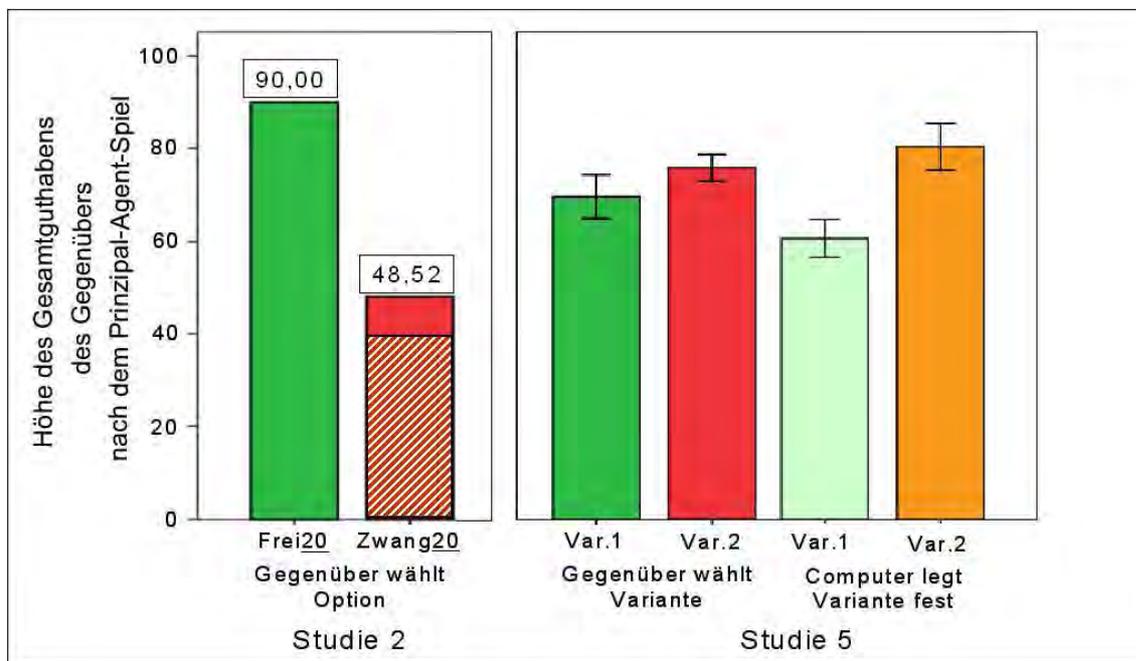


Abbildung 62. Graph zu den mittleren Gewinnen (Gesamtguthaben) des Gegenübers (Prinzipals) zum Ende des Prinzipal-Agent-Spiels in Studie 2 (Agent reagiert auf Frei20 oder Zwang20) und Studie 5 (Agent reagiert auf Variante 1 oder Variante 2, entweder vom Gegenüber gewählt oder vom Computer festgelegt). Der schraffierte Bereich kennzeichnet den Gewinn, den sich der Prinzipal durch Zwang des Agenten sichert, während farbig gefüllte Flächen der Balken den Gewinn der Prinzipale kennzeichnen, der sich aus einer freiwilligen Abgabe des Agenten ergibt. Fehlerbalken: +/- 1 Standardfehler.

In der Abbildung 62 sind die Abgaben der Agenten also direkt in Gewinne der Prinzipale umgerechnet.

Wieder stellt der schraffierte Bereich dar, welchen Gewinn die Agenten dem Prinzipal *gezwungenermaßen*, also *nicht freiwillig*, zukommen lassen. Alle voll farbig gehaltenen Teile der Grafik zeigen dagegen die Gewinnhöhe der Prinzipale, welche sich aus wirklich *freiwilligen* Abgaben der Agenten ergibt.

Es wird deutlich, wie stark sich die Reaktionen der Agenten auf Zwang20 (Studie 2) und auf Variante 2 (Studie 5) unterscheiden, obwohl diese beiden Bedingungen lediglich zwei unterschiedliche Formulierungen *derselben* Spielsituation darstellen (einmal mit und einmal ohne den Begriff *zwingen*):

- **Während Agenten in Studie 2 so reagieren, dass der Gewinn der Prinzipale in Frei20 und Zwang20 sehr unterschiedlich ausfällt, ist dies in Studie 5 nicht der Fall: Die Differenz der Höhe der Gewinne bei absichtlicher Entscheidung des Prinzipals für Variante 1 ( $M=69,6$ ;  $SD=22,176$ ) oder Variante 2 ( $M=75,87$ ;  $SD=13,351$ ) in Studie 5 ist *nicht* statistisch bedeutsam ( $t$ -Test bei gepaarten Stichproben:  $T$ -Wert =  $-1,552$ ;  $df = 21$ ; Signifikanz  $p = ,136$ ).**

Bei Verwendung der alternativen Formulierungen in Studie 5 macht es also *in Bezug auf die Gewinnhöhe* keinen Unterschied, ob sich ein Prinzipal für Variante 1 oder Variante 2 entscheidet - im Durchschnitt geben die Agenten so viel ab, dass das Endguthaben des Prinzipals zwischen 70 und 80 Punkten liegt. Deutlich zielen die Agenten in Studie 5 auf eine *Gleichverteilung* des insgesamt verfügbaren Guthabens für beide beteiligten Spieler: Nach der Auszahlungsregel erhalten Prinzipal und Agent bei einer Abgabe von ungefähr 40 Punkten durch den Agent ein Endguthaben von circa 80 Punkten.

### **Hypothese zur Auswirkung von Intentionalität vs. Nicht-Intentionalität auf die Höhe der Abgaben**

Die dritte Hypothese zum Effekt der Bedingungen auf die Höhe der Abgabe hat die Forschungsfrage 2 zum Inhalt, also ob sich die Reaktionen der Agenten auf jene Bedingungen, in denen der Computer die Festlegung der zu spielenden Variante trifft (Bedingung mit Nicht-Intentionalität) von den Reaktionen der Agenten unterscheidet, wenn das Gegenüber sich *absichtlich* für Variante 1 oder Variante 2 entscheidet (Bedingung der Intentionalität).

Aus Vorbefunden zum Verhalten von Spielern in Situationen, in denen das Gegenüber nicht absichtlich den Spielverlauf steuert (z.B. McCabe et al., 2001) wird abgeleitet, dass die Abgabe in Reaktion auf Variante 1 weniger hoch ausfällt und die Abgabe in Reaktion auf Variante 2 weniger niedrig ist, wenn die Varianten durch ein Computerprogramm festgelegt werden anstatt absichtlich vom Gegenüber ausgewählt sind. Hinter dieser Vermutung steht die Annahme, dass Versuchspersonen *nicht*

*absichtlich* ausgewählte Varianten weniger belohnen (im Fall von Variante 1) bzw. weniger bestrafen (bei Variante 2) als wenn das Gegenüber sich *absichtlich* für eine der beiden Varianten entscheidet.

H<sub>III</sub> Wird die Auswahl der zu spielenden Variante durch das Computerprogramm festgelegt, dann ist die Abgabe (x) in Reaktion auf Variante 1 niedriger als bei einer *absichtlichen* Entscheidung des Gegenübers für Variante 1. Außerdem ist die Abgabe in Reaktion auf Variante 2 größer als bei einer *absichtlichen* Entscheidung des Gegenübers für Variante 2.

H<sub>0,III</sub> : x (Variante 1: Festlegung Computer)  $\geq$  x (Variante 1: Auswahl Gegenüber)

x (Variante 2: Festlegung Computer)  $\leq$  x (Variante 2: Auswahl Gegenüber)

H<sub>1,III</sub> : x (Variante 1: Festlegung Computer)  $<$  x (Variante 1: Auswahl Gegenüber)

x (Variante 2: Festlegung Computer)  $>$  x (Variante 2: Auswahl Gegenüber)

### **Ergebnisse zur Auswirkung von Intentionalität vs. Nicht-Intentionalität auf die Höhe der Abgaben**

Zur Testung von Hypothese H<sub>III</sub> soll mittels einer Varianzanalyse im messwiederholten allgemeinen linearen Modell geprüft werden, ob zwischen den Faktoren Spielvariante (Variante 1 vs. Variante 2) und Intentionalität (Variante vom Gegenüber gewählt vs. vom Computer festgelegt) eine signifikante Interaktion besteht (Tabelle 49).

Tabelle 49

*Varianzanalytische Prüfung einer Interaktion zwischen den Faktoren "Spielvariante" und "Intentionalität" bei ihrer Wirkung auf die durchschnittliche Abgabehöhe.*

*Allgemeines Lineares Modell: Innersubjekteffekte einer Varianzanalyse mit Messwiederholung.*

Innersubjekteffekte	<i>F</i>	<i>p</i>	$\eta^2$
Interaktionseffekt <i>Spielvariante * Intentionalität</i>	5,533	0,028	0,209

*Anmerkungen.* Dargestellt ist der *F*-Wert, die Signifikanz *p* und das partielle Eta-Quadrat ( $\eta^2$ ). Die Freiheitsgrade der *F*-Tests werden durch Huynh-Feldt Epsilon adjustiert.

Die Interaktion zwischen den Faktoren Spielvariante und Intentionalität erweist sich bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  als statistisch bedeutsam (vgl. auch Abbildung 61, S.221) und somit kann Hypothese  $H_{1,III}$  angenommen werden:

- **Wenn die Spielvariante vom Computer festgelegt wird, sind die Abgabehöhen der Agenten weniger extrem ausgeprägt - es wird also in Reaktion auf Variante 1 weniger und in Reaktion auf Variante 2 mehr abgegeben, als wenn die Spielvariante vom Gegenüber absichtlich ausgewählt wird.**

Es soll zusätzlich anhand von geplanten Einzelvergleichen geprüft werden, auf welche Differenz auf dem Faktor Intentionalität diese Interaktion hauptsächlich zurückzuführen ist. Die Ergebnisse dieser Prüfung zeigt Tabelle 50.

Tabelle 50

*Einzelvergleiche zu Unterschieden in der Abgabehöhe in Reaktion auf Variante 1 und Variante 2 für die zwei Stufen des Faktors Intentionalität: Tests bei gepaarten Stichproben.*

Tests bei gepaarten Stichproben über die Stufen des Faktors Intentionalität	<i>T</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
x(Variante 1 bei Auswahl d. Gegenüber) vs. x(Variante 1 bei Festlegung d. Computer)	2,435	21	0,024
x(Variante 2 bei Auswahl d. Gegenüber) vs. x(Variante 2 bei Festlegung d. Computer)	-1,130	21	0,271

*Anmerkung.* Dargestellt ist der *T*-Wert, die Freiheitsgrade (*df*) und die Signifikanz (*p*; 2-seitig).

Es zeigt sich, dass die signifikante Interaktion zwischen den Faktoren Spielvariante und Intentionalität hauptsächlich darauf zurückzuführen ist, dass sich die Abgabehöhen in Reaktion auf Variante 1 unterscheiden - je nachdem, ob diese Variante vom Gegenüber absichtlich ausgewählt oder vom Computer festgelegt wird, geben die Agenten einmal mehr und einmal weniger Punkte an das Gegenüber ab.

### 3.5.2.3 Effekt der Umformulierung auf die emotionale Wahrnehmung von Vertrauen bzw. Misstrauen und den Zusammenhang zwischen diesen Wahrnehmungen und den Abgabehöhen

Forschungsfrage 3 hat zum Inhalt, ob sich durch die Umformulierung von Option Frei20 zu Variante 1 und Option Zwang20 zu Variante 2 die emotionale Wahrnehmung beider Situationen verändert. Wird Variante 1 ebenso stark wie Frei20 in Studie 2 als Vertrauen und Variante 2 ebenso stark wie Zwang20 in Studie 2 als Misstrauen empfunden?

Die Agenten geben in einer Nachbefragung zum Experiment (s. Anhang C; S.302ff.) unter anderem auf einer 5-stufigen Skala (1-5; "gar nicht" bis "sehr") an, inwieweit sie den folgenden Aussagen zustimmen: "Wenn sich das Gegenüber für Spielvariante 1 (A=120; B=0) entschied, empfand ich, dass mein Interaktionspartner mir vertraut." und "Wenn sich das Gegenüber für Spielvariante 2 (A=100; B=40) entschied, empfand ich, dass mein Interaktionspartner mir misstraut."

#### **Hypothese bezüglich einer unterschiedlichen emotionalen Wahrnehmung der Varianten (in Studie 5) und Optionen (in Studie 2)**

Forschungsfrage 3 fragt zunächst danach, ob die Umformulierung der Optionen Frei20 und Zwang20 zu Variante 1 und Variante 2 dazu führt, dass Spielsituationen weniger stark als Vertrauen respektive Misstrauen wahrgenommen werden. Die Vermutung liegt nahe, dass diese Wahrnehmungen durch die Verwendung der alternativen Begrifflichkeiten weniger stark sind. Die Hypothese, die sich so aus Forschungsfrage 3 ergibt, lautet:

$H_{IV}$  Versuchspersonen in Studie 5 nehmen Variante 1 weniger stark als Vertrauen und Variante 2 weniger stark als Misstrauen wahr, als dies bei Versuchspersonen der Studie 2 bezüglich der Optionen Frei20 und Zwang20 der Fall ist. Es werden im Folgenden die Kurzformen SEV für *subjektiv empfundenes Vertrauen* und SEM für *subjektiv empfundenes Misstrauen* verwendet.

$H_{0,IV} : SEV(\text{Variante 1 in Studie 5}) \geq SEV(\text{Option Frei20 in Studie 2});$

$SEM(\text{Variante 2 in Studie 5}) \geq SEM(\text{Option Zwang20 in Studie 2})$

$H_{1,IV} : SEV(\text{Variante 1 in Studie 5}) < SEV(\text{Option Frei20 in Studie 2});$

$SEM(\text{Variante 2 in Studie 5}) < SEM(\text{Option Zwang20 in Studie 2})$

### Ergebnisse bezüglich einer unterschiedlichen emotionalen Wahrnehmung der Varianten (in Studie 5) und Optionen (in Studie 2)

Abbildung 63 und Tabelle 51 bieten die deskriptive Statistik zu Hypothese  $H_{IV}$ .

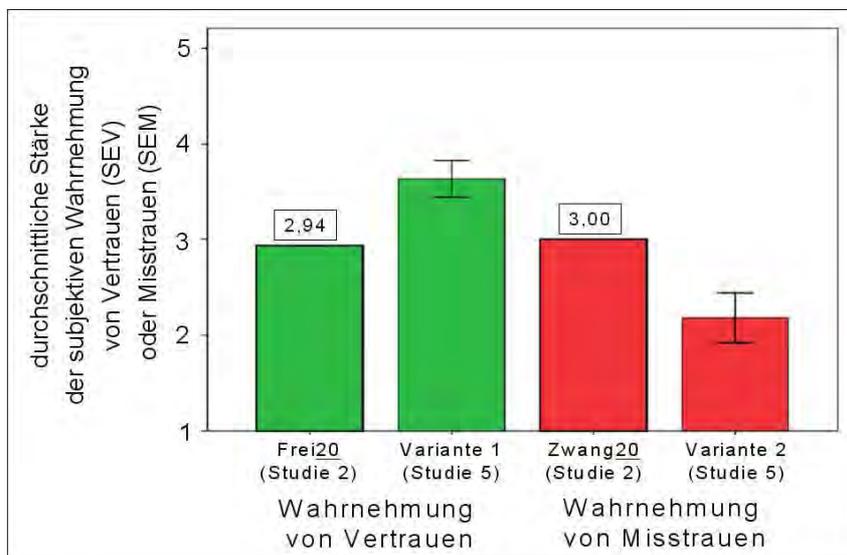


Abbildung 63. Graph zur durchschnittlichen Stärke des subjektiv empfundenen Vertrauens (SEV) und Misstrauens (SEM) beim Erleben von Variante 1 und Variante 2 in Studie 5. Zum Vergleich dargestellt auch die durchschnittliche Stärke von SEM und SEV in Reaktion auf die Optionen Frei20 und Zwang20 in Studie 2. Fehlerbalken: +/- 1 Standardfehler.

### Tabelle 51

Deskriptive Statistik zur Stärke der in Studie 5 von Agenten beschriebenen subjektiven Empfindung von Vertrauen (SEV) und Misstrauen (SEM).

	Gegenüber wählt Variante 1: subjektiv empfundenes Vertrauen	Gegenüber wählt Variante 2: subjektiv empfundenes Misstrauen
<i>M</i>	3,64	2,18
<i>SD</i>	,902	1,220

Anmerkungen. *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung. Skala von 1-5.

Bei der Testung von Hypothese  $H_{IV}$  wird anhand von zwei  $t$ -Tests bei einer Stichprobe geprüft, ob sich die durchschnittliche Stärke von subjektiv empfundenen Vertrauen (SEV) und Misstrauen (SEM) beim Erleben von Variante 1 bzw. Variante 2 in Studie 5 von der Stärke dieser Wahrnehmungen in Studie 2 unterscheidet. In Studie 2 liegt die durchschnittliche Stärke von SEV in Reaktion auf Frei20 bei 2,94 und von SEM in Reaktion auf Zwang20 bei 3,00. Tabellen 52 und 53 stellen die Ergebnisse dieser Tests dar.

Tabelle 52

*t*-Test bei einer Stichprobe zur Prüfung, ob sich die durchschnittliche Stärke des subjektiv empfundenen Vertrauens (SEV) in Reaktion auf Variante 1 in Studie 5 signifikant von der Stärke von SEV in Reaktion auf Option Frei20 in Studie 2 (2,94) unterscheidet.

---



---

*t*-Test auf Mittelwertsunterschied bei einer Stichprobe / Testwert: 2,94

---

<i>T</i>	df	<i>p</i>
3,621	21	0,002

---



---

Anmerkungen. Dargestellt ist der *T*-Wert, die Freiheitsgrade (df) und die Signifikanz *p*.

Tabelle 53

*t*-Test bei einer Stichprobe zur Prüfung, ob sich die durchschnittliche Stärke von subjektiv empfundenem Misstrauen (SEM) in Reaktion auf Variante 2 in Studie 5 von der Stärke von SEM in Reaktion auf Option Zwang20 in Studie 2 (3,00 Punkte) signifikant unterscheidet.

---



---

*t*-Test auf Mittelwertsunterschied bei einer Stichprobe / Testwert: 3,00

---

<i>T</i>	df	<i>p</i>
-3,145	21	0,005

---



---

Anmerkungen. Dargestellt ist der *T*-Wert, die Freiheitsgrade (df) und die Signifikanz *p*.

Wie die Ergebnisse der Tests in Tabellen 52 und 53 zeigen, kann Hypothese  $H_{1,IV}$  nur teilweise angenommen werden:

- **Die durchschnittliche Stärke subjektiv empfundenen Misstrauens (SEM) in Reaktion auf Variante 2 bei Agenten in Studie 5 ist signifikant geringer als SEM in Reaktion auf Zwang20 bei Agenten in Studie 2.**

- **Dagegen gilt nicht die vorhergesagte Beziehung zwischen subjektiv empfundenem Vertrauen (SEV) in Studie 5 und Studie 2: Variante 1 wird von den Agenten in Studie 5 sogar signifikant *mehr* als Vertrauen empfunden als Option Frei20 von den Agenten in Studie 2.**

### **Hypothese bezüglich eines Zusammenhangs zwischen der subjektiven Empfindung von Vertrauen/Misstrauen und den Abgabehöhen**

Außerdem beinhaltet Forschungsfrage 3, ob sich ein Zusammenhang zwischen der individuellen Wahrnehmung von Vertrauen und Misstrauen mit der individuellen Abgabehöhe in den jeweiligen Spielsituationen aufzeigen lässt:

$H_V$  Es zeigt sich ein Zusammenhang zwischen dem subjektiv empfundenen Vertrauen (SEV) bei Variante 1 und der Höhe der Abgabe in Reaktion auf Variante 1. Ebenso zeigt sich ein Zusammenhang zwischen dem subjektiv empfundenen Misstrauen (SEM) bei Variante 2 und der Höhe der Abgabe in Reaktion auf Variante 2.

$H_{0,V}$  : Korrelation zw. SEV und  $x(\text{Variante 1}) \leq 0$

Korrelation zw. SEM und  $x(\text{Variante 2}) \geq 0$

$H_{1,V}$  : Korrelation zw. SEV und  $x(\text{Variante 1}) > 0$

Korrelation zw. SEM und  $x(\text{Variante 2}) < 0$

### **Ergebnisse bezüglich eines Zusammenhangs zwischen der subjektiven Empfindung von Vertrauen/Misstrauen und den Abgabehöhen**

Hypothese  $H_V$  wird anhand von zwei Pearson-Korrelationen zwischen den subjektiven Einschätzungen von Variante 1 als Vertrauen (SEV) bzw. Variante 2 als Misstrauen (SEM) und den entsprechenden Abgabehöhen in Variante 1 und Variante 2 geprüft. Tabelle 54 stellt die Ergebnisse dar.

Tabelle 54

Pearson-Korrelationen zwischen dem Ausmaß von subjektiv empfundenem Vertrauen (SEV) bei Variante 1 und subjektiv empfundenem Misstrauen (SEM) bei Variante 2 und der Höhe der entsprechenden durchschnittlichen Abgaben ( $x(\text{Variante 1})/x(\text{Variante 2})$ ).

Korrelationseffekt	SEV(Variante 1)	SEM(Variante 2)
$x(\text{Variante 1})$	<b>0,357</b> <b>(<math>p= 0,050</math>)</b>	
$x(\text{Variante 2})$		0,185 ( $p= 0,205$ )

Anmerkung. Signifikante Korrelationen sind fett gedruckt ( $p$ -Wert für einseitige Testung).

Eine der beiden Korrelationen zeigt bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  den vorhergesagten Zusammenhang in statistisch signifikanter Weise. Hypothese  $H_V$  wird also nur teilweise bestätigt:

- **Je stärker das subjektiv empfundene Vertrauen einer Versuchsperson beim Erleben von Variante 1 ist, desto mehr Punkte gibt sie an das Gegenüber in dieser Spielsituation ab.**

### 3.5.2.4 Zusammenhang zwischen Persönlichkeitsvariablen und der Höhe der Abgabe

#### Hypothese zum Zusammenhang zwischen Reaktanz und Abgabehöhe

Das Konzept der Reaktanz beschreibt eine unangenehme psychische Spannung, die aus Einschränkungen der freien Entscheidungsmöglichkeiten erwächst. In Studie 2 zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Reaktanz und Abgabehöhe: Je mehr Reaktanz eine Person aufweist, desto weniger gibt sie in Reaktion auf Zwang<sup>20</sup> ab. Es wird vermutet, dass sich dieser Zusammenhang nach der Umformulierung von Zwang<sup>20</sup> zu Variante 2, in der der Zwang zur Abgabe eines Mindestbetrages nicht mehr wörtlich benannt wird, abschwächt und nicht mehr in statistisch bedeutsamer Weise vorliegt:

Hypothese  $H_{VI}$ : Es besteht *kein* Zusammenhang zwischen dem mittels Fragebogen erfassten Reaktanz-Wert einer Versuchsperson und der Höhe ihrer Abgabe in Reaktion auf die Wahl von Spielvariante 2 durch das Gegenüber.

### Ergebnis zum Zusammenhang zwischen Reaktanz und Abgabehöhe

Hypothese  $H_{VI}$  wird anhand einer Pearson-Korrelation zwischen dem Reaktanzwert einer Versuchsperson und ihrer durchschnittlichen Abgabehöhe in Variante 2 getestet. Die Höhe der Korrelation beträgt  $r = ,074$  ( $p = ,371$ ). Somit wird Hypothese  $H_{VI}$  bestätigt:

- **Es findet sich kein Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen der Ausprägung von Reaktanz bei einer Versuchsperson und der Höhe der Abgabe in Variante 2.**

### Hypothesen zum Zusammenhang zwischen Empathie und Abgabehöhe

Wie in Studie 2 ausführlich beschrieben (s. Kapitel 3.2.1.2; S.125ff.), misst der Saarbrücker-Persönlichkeitsfragebogen (SPF) bei einer Versuchsperson die Ausprägung von Facetten des Konstruktes Empathie (Perspektivenübernahme, Fantasie und empathische Anteilnahme), sowie eine dem empathischen Verhalten entgegenstehende Eigenschaft (persönliche Anspannung in der Nähe Anderer, kurz *sozialer Stress*). Es werden die folgenden Hypothesen aufgestellt:

$H_{VII}$  Je höher der mittels SPF erhobene Wert einer Empathie-Facette ist, desto mehr sollte diese Versuchsperson in Reaktion auf Variante 1 abgeben.

$H_{0,VII}$  : Korrelation:  $x(\text{Variante 1})$  mit Wert(Empathie-Facette)  $\leq 0$

$H_{1,VII}$  : Korrelation:  $x(\text{FreiX})$  mit Wert(Empathie-Facette)  $> 0$

$H_{VIII}$  Je höher der mittels SPF erhobene Wert von persönlicher Anspannung in der Nähe Anderer (kurz *sozialer Stress*) ist, desto weniger sollte diese Versuchsperson in Reaktion auf Variante 1 und Variante 2 abgeben.

$H_{0,VIII}$  : Korrelation:  $x(\text{Variante 1})$  mit Wert (Sozialer Stress)  $\geq 0$

und Korrelation:  $x(\text{Variante 2})$  mit Wert (Sozialer Stress)  $\geq 0$

$H_{1,VIII}$  : Korrelation:  $x(\text{Variante 1})$  mit Wert (Sozialer Stress)]  $< 0$

und Korrelation:  $x(\text{Variante 2})$  mit Wert (Sozialer Stress)]  $< 0$

## Ergebnisse zum Zusammenhang zwischen Empathie und Abgabehöhe

Hypothesen  $H_{VII}$  und  $H_{VIII}$  werden anhand von Pearson-Korrelationen zwischen den Skalenwerten des Saarbrücker Persönlichkeitsfragebogens und den durchschnittlichen Abgabehöhen in Variante 1 und Variante 2 getestet. Die Ergebnisse dieser Analysen sind in Tabelle 55 aufgeführt.

Tabelle 55

*Pearson-Korrelationen zwischen den Skalenwerten des Saarbrücker Persönlichkeitsfragebogens (Perspektivenübernahme, Fantasie, empathische Anteilnahme, sozialer Stress) und den Abgabehöhen in Variante 1 bzw. Variante 2.*

Korrelations- effekt:	Perspektiven- übernahme	Fantasie	empathische Anteilnahme	sozialer Stress
x(Variante 1)	$r = 0,135$ ( $p = 0,274$ )	$r = 0,094$ ( $p = 0,339$ )	$r = -0,107$ ( $p = 0,319$ )	$r = -0,245$ ( $p = 0,127$ )
x(Variante 2)	keine Hypothese	keine Hypothese	keine Hypothese	$r = -0,095$ ( $p = 0,338$ )

Die Hypothesen  $H_{I, VII}$  und  $H_{I, VIII}$  können nicht angenommen werden:

- **Es zeigen sich keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den individuellen Ausprägungen der Werte einer Empathie-Facette (Perspektivenübernahme, Fantasie und empathische Anteilnahme) und den Abgabehöhen einer Versuchsperson in Reaktion auf Variante 1 oder Variante 2.**

### 3.5.3 Zusammenfassung zu Studie 5

In Studie 5, in der Versuchspersonen die Rolle des Agenten im Prinzipal-Agent-Spiel einnehmen, wird der Einfluss von *framing* - also der Art und Weise, wie eine Spielsituation beschrieben wird - untersucht und außerdem geprüft, welche Rolle die Absichtlichkeit der Entscheidung des Gegenübers spielt.

Um das *framing* zu untersuchen, wird die herkömmliche Formulierung der Optionen im Prinzipal-Agent-Spiel (der Wortlaut von *FreiX* und *ZwangX*) so verändert, dass nicht mehr die Formulierungen *freie Wahl* und *zur Mindestabgabe zwingen*

verwendet werden (während der effektive Handlungsspielraum der Beteiligten aber trotzdem gleich bleibt). Die in ihrem Wortlaut umformulierte Option *FreiX* wird in Studie 5 als *Spielvariante 1* bezeichnet und die Option *ZwangX* als *Spielvariante 2*.

Die Rolle der Absichtlichkeit der Entscheidung des Gegenübers wird untersucht, indem neben dem menschlichen Spielpartner ein 'Computerprogramm' eingeführt wird, welches die Wahlen des Gegenübers festlegt.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Umformulierung des Wortlautes der Optionen *FreiX* und *ZwangX* den sowohl von Falk und Kosfeld (2006) beschriebenen als auch in den Studien 2 und 4 der vorliegenden Arbeit beobachteten Effekt zum Verschwinden bringt: Die Abgabe der Agenten in Reaktion auf Spielvariante 1 (Umformulierung von *FreiX*) und Spielvariante 2 (Umformulierung von *ZwangX*) ist jeweils so hoch, dass dem Gegenüber am Ende der Interaktion etwas weniger als die Hälfte des insgesamt zur Verfügung stehenden Budgets ausgezahlt wird (kurz: Agenten teilen so, dass beiden Spielern ungefähr 80 Punkte Gewinn zufallen).

Bei der Prüfung des Einflusses der Absichtlichkeit der Entscheidung des Gegenübers zeigt sich, dass Versuchspersonen auf vom Computer festgelegte Handlungen des Gegenübers weniger ausgeprägt reagieren als auf vom Gegenüber absichtlich gewählte Handlungen: Besonders dann, wenn vom Computer Spielvariante 1 (Pendant zu *FreiX*/Vertrauen) festgelegt wird, geben Versuchspersonen weniger Geldeinheiten an das Gegenüber ab, als wenn sich dieses Gegenüber absichtlich für Spielvariante 1 entscheidet.

Ein unerwarteter Befund besteht darin, dass die Versuchspersonen in Studie 5 die Entscheidung des Gegenübers für Spielvariante 1 sogar *noch stärker* als Vertrauen wahrnehmen als Versuchspersonen in Studie 2 eine Entscheidung des Gegenübers für *FreiX*. Für die Umformulierung von *ZwangX* zu Spielvariante 2 zeigt sich dagegen der vermutete Effekt: Versuchspersonen in Studie 5 nehmen Spielvariante 2 weniger als Misstrauen wahr als *ZwangX* in Studie 2 als Misstrauen empfunden wird.

Während sich zwischen der durch eine Versuchsperson subjektiv empfundenen Stärke des Vertrauens in Spielvariante 1 (Pendant zu *FreiX*) und des in Reaktion auf diese Spielvariante abgegebenen Betrages ein korrelativer Zusammenhang zeigt, finden sich keine Beziehungen zwischen den Abgabehöhen und der Stärke von erlebtem Misstrauen, Reaktanz- oder Empathiewerten der Probanden.

## 4 Zusammenfassende Diskussion der Befunde und Ausblick

Es steht außer Zweifel, dass Menschen zu gegenseitigem Hass, selbstüchtigem Egoismus und unglaublichen Aggressionen fähig sind - menschliche Eigenschaften, wie sie in sozialpsychologischen Theorien und Untersuchungen ausführlich beschrieben werden (Krahé, 2001). Die vorliegende Schrift befasst sich jedoch mit der gegenteiligen Facette des menschlichen Wesens - der Tendenz, wohlwollende Beziehungen einzugehen und *freiwillig* soziale Normen zu akzeptieren, die dem Zusammenleben Struktur verleihen und dabei das Wohl von Anderen gleichberechtigt neben den eigenen Nutzen stellen.

Die Bedeutung dieser Fähigkeit zeigt sich in zahlreichen wissenschaftlichen Studien, die den Einfluss wohlwollender, gelungener sozialer Beziehungen auf das physische und psychische Befinden belegen (s. Kapitel 1; S.9ff.): Die Einbindung in vertrauensvolle Beziehungen ist wahrscheinlich das effektivste Mittel, um den individuellen Stress in einer unsicheren Welt und die Angst vor dem Ungewissen zu bannen.

Die Fähigkeit des Menschen, Vertrauen zu geben und zu erwidern, steht im Fokus der vorliegenden Schrift. Sie wird anhand des von Falk und Kosfeld (2006) vorgestellten Paradigmas (*Prinzipal-Agent-Spiel*, s. Kapitel 2.5.1; S.92ff) untersucht, in dem sich ein Spieler (*Prinzipal*) entscheiden muss, ob er

- einen anderen Spieler (*Agent*) dazu zwingt, mindestens einen bestimmten (dem Prinzipal vom Experimentator vorgegebenen) festgelegten Betrag (Mindestabgabebetrag ' $X$ ') von einem Ausgangsguthaben (120 Geldeinheiten) abzugeben, oder
- es dem Agenten freistellt, wie viel er überweist.

Der Agent muss daraufhin entscheiden, wie er auf die Wahl des Prinzipals reagiert (d.h., wie viel er von seinem Ausgangsguthaben an den Prinzipal abgibt). Der Agent hat also einen Auswahlbereich von 0 bis 120 Geldeinheiten (GE), wenn sich der Prinzipal für die zweite Option entscheidet bzw. von  $X$  bis 120, wenn sich der Prinzipal für die erste Option entscheidet.

In Kapitel 2.5.1 (S.92ff.) wird dargestellt, dass entsprechend einer allgemeinen Definition von Vertrauen (Petermann, 1996) eine Wahl der ersten Option die Kriterien für misstrauisches Verhalten erfüllt und eine Entscheidung für die zweite Option Merkmale von vertrauensvollem Verhalten aufweist.

Ein Hauptbefund der Studie von Falk und Kosfeld (2006) ist, dass Agenten in Reaktion auf Vertrauen deutlich mehr Geld freiwillig an den Prinzipal überweisen als wenn dieser Misstrauen zeigt. Die meisten Prinzipale scheinen diese Reaktion vorauszuahnen und wählen von vornherein die vertrauensvolle Option. Eine Befragung der Agenten nach dem Spiel zeigt, dass erste Option tatsächlich häufig als Misstrauen wahrgenommen wird.

Falk und Kosfeld (2006) schlussfolgern aus ihren Befunden, dass die Entscheidung des Prinzipals vermutlich immer auch seine Einstellung oder Erwartung ausdrückt:

- Ein Prinzipal, der die zweite Option wählt, geht davon aus, dass andere Menschen auch ohne dazu gezwungen zu werden bereit sind, etwas an ein Gegenüber abzugeben.
- Ein Prinzipal wählt die erste Option offensichtlich, weil er vom Gegenüber keine freiwillige Abgabe erwartet.

Wie Falk und Kosfeld vermuten, nehmen die Agenten diese Einstellungen der Prinzipale wahr und handeln dann den Erwartungen des Gegenübers entsprechend:

- Agenten, denen Vertrauen entgegengebracht wird, honorieren dieses Vertrauen (sie geben mehr an das vertrauensvolle Gegenüber ab).
- Agenten, denen Misstrauen entgegengebracht wird, bestätigen dieses Misstrauen durch eine Abgabe von gerade so viel, wie sie *gezwungenermaßen* abgeben müssen.

Falk und Kosfeld (2006) bezeichnen diese Mechanismen zusammenfassend als *sich selbst erfüllende Prophezeiung des Misstrauens*.

Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführten Studien haben zum Ziel, die Mechanismen, die dieser *sich selbst erfüllenden Prophezeiung von Misstrauen und Vertrauen* zugrunde liegen, noch eingehender zu beschreiben und zu erklären.

Dazu wird unter anderem die Hirnaktivität der Agenten während des Erlebens und der Reaktion auf entgegengebrachtes Vertrauen und Misstrauen mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT; s. Kapitel 2.4; S.63ff.) aufgezeichnet - einer Methode, in die viele Psychologen große Erwartungen setzen, wenn es um die Identifikation der am Erleben und Handeln beteiligten kognitiven Prozesse geht. In den Ausführungen zur inversen Inferenz (Kapitel 2.4.4.2; S.86ff.) wird beschrieben, warum jedoch die Aktivität eines Hirnareals nur bedingt den Schluss auf die Beteiligung bestimmter kognitiver Prozesse zulässt. Dort wird auch erläutert, was nach Meinung vieler

Autoren eine inverse Inferenz absichern kann: Ein möglichst umfassender Überblick über die vorliegenden Befunde zu den neuronalen Grundlagen bestimmter kognitiver Funktionen sowie konvergente Evidenz neuronaler Aktivität mit Befragungen, Verhaltensmessungen (z.B. Handlungen und Reaktionszeiten) und Persönlichkeitsbeschreibungen.

Eben diese Vorgehensweise - die Verbindung einer umfassenden Literaturrecherche mit dem Einsatz eines breiten Spektrums an Methoden (Verhaltensmessungen, Befragungen und Persönlichkeitsbeschreibungen) - wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit umgesetzt. Im Folgenden sollen die Ergebnisse der fünf experimentellen Studien zusammenfassend beschrieben und zur wissenschaftlichen Ausgangslage der Arbeit (s. Kapitel 2) in Beziehung gesetzt werden.

## **4.1 Das Entscheidungsverhalten in sozialen Interaktionen**

Das konkrete Entscheidungsverhalten von Prinzipalen (Wahl von Vertrauen bzw. Misstrauen) und Agenten (Festlegung der Höhe der Abgabebeträge  $x$ ) in dem im Rahmen der vorliegenden experimentellen Studien verwendeten Prinzipal-Agent-Spiel wird zunächst zu den Befunden von Falk und Kosfeld (2006) und dann zu dem in Kapitel 2.3.4 (S.59ff.) beschriebenen Konzept der sozialen Präferenzen in Beziehung gesetzt.

Der Autor der vorliegenden Schrift verwendet für die oben aufgeführte erste Option den Kurzbegriff *Zwang $\underline{X}$*  und für die zweite Option den Begriff *Frei $\underline{X}$* .

### **4.1.1 Befunde auf Verhaltensebene - Replikation und Erkenntnisgewinn**

Die Befunde der vorliegenden Studien replizieren die Hauptergebnisse von Falk und Kosfeld (2006) eindeutig: So wird in Studie 1 an einer großen Zahl von Versuchsteilnehmern ( $n = 161$ ) gezeigt, dass sich deutlich mehr Prinzipale für die vertrauensvolle Option (*Frei $\underline{X}$* ) entscheiden als für die misstrauische Option (*Zwang $\underline{X}$* ). Ausserdem geben die Agenten sowohl in Studie 2 als auch in Studie 4 signifikant mehr Geldeinheiten an vertrauensvolle Prinzipale ab als an misstrauische Prinzipale.

Während jede Versuchsperson im experimentellen Design von Falk und Kosfeld (2006) nur mit *einer* Höhe des Mindestabgabebetrages ( $\underline{X}$  ist *entweder 5 oder 10 oder 20*) konfrontiert wird, erleben die Agenten in Studie 2 der vorliegenden Arbeit im Verlaufe

des Versuches, wie sich eine bestimmte Anzahl von Prinzipalen für oder gegen die Implementierung eines Mindestabgabebetrag von 5 Geldeinheiten entscheidet (Wahl von entweder Zwang<sub>5</sub> oder Frei<sub>5</sub>), während andere Prinzipale zwischen Zwang<sub>10</sub> und Frei<sub>10</sub> und wieder andere Prinzipale zwischen Zwang<sub>20</sub> und Frei<sub>20</sub> wählen. Da anzunehmen ist, dass mit der Höhe von X die Stärke der Empfindung von Frei<sub>X</sub> als Vertrauen steigt (Überprüfung dieser Annahme s.u.), kann in Studie 2 außerdem eine Forschungsfrage beantwortet werden, die Falk und Kosfeld (2006) so nicht stellen konnten: Empfinden Agenten es als *stärkeres Vertrauen*, wenn ein Gegenüber auf den Zwang zur Mindestabgabe von X = 20 verzichtet, als wenn ein anderes Gegenüber auf den Zwang zur Mindestabgabe von X = 10 oder X = 5 verzichtet? Zeigt sich also ein *intraindividueller Gradient empfundener Vertrauens*?

Zu betonen ist hierbei, dass sich der objektive Handlungsspielraum der Agenten in den Bedingungen Frei<sub>5</sub>, Frei<sub>10</sub> und Frei<sub>20</sub> gleicht (Agenten können zwischen 0 und 120 Geldeinheiten an das Gegenüber abgeben) - die Bedingungen unterscheiden sich aber darin, dass das Gegenüber durch sein Vertrauen (Wahl von Frei<sub>X</sub>) ein unterschiedlich hohes Risiko eingeht, eventuell einen geringeren Betrag zu erhalten als es sich durch Misstrauen (Wahl von Zwang<sub>X</sub>) hätte sichern können.

Setzt sich dieses unterschiedlich hohe Risiko des Prinzipals in eine stärkere Empfindung von Vertrauen bei den Agenten um und hat dies Auswirkungen auf das Verhalten der Agenten? Die Befunde von Studie 2 beantworten diese Fragen: Die Stärke des empfundenen Vertrauens ist bei den Agenten umso größer, je höher der Mindestabgabebetrag X ist, auf dessen Implementierung das Gegenüber mit seiner Entscheidung für Frei<sub>X</sub> verzichtet (s.a. Kap. 4.1.2; S.242). Entsprechend der Stärke des empfundenen Vertrauens verändert sich auch die Reaktion der Agenten auf die Entscheidung des Prinzipals: Agenten geben mehr Geldeinheiten an Prinzipale ab, die stärkeres Vertrauen zeigen.

Diese Befunde ergänzen die Erkenntnisse von Falk und Kosfeld (2006) um wichtige Einsichten: Agenten reagieren nicht nur unterschiedlich auf Vertrauen und Misstrauen, sondern auch intraindividuell differenziert auf die Höhe des entgegengebrachten Vertrauens. Dass dieser Effekt ebenfalls eine Entsprechung auf neuronaler Ebene findet, wird weiter unten diskutiert (s. Kapitel 4.2; S.247ff.).

Eine weitere wichtige Frage leitet sich aus der in Kapitel 2.3 (S.38ff.) dargestellten Wirkweise von *framing* ab. Framing bedeutet, dass es entscheidend sein kann, auf welche

Art und Weise dem Teilnehmer eine Spielsituation, die den Spielern zur Verfügung stehenden Optionen oder die Ergebnisse dargestellt und geschildert werden.

Studie 5 prüft, inwieweit die Art und Weise der Schilderung der von Falk und Kosfeld (2006) verwendeten Optionen des Prinzipals eine Rolle spielt. In den Originalinstruktionen tauchen die Formulierung 'freie Wahl' und die Formulierung 'zwingen, mindestens [ $X$ ] Punkte abzugeben' auf. Es soll geklärt werden, inwieweit ein Bezug auf die Konzepte *Freiheit* und *Zwang* für den von Falk und Kosfeld (2006) beschriebenen - und in den Studien 2 und 4 der vorliegenden Arbeit replizierten - Effekt verantwortlich ist. Um dies zu prüfen, werden in Studie 5 alternative Formulierungen für beide Spielsituationen gewählt, welche ohne eine wörtliche Erwähnung von 'zwingen' und 'frei' auskommen.

Die Befunde sprechen dafür, dass die Verwendung der Begriffe *freie Wahl* und *zwingen* einen ganz entscheidenden Einfluss auf das Verhalten der Probanden hat: Im Gegensatz zu Studie 2 reagieren Agenten in Studie 5 auf die alternativ formulierten Entscheidungen der Gegenüber so, dass die Prinzipale am Ende des Spiels ungefähr *gleich viel* Gewinn erzielen, egal ob sie sich für oder gegen die Begrenzung des Handlungsspielraumes des Agenten entschieden hatten. Die Agenten reagieren also im Kontrast zu den Befunden von Falk und Kosfeld (2006) und den Ergebnissen von Studie 2 und 4 nicht mehr bestrafend auf Misstrauen, wenn in der Formulierung der Situation nicht mehr das Wort 'zwingen' auftaucht. Eine mögliche Interpretation dieses Effektes wird im Folgenden erläutert.

In Studie 2 und 4 beträgt die Abgabe ( $x$ ) der Agenten in Reaktion auf Vertrauen (*Frei $X$* ) im Durchschnitt ungefähr 40 Punkte. Die geltende Auszahlungsfunktion (Agenten erhalten 120 Geldeinheiten abzüglich  $x$ ; Prinzipale erhalten  $2x$ ) bedingt in diesem Fall, dass *beide* Parteien mit ungefähr *gleich viel Gewinn* das Spiel beenden: Agent und Prinzipal erhalten ungefähr 80 Punkte. Dagegen ist die Abgabe der Agenten in Reaktion auf Misstrauen (*Zwang $X$* ) in Studie 2 und 4 stets nicht viel höher als der Betrag  $X$ , zu dessen Mindestabgabe der Prinzipal den Agenten durch eine Wahl von *Zwang $X$*  nötigt.

Hier liegt die Interpretation nahe, dass Agenten im Sinne der in Kapitel 2.3.4 (S.59ff.) erläuterten *sozialen Präferenz der Reziprozität* handeln: Eine angenehme Handlung des Gegenübers wird honoriert (Agenten belohnen das Vertrauen des Gegenübers dadurch, dass sie ihm ebenso viel Gewinn zukommen lassen, wie sie für sich selbst beanspruchen), während eine unangenehme Handlung des Gegenübers bestraft wird

(Agenten geben einem misstrauischen Gegenüber nur so viel ab, wie sie gezwungenermaßen müssen).

In deutlichem Kontrast zu diesen Beobachtungen in Studien 2 und 4 legen die Befunde von Studie 5 nahe, dass sich durch die Umformulierung der Spieloptionen ein *Wechsel der sozialen Präferenz* ergibt: Agenten geben in Reaktion auf *beide* Spielsituationen (also auch auf die umformulierte Option *Zwang*X) jeweils so viel ab, dass die Prinzipale nach den geltenden Auszahlungsfunktionen immer ähnlich viel erhalten wie die Agenten. Dies zeigt, dass Agenten hier nach der *sozialen Präferenz der gleichen Verteilung des zur Verfügung stehenden Gutes* handeln, nicht nach der *sozialen Präferenz der Reziprozität*.

Es liegt die Vermutung nahe, dass je nach Formulierung der Spielsituation unterschiedliche soziale Präferenzen angesprochen werden: Die Verwendung der Begriffe *freie Wahl* oder *Zwang* prägt die soziale Beziehung zwischen den Spielpartnern so, dass mit Reziprozität agiert wird - Gutes wird belohnt und Schlechtes wird bestraft -, während eine normativ neutrale, 'nüchterne' Formulierung der Spieloptionen wie in Studie 5 dazu beiträgt, dass Agenten in einer Einschränkung ihres Handlungsspielraumes keine zu bestrafende Ungehörigkeit, sondern eher eine nachvollziehbare Bemühung des Gegenübers um Gewinn erkennen, welche nicht bestraft werden muss. Dass sich die Äußerungen der Agenten nach den Experimenten hinsichtlich ihrer emotionalen Wahrnehmungen beim Erleben der Spieloptionen mit dieser Interpretation decken, wird in Kapitel 4.1.2 diskutiert.

Eine entscheidende allgemeine Erkenntnis aus den Befunden auf Verhaltensebene der vorliegenden Arbeit ist, dass Prinzipale in starkem Maße dazu bereit sind, Vertrauen zu geben, während Agenten die deutliche Bereitschaft zeigen, den zur Verfügung stehenden Gesamtbetrag zu gleichen Teilen aufzuteilen (nach den Auszahlungsregeln erhalten beide Spieler 80 GE dann, wenn ein Agent 40 GE an den Prinzipal überweist). Die Agenten tun dies, obwohl sie die Identität des Gegenübers nicht kennen und es für sie keinerlei negative Auswirkungen hätte, wenn sie nichts von ihrem Ausgangsguthaben abgäben. Diese Bereitschaft wird besonders in Studie 5 deutlich, wo die Agenten in Reaktion auf beide Bedingungen so reagieren und in den Studien 2 und 4 immer dann, wenn sich das Gegenüber für Vertrauen entscheidet.

Mit diesen Ergebnissen liefern die vorliegenden Studien weitere Bestätigungen der in Kapitel 2.3 (S.38ff.) ausführlich dargestellten Beobachtung, dass Menschen keinesfalls

im Sinne eines Nash-Equilibriums handeln, welches sich an einer Grundannahme der klassischen Spieltheorie (Menschen seien ausschließlich an einer Steigerung des eigenen Nutzens orientiert) ausrichtet:

Für das Prinzipal-Agent-Spiel würde dieses Nash-Equilibrium bestätigt, wenn Agenten immer einen möglichst niedrigen Betrag abgäben (also 0 Geldeinheiten dann, wenn ihnen Vertrauen entgegengebracht wird und Geldeinheiten in der Höhe von  $\underline{X}$ , wenn ihnen Misstrauen entgegengebracht wird) und sich Prinzipale, dieses Verhalten vorhersehend, sich stets für Misstrauen entscheiden würden. Die Befunde der vorliegenden Arbeit zeigen jedoch, dass dies eindeutig nicht der Fall ist.

#### **4.1.2 Die individuelle Wahrnehmung des Verhaltens und der Einstellungen des Gegenübers**

Die oben erläuterten Überlegungen von Falk und Kosfeld (2006) hinsichtlich einer *sich selbst erfüllenden Prophezeiung von Misstrauen und Vertrauen* gründen auf Annahmen zur Wahrnehmung, die Agenten und Prinzipale voneinander haben.

Zur Überprüfung dieser Annahmen stellen sich vielfältige Fragen, z.B. 'Wie nehmen beide Parteien das Verhalten des Gegenübers im Spielverlauf wahr?', 'Welche Reaktion erwartet ein Prinzipal vom Agenten?', 'Welche Einstellungen schreibt ein Agent einem Prinzipal zu, von dem er erfährt, dass er sich für eine bestimmte Option entschieden hat?'. Um diese und ähnliche Fragen zu beantworten, werden die Spielpartner im Laufe der Studien ausführlich befragt. Im Folgenden sollen die Ergebnisse dieser Befragungen zusammengefasst und zu den oben beschriebenen Befunden auf Verhaltensebene bei Prinzipalen und Agenten in Beziehung gesetzt werden.

Welche Wahrnehmungen Prinzipale im Prinzipal-Agent-Spiel haben, wird in Studie 3 ergründet. Hier sollen sich Versuchspersonen entweder für die Option Frei $\underline{X}$  oder Zwang $\underline{X}$  entscheiden, wobei  $\underline{X}$  mit dem Wert 20 belegt ist. Probanden, die sich für Vertrauen entscheiden (Wahl von Frei20), geben als Beweggründe für diese Wahl an, dass sie sich in den Anderen hineinversetzen und erwarten, dass ihr Gegenüber diese Entscheidung als sympathisch, angenehm oder vertrauensvoll empfinden wird und auf das entgegengebrachte Vertrauen wahrscheinlich positiv reagiert. Sie nehmen an, dass das Gegenüber eine Entscheidung für Zwang20 hingegen als Misstrauen und unangenehm erleben würde und dass dies wahrscheinlich negative Reaktionen hervorriefe.

Insbesondere zeigt sich, dass unter vertrauensvollen Prinzipalen der Anteil an Personen, die positive Erwartungen an andere Menschen haben, größer ist als unter den misstrauischen Prinzipalen: Vertrauensvolle Prinzipale erwarten vom Gegenüber eine höhere Abgabe in Reaktion auf Frei20 als auf Zwang20 und nehmen an, dass das Gegenüber ihnen ebenso Vertrauen schenken würde, wenn die Rollen vertauscht wären. Im Kontrast dazu erwarten misstrauische Prinzipale genau das Gegenteil - eine geringere Abgabe des Gegenübers in Reaktion auf Frei20 als auf Zwang20.

Aus den Ergebnissen der Befragungen wird weiterhin deutlich, dass Prinzipale vermutlich von ihren eigenen Gedanken und Gefühlen auf die des Gegenübers schließen. So erwarten Sie, dass beim Anderen die gleichen Empfindungen hinsichtlich der Wahrnehmung von Vertrauen und Misstrauen eintreten, die sie auch selbst erleben würden, wenn die Rollen im Spiel vertauscht wären.

Ausserdem besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Höhe der vom Agenten erwarteten Abgabe in Reaktion auf Frei20 und Zwang20 und der Höhe des Betrages, den ein Prinzipal selbst abzugeben bereit wäre, wenn mit vertauschten Rollen gespielt würde.

Diese Befunde sprechen eine deutliche Sprache: Betreffs des Erlebens und Handelns von Prinzipalen kann der erste Teil der von Falk und Kosfeld (2006) angenommenen *sich selbst erfüllenden Prophezeiung von Misstrauen und Vertrauen* bestätigt werden. Prinzipale entscheiden sich für Vertrauen oder Misstrauen, weil sie entweder positive oder negative Erwartungen an den Agenten haben. Während vertrauensvolle Prinzipale vom Agenten erwarten, dass dieser ihr Vertrauen spüren und honorieren wird, fehlt misstrauischen Prinzipalen die Fähigkeit oder die Zuversicht, dies anzunehmen.

Was Agenten empfinden, wenn sie mit den Entscheidungen der Prinzipale für Vertrauen oder Misstrauen konfrontiert werden, erfassen die Experimente in den Studien 2, 4 und 5 und Befragungen im Anschluss an die Spiele.

Wenn Agenten in Studie 2 ihre Wahrnehmung der Handlung des Gegenübers in freiem Antwortformat beschreiben sollen, tun sie dies sehr oft im Sinne eines sozialen Signals, welches eine Erwartungshaltung oder eine Absicht des Prinzipals ausdrückt: Eine Wahl von Option FreiX durch den Prinzipal wird von Agenten als angenehme und vertrauensvolle Entscheidung empfunden und eine Wahl von Option ZwangX als unangenehmer Ausdruck von Misstrauen. Viele Probanden schildern, dass sie Vertrauen

durch eine höhere Abgabe von Punkten belohnen wollen und bei Misstrauen nur den geforderten Mindestbetrag abgeben.

Gleichermaßen zeigt sich bei der Auswertung von Äußerungen in gebundenem Antwortformat, dass Agenten umso weniger in Reaktion auf Zwang $\underline{X}$  an das Gegenüber abgeben, je mehr sie die Wahl dieser Option als Misstrauen empfinden.

In der Befragung von Studie 2 wird auch die Existenz des oben schon in seiner Wirkung beschriebenen *intraindividuellen Gradienten des Vertrauens* im Erleben der Agenten belegt: Versuchspersonen geben an, das sie Vertrauen umso stärker empfinden, je höher der Mindestabgabebetrag  $\underline{X}$  ist, auf dessen Implementierung der Prinzipal mit der Wahl von Frei $\underline{X}$  verzichtet. Dieses Ergebnis stützt die oben angeführten Effekte zur Auswirkung verschieden hohen Vertrauens auf das Verhalten der Agenten (je höher  $\underline{X}$  in Frei $\underline{X}$ , desto höher die freiwillige Abgabe der Agenten an die Prinzipale) und rundet somit die Ergänzung der interindividuellen Erkenntnisse von Falk und Kosfeld (2006) um eine intraindividuelle Dimension der Reaktion auf unterschiedlich hohes Vertrauen ab.

Zusätzlich zu diesen Ergebnissen der Befragungen in Studie 2 soll Studie 4 experimentell prüfen, inwieweit Agenten eine Verbindung zwischen den Einstellungen und den Entscheidungen von Prinzipalen annehmen.

Dazu wird den Agenten *vor* der Information, ob sich das Gegenüber für Vertrauen oder Misstrauen entschieden hat, eine Mitteilung zur Überzeugung des Gegenübers gegeben, dass Menschen im Allgemeinen *oft* bzw. *selten* bereit sind, mit Anderen zu teilen. Die Agenten werden gebeten, aus dieser Einstellung vorherzusagen, ob sich das Gegenüber für oder gegen Vertrauen entschied. Die Befunde legen nahe, dass Agenten eine deutliche Verbindung zwischen der Einstellung und der Entscheidung von Prinzipalen erwarten: Wird Agenten mitgeteilt, dass der Prinzipal überzeugt ist, Menschen seien *oft* bereit, mit Anderen zu teilen, so erwartet der Agent von diesem Prinzipal *häufiger*, dass er sich für Frei $\underline{X}$  (Vertrauen) entscheidet, als wenn dem Agenten mitgeteilt wird, der Prinzipal sei überzeugt, dass Menschen *selten* bereit sind, miteinander zu teilen.

Die geschilderten Ergebnisse belegen also auch die Wirkung des zweiten Teils der von Falk und Kosfeld (2006) angenommenen *sich selbst erfüllenden Prophezeiung von Misstrauen und Vertrauen*. Agenten nehmen das Verhalten des Prinzipals im Sinne eines sozialen Signals, welches über die Erwartungen und Einstellungen des Prinzipals Auskunft gibt, wahr und reagieren in Übereinstimmung mit diesem Signal: Positiven

Erwartungen und Einstellungen des Gegenübers wird vermehrt mit prosozialem Verhalten (höhere Abgabe) entsprochen, wogegen in Reaktion auf negative Erwartungen und Einstellungen die Tendenz zu prosozialem Verhalten sinkt.

Bei der obigen Diskussion der Ergebnisse zu den Abgabehöhen wurde schon auf den Hintergrund von Studie 5 eingegangen: Eine Umformulierung der Spielsituation, d.h. eine andere Wortwahl bei der Darstellung der Optionen, die dem Prinzipal zur Auswahl stehen, soll zeigen, inwieweit das Verhalten der Agenten von *framing* beeinflusst sein könnte. Deshalb kommen in der 'normativ neutralen' Umformulierung von FreiX und ZwangX nicht mehr die Worte *freie Wahl* und *zur Mindestabgabe zwingen* vor.

Als Hauptbefund von Studie 5 ergibt sich, dass Agenten eine Einschränkung ihres Handlungsspielraums nicht mehr durch die Abgabe von möglichst wenig Geldeinheiten bestrafen (wie das in Reaktion auf ZwangX in den Studien 2 und 4 der Fall ist). Stattdessen teilen Agenten in *beiden Spielbedingungen* das zur Verfügung stehende Guthaben so auf, dass beide Spieler am Ende ungefähr gleich viel Gewinn haben.

Dieses Verhalten der Agenten in Studie 5 findet seine Entsprechung in den durch zusätzliche Befragung erhobenen Äußerungen der Versuchspersonen zur Empfindung der zwei Spielvarianten als Vertrauen oder Misstrauen: Die Stärke der Empfindung von Misstrauen ist in Studie 5 geringer als in Studie 2, wogegen die Stärke der Empfindung von Vertrauen in Studie 5 sogar noch stärker ist als in Studie 2.

Dass die Einschränkung des eigenen Handlungsspielraumes durch die Umformulierung von den Agenten weniger stark als Misstrauen wahrgenommen wird, könnte den anzunehmenden Wechsel von der *sozialen Präferenz der Reziprozität* hin zur *sozialen Präferenz der Gleichverteilung* (s.o.) bedingen und somit die in Kapitel 2.3 (S.38ff.) geschilderte Bedeutung von *framing* unterstreichen.

Diese Beziehung wird zusätzlich durch die Beobachtung gestützt, dass sich in Studie 5 ein korrelativer Zusammenhang zwischen der Stärke des empfundenen *Vertrauens* und der Höhe der Abgabe in Reaktion auf die vertrauensvolle Handlung zeigt, wogegen in Studie 2 ein korrelativer Zusammenhang zwischen der Stärke des empfundenen *Misstrauens* und der Höhe der Abgabe in Reaktion auf die misstrauische Handlung besteht.

Eine weitere experimentelle Prüfung, wie Agenten ihr Gegenüber wahrnehmen, stellt die in Studie 5 eingesetzte Variation zwischen *Intentionalität* und *Nicht-Intentionalität* dar: Dem Agenten wird mitgeteilt, dass einige Prinzipale nicht selbst bestimmen können, welche Spielvariante umgesetzt wird, sondern dass ein 'Computerprogramm' dies festlegt. Der Agent soll daraufhin trotzdem entscheiden, wie viel Guthaben er an diese Prinzipale überweist, obwohl er deren tatsächliche Handlung nicht kennt.

Mit dieser Gestaltung der Spielsituation soll eine Alternativbedingung zur intentionalen Entscheidung des Gegenübers geschaffen und geprüft werden, ob ähnliche Effekte auftauchen wie z.B. bei McCabe, Rigdon und Smith (2003), welche in einem Vertrauens-Spiel zeigen, dass Trustees doppelt so häufig Vertrauen *nicht* erwidern, wenn man ihnen mitteilt, dass der Investor aus bestimmten Gründen keine andere Wahl hatte als Vertrauen zu schenken (McCabe, Rigdon & Smith, 2003).

Es zeigt sich in den Ergebnissen von Studie 5, dass die Abgabehöhen der Agenten weniger extrem ausgeprägt sind, wenn die Spielvariante vom Computer festgelegt wird anstatt vom Gegenüber: Agenten geben bei Festlegung durch den Computer in Reaktion auf Variante 1 (Pendant zu FreiX) weniger und in Reaktion auf Variante 2 (Pendant zu ZwangX) mehr ab als in Reaktion auf absichtliche Entscheidungen durch das Gegenüber. Somit werden auch Hinweise darauf gefunden, dass es für die Agenten bedeutsam ist, dass die Spielbedingungen auf *sozial-interaktive, absichtsvolle Entscheidungen von realen Personen* zurückgehen.

### **4.1.3 Die Bedeutung von Persönlichkeitsvariablen**

Als weiterer Bestandteil der Analyse des Verhaltens von Prinzipalen und Agenten wird die Ausprägung von Persönlichkeitsvariablen gemessen und zu den Entscheidungen der Spieler in Beziehung gesetzt. Als relevante Persönlichkeitsmerkmale erscheinen Reaktanz und Empathie. Beide Konzepte werden in Kapitel 3.2.1.5 (S.129ff.) ausführlich erläutert.

Entsprechend der angenommenen Bedeutung von Reaktanz als Tendenz, auf Begrenzungen der eigenen Handlungs- und Entscheidungsfreiheit negativ zu reagieren, zeigt sich in Studie 2 Folgendes: Agenten geben umso weniger in Reaktion auf die mit dem Zwang zur Abgabe des Mindestbetrages einhergehende Einschränkung des

Entscheidungsspielraumes an das misstrauische Gegenüber ab, je höher ihr Reaktanzwert ist.

In Studie 5 zeigt sich dieser Zusammenhang nicht, was dadurch bedingt sein könnte, dass die normativ neutrale Neuformulierung von Zwang $\underline{X}$  in Studie 5 von den Agenten nicht hinreichend stark als Misstrauen wahrgenommen wird (s.o.).

In Studie 2 stehen die Abgabehöhen der Agenten in Reaktion auf Vertrauen nicht in der erwarteten Beziehung zu den Empathieskalenwerten Perspektivenübernahme, Fantasie und empathische Anteilnahme. Es bestätigt sich aber, dass Agenten umso mehr an ein Gegenüber abgeben, je geringer ihr individueller Wert auf der Empathieskala *sozialer Stress* (persönliche Anspannung in der Gegenwart von Anderen) ist.

In Studien 4 und 5 zeigt sich (bis auf einen Zusammenhang zwischen der Fähigkeit zur Perspektivenübernahme und der prosozialen Reaktion auf Vertrauen in Studie 4) kein statistisch bedeutsamer Zusammenhang zwischen der Ausprägung von Werten auf Empathiefähigkeitsskalen und dem Abgabeverhalten der Agenten.

Während die Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen der Empathiefähigkeit und dem Verhalten von Agenten also relativ schwach sind, scheint Empathie jedoch für das Verhalten von Prinzipalen stärkere Bedeutung zu haben: In Studie 3 zeigt sich, dass diejenigen Prinzipale, die sich für Vertrauen entscheiden (Frei $\underline{X}$  wählen), höhere Werte in Empathiefähigkeit aufweisen als Prinzipale, die sich für Misstrauen entscheiden.

## **4.2 Die neuronalen Grundlagen von Entscheidungsprozessen im Prinzipal-Agent-Spiel**

Im Folgenden werden die Hauptbefunde zu den neuronalen Grundlagen von Entscheidungen der Agenten im Prinzipal-Agent-Spiel (Studie 2) zu den in den Kapiteln 2.1 - 2.3 aufgeführten Vorbefunden in Beziehung gesetzt.

### **4.2.1 Befunde zu den neuronalen Grundlagen der Entscheidungsfindung: Bewertung, Konflikt, Kontrolle und Handlung**

In Kapitel 2.1 (S.14ff.) werden die Erkenntnisse zu den neuronalen Grundlagen von Entscheidungsfindung im Rahmen eines zweistufigen Prozessmodells dargestellt, in welchem nach einer anfänglichen Bewertung der zur Verfügung stehenden Möglichkeiten

eine Auswahl der für den Entscheider vorteilhaftesten Option erfolgt. Bei der Auswahl wiederum wurde zwischen Teilprozessen der Konfliktbearbeitung, der Handlungsplanung und Kontrolle und schließlich der Umsetzung der Entscheidung in eine konkrete Auswahlhandlung unterschieden.

Um die neuronalen Grundlagen der Entscheidungsfindung im Prinzipal-Agent-Spiel zu beschreiben, wird die Hirnaktivität bei Agenten in dem Zeitbereich ausgewertet, in dem sie sich im Spiel entscheiden müssen, wie viel sie in Reaktion auf entgegengebrachtes Vertrauen oder Misstrauen an den Prinzipal abgegeben wollen. Aus diesen Messungen werden *differentielle Kontraste* gebildet, indem man die Entscheidungsprozesse in Reaktion auf Vertrauen in Relation zu den Entscheidungsprozessen in Reaktion auf Misstrauen setzt. Abgebildet werden somit diejenigen Hirnregionen, die beim Erleben von Vertrauen *aktiver* sind als beim Erleben von Misstrauen.

Bei einer Anwendung der strengen Korrekturmethode FWE für multiple Vergleiche (s. Kapitel 2.4.3.4; S.76ff.) zeigt sich eine Mehraktivierung im Bereich des dorsalen anterioren cingulären Cortex (dACC) und linken dorsolateralen präfrontalen Cortex (DLPFC) beim Erleben von Vertrauen relativ zum Erleben von Misstrauen.

Bei Verwendung der liberaleren Korrekturmethode FDR (s. Kapitel 2.4.3.4; S.76ff.) wird darüber hinaus auch Mehraktivierung im dorsalen Striatum, in der anterioren Insula, sowie im prämotorischen Cortex und parietalen Arealen abgebildet.

Dass das dorsale Striatum, ein Areal, welches an neuronalen Prozessen der Belohnungsverarbeitung beteiligt ist (s. Kapitel 2.1.2; S.18ff.), beim Empfangen von Vertrauen mehr aktiviert ist als beim Erleben von Misstrauen, ergänzt die oben schon diskutierten Befunde der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Studien.

Es ergibt sich also zusätzlich zu den Verhaltensbefunden und Selbstaussagen der Agenten auch ein Befund auf neuronaler Ebene, der die Interpretation, dass *Vertrauen zu empfangen belohnend wirkt* noch weiter absichert.

Von Bedeutung ist dieses Ergebnis nicht zuletzt deshalb, weil es eine wichtige Frage klärt, die in Kapitel 2.5 (S.91ff.) aufgestellt und erläutert wird: Ist die Aktivierung des dorsalen Striatums in Reaktion auf erlebtes Vertrauen (wie King-Casas et al. 2005 beschreiben) darauf zurückzuführen, dass der Empfänger des Vertrauens dies als angenehme soziale Geste empfindet oder weil im bisher zur Messung von Vertrauen

verwendeten Vertrauens-Spiel (engl.: *trust-game*; S.50ff.) das Empfangen von Vertrauen mit dem Empfang von finanzieller Belohnung konfundiert ist?

Das Ergebnis der vorliegenden Studie 2 zeigt eindeutig: Auch in einem Spiel, bei dem das Empfangen von Vertrauen *nicht* dazu führt, dass der *Gewinn* des Vertrauens-Empfangenden *steigt* (Agenten geben in Reaktion auf Vertrauen sogar *mehr* an den Prinzipal ab als in Reaktion auf Misstrauen, was einem 'selbstverursachten' effektiven finanziellem *Verlust* ähnelt), zeigt sich eine Aktivierung des dorsalen Striatums.

Diese Beobachtung wird zusätzlich durch deutliche konvergente Evidenz gestützt. Der oben beschriebene *Gradient des Vertrauens* (das differentielle Erleben und die Reaktion auf unterschiedliche Stärken des entgegengebrachten Vertrauens) zeigt sich nicht nur in den Abgabehöhen und den Selbstaussagen der Agenten, sondern auch in der Aktivierung des dorsalen Striatums: Je höher der Mindestabgabebetrag  $X$ , auf den ein Prinzipal mit der Wahl von  $\text{Frei}X$  verzichtet, desto stärker ist die Mehraktivierung im dorsalen Striatum der Agenten.

Gleichermaßen bestätigt der Befund einer Mehraktivierung des dACC, einer Hirnregion, die mit Konfliktverarbeitung assoziiert wird (s. Kapitel 2.1.3.1; S.21ff.), die Verhaltensbeobachtung, dass Agenten in Reaktion auf Vertrauen mehr Zeit benötigen, um ihre Entscheidung zu treffen, als in Reaktion auf Misstrauen.

Die Messung der Reaktionszeitkosten und die neuronale Aktivität legen demzufolge übereinstimmend nahe, dass Agenten bei der Reaktion auf Vertrauen einen größeren inneren Konflikt verspüren. Vermutlich ist dies kein rein kognitiver Konflikt, denn die beiden Bedingungen  $\text{Frei}X$  und  $\text{Zwang}X$  unterscheiden sich nicht wesentlich hinsichtlich ihrer Komplexität, sondern eher ein moralischer Konflikt: Agenten fällt es leichter, ein misstrauisches Gegenüber mit der Abgabe des Mindestbetrages zu bestrafen, als beim Erleben von Vertrauen zu entscheiden, mit wie viel Geldeinheiten sie dieses angenehme Verhalten belohnen wollen.

Diese konvergente Validität zwischen Reaktionszeitkosten und Hirnaktivierung wird durch einen korrelativen Befund ergänzt: Der dACC eines Agenten ist umso mehr aktiviert, je länger die Reaktionszeitunterschiede zwischen Reaktionen auf Vertrauen im Vergleich zu Reaktionen auf Misstrauen bei diesem Agenten sind.

Die in den Kapiteln 2.1.3.2 (S.23ff.) und 2.2.4 (S.37ff.) besprochenen Befunde legen nahe, dass der DLPFC eine entscheidende Rolle bei der Kontrolle von Konflikten

und der Handlungsplanung spielt. In diesem Zusammenhang scheint die Interpretation plausibel, dass der oben beschriebene erhöhte Entscheidungskonflikt von Agenten bei der Reaktion auf Vertrauen im Gegensatz zu Misstrauen auch zu aufwändigeren neuronalen Prozessen der Konfliktkontrolle und Handlungsplanung führt. Eine ähnliche Argumentation bietet sich für den Befund einer Mehraktivierung von parietalen Arealen und prämotorischen Cortices an, welche auf der Basis der in Kapitel 2.1.3.3 (S.24ff.) vorgestellten Arbeiten als neuronale Basis für die Vorbereitung der konkreten Umsetzung einer Entscheidung in Auswahlhandlungen angesehen werden können.

#### 4.2.2 Befunde zu den neuronalen Grundlagen von sozialem Erleben

Aufbauend auf Studienergebnissen, die in den Kapiteln 2.2 (S.26ff.) und 2.3 (S.38ff.) vorgestellt werden, wird in Kapitel 2.5.2 (S.97ff.) eine für den Autor der vorliegenden Arbeit interessante Forschungsfrage hinsichtlich der spezifischen Funktion von dACC und anteriorer Insula (AI) in sozialen Interaktionen formuliert:

Beide Regionen werden oft als 'affektive', d.h. mit der Verarbeitung von Gefühlen assoziierte, Areale bezeichnet (Pessoa, 2008) und tauchen in den zitierten Studien zur Entscheidungsfindung, dem sozialen Erleben und der Neuroökonomie wiederholt auf: Zum Beispiel als neurophysiologisches Korrelat von Konfliktbearbeitung (Mansouri, Tanaka & Buckley, 2009), unangenehmen Körperempfindungen (Craig, 2009), Empathie für den Schmerz Anderer (Singer, 2009) oder sozialem Schmerz aufgrund der Erfahrung, aus der Gruppe ausgeschlossen zu werden (Eisenberger, Jarcho, Lieberman & Naliboff, 2006; Eisenberger & Lieberman, 2004).

Als Konsequenz dieser Ergebnisse interpretieren verschiedene Autoren den Befund, dass dACC und AI in einer fMRT-Studie mit dem auf den Seiten 44ff. erläuterten Ultimatum-Spiel (Sanfey, Rilling, Aronson, Nystrom & Cohen, 2003) mehr aktiviert sind, wenn Versuchspersonen in der Rolle der Reagierenden mit *unfairen Angeboten* des Verteilenden konfrontiert werden, entweder

- als Zeichen für eine *negative affektive Reaktion* (Empörung, Wut) auf einen aversiven Stimulus, d.h. das unfaire Angebot (Sanfey et al. 2003), oder
- als Zeichen für einen *Konflikt zwischen egoistischen Motiven und sozialen Präferenzen* (Fehr 2009).

Da jedoch in der Bedingung, die im Ultimatum-Spiel eine Mehraktivierung von dACC und AI verursacht, beides vorliegt - ein unfaires Angebot ist sowohl aversiv als

auch motivationalen Konflikt auslösend - kann anhand des Ultimatum-Spieles nicht zwischen diesen Interpretationen unterschieden werden.

Im Kontrast dazu lässt sich durch die Analyse der neuronalen Mechanismen, die während der Beteiligung am Prinzipal-Agent-Spiel eine Rolle spielen, eine Unterscheidung zwischen beiden Interpretationen treffen: Diejenige Bedingung, die eine Mehraktivierung von dACC und AI im Prinzipal-Agent-Spiel verursacht - nämlich das Empfinden von Vertrauen - verursacht zwar einen deutlichen *Konflikt zwischen egoistischen und sozialen Motiven* (s.o.), wird aber von den Versuchspersonen erwiesenermaßen als *angenehm* wahrgenommen.

Somit wird deutlich, dass die Aktivierung von dACC und AI im Rahmen neuroökonomischer Studien wahrscheinlich weniger als neuronales Anzeichen für emotional aversive Reaktionen der Empörung und Wut anzusehen sind, sondern eher als Hinweise auf ein erhöhtes Erregungsniveau, das auf den Konflikt zwischen egoistischen und sozialen Motiven zurückgeht.

Schließlich wird in Studie 2 auch gezeigt, dass eine Aktivität im posterioren superioren temporalen Sulcus (pSTS; Abbildungen 5 und 46), offensichtlich eng mit reziprok-sozialem Handeln in Zusammenhang steht:

Reziprozität ist als ein Merkmal von Verhalten definiert, bei dem

- *wohlwollend* auf *angenehme* Handlungen eines Gegenübers reagiert wird und
- *ablehnend* auf *unangenehme* Handlungen.

In Regionen des pSTS zeigt sich eine Mehraktivierung,

- je höher die Abgaben sind (*wohlwollende* Reaktion), die Agenten auf ihnen entgegengebrachtes Vertrauen (*angenehme* Handlung) tätigen bzw.
- je geringer die Abgaben sind (*ablehnende* Reaktion), die Agenten in Reaktion auf entgegengebrachtes Misstrauen (*unangenehme* Handlung) erbringen.

Wie in Kapitel 2.2.1 (S.27ff.) der vorliegenden Arbeit ausgeführt, offenbart sich eine Aktivierung des pSTS wiederholt in Studien, welche die Beobachtung von Augenbewegungen, Mundbewegungen, Hand- und Körperbewegungen (Puce & Perrett, 2003), Blickbewegungen und Blickrichtungswechsel (Itier & Batty, 2009; Pelphrey, Singerman, Allison & McCarthy, 2003) und auch das Deuten von Zeichensprache sowie Lippenlesen (Calvert et al., 1997) untersuchen.

Man nimmt an, dass eine Hauptfunktion des pSTS darin besteht, komplexe soziale Signale zu dekodieren - zum Beispiel, um Intentionen zu erschließen - und dadurch angemessenes soziales Verhalten durch die Steuerung der Informationsweitergabe an limbische, frontale und parietale neuronale Systeme zu ermöglichen (Puce & Perrett, 2003; Saxe, Xiao, Kovacs, Perrett & Kanwisher, 2004). Der pSTS spielt darüber hinaus eine wichtige Rolle bei der menschlichen Fähigkeit zur Imitation (Decety, Chaminade, Grezes & Meltzoff, 2002; Meltzoff & Decety, 2003), der Einschätzung von Vertrauenswürdigkeit anhand des Gesichtsausdruckes eines Gegenübers (Winston, Strange, O'Doherty & Dolan, 2002) und dem Mechanismus der *Theory of Mind*, das heißt der Fähigkeit, die Gedanken und Absichten Anderer zu erschließen (C.D. Frith & Frith, 2006; Meyer-Lindenberg, 2007; Mitchell, Mason, Macrae & Banaji, 2006; Newen & Vogeley, 2007). In diesem Zusammenhang wird vorgeschlagen, dass insbesondere die Repräsentation von abstrakten sozialen Konzepten mit Aktivierungen des pSTS assoziiert ist (Saxe, 2006; Saxe & Powell, 2006).

In Anbetracht dieser grundlegenden Erkenntnisse bietet sich eine weitreichende Interpretation der Befunde zum pSTS in der vorliegenden Arbeit an. Ähnlich wie beim Erschließen der Absichten des Anderen während der Beobachtung von Augen-, Mund-, Hand- und Körperbewegungen oder beim Lippenlesen und dem Dekodieren von Zeichensprache könnten Agenten während des Prinzipal-Agent-Spieles auf der Basis der im pSTS angelegten neuronalen Mechanismen die Absichten und Erwartungen des Prinzipals entschlüsseln, wenn sie erfahren, dass sich dieser entweder für Vertrauen oder Misstrauen entschieden hat.

Somit schließt sich auch auf neuronaler Ebene der Kreis der *sich selbst erfüllenden Prophezeiung von Vertrauen und Misstrauen*: Je deutlicher ein Agent mittels dieser 'pSTS-basierten Entschlüsselung sozialer Signale' in einer Entscheidung für FreiX die vertrauensvolle Erwartung des Gegenübers erkennt und in einer Entscheidung für ZwangX die misstrauische Einstellung des Prinzipals, desto mehr ist er geneigt, die ihm gegenüber dargebotene Handlung reziprok zu erwidern - also angenehmes Handeln zu belohnen und unangenehmes Handeln zu sanktionieren.

Interessante Parallelen ergeben sich an dieser Stelle der Interpretation zur menschlichen Fähigkeit, Sprache zu verstehen, welche durch das sogenannte Wernicke-Sprachzentrum und den Gyrus angularis am pSTS gesteuert wird (Trepel, 1999). Während bildgebende Befunde zeigen, dass auf neuronaler Ebene kaum ein Unterschied zwischen dem Entschlüsseln von gesprochener Sprache und Gebärdensprache besteht

(MacSweeney, Woll, Campbell, McGuire, David, Williams, Suckling, Calvert & Brammer, 2002), stellt Michael Tomasello vom Max-Planck-Institut für evolutionäre Anthropologie in Leipzig auf der Grundlage zahlreicher anthropologischer, entwicklungspsychologischer und linguistischer Erkenntnisse eine umfassende Theorie zum Ursprung der menschlichen Kommunikation auf (Tomasello, 2009): Er nimmt an, dass sich auf der Basis von Zeigegesten und Pantomime die verbale Sprache des Menschen im Zuge der Herausbildung sozialer Kooperation unter Primaten evolutionär entwickelt hat. Diese Vorformen der menschlichen Sprache wurden, so seine Theorie, im Laufe tausender Jahre zur uns heute bekannten Sprache, weil unsere Vorfahren eine hoch komplexe, „im Artvergleich einzigartige psychologische Infrastruktur geteilter Intentionalität“ (S.70) erwarben: Die Fähigkeit, an kooperativen Aktivitäten mit geteilten Zielen und gemeinsamen Absichten teilzunehmen, Wahrnehmungen und Absichten untereinander abzustimmen und zum Bezugspunkt eines gemeinsamen Handelns machen zu können.

In Anbetracht der Rolle des pSTS bei der Dekodierung von Gesten und Sprache liegt die Vermutung nahe, dass sich die Wirkung dieser psychologischen Infrastruktur geteilter Intentionalität auch in den Befunden der vorliegenden Arbeit zur Aktivierung des pSTS im Zusammenhang mit reziprokem Handeln im Prinzipal-Agent-Spiel widerspiegelt.

### **4.3 Kritik, Ausblick und Resümee**

Die Schwachstellen eines Untersuchungsvorhabens werden einem Wissenschaftler wohl oft erst bewusst, wenn er im Laufe des Forschungsprozesses die konkrete Durchführung und Auswertung seiner Studien erlebt. So fallen auch dem Autor der vorliegenden Schrift während der wissenschaftlichen Tätigkeit einige Unzulänglichkeiten des Designs, der Wahl der Methoden und der erkenntnistheoretischen Reichweite seiner Bemühungen auf, die ihm beim Einstieg in die Materie noch nicht vor Augen standen. Einige dieser Einsichten sollen im Folgenden als Kritik, Ausblick auf mögliche kommende Fortführungen der Untersuchungsbemühungen und Resümee der vorliegenden Schrift aufgeführt werden.

Abgesehen von der grundsätzlichen Frage, ob wohlwollende zwischenmenschliche Interaktionen überhaupt mit wissenschaftlichen Instrumenten beschreibbar sind (zur Betrachtung dieser Frage s.u.), können einige Kritikpunkte zur Umsetzung und Auswertung des Forschungsvorhabens eingebracht werden.

Zum Einen wird beim Kernstück der vorliegenden Arbeit, der kognitiv-neurowissenschaftlichen Untersuchung von Entscheidungsprozessen in Reaktion auf das Erleben von Vertrauen und Misstrauen, nicht eindeutig genug zwischen Hirnprozessen des *Erlebens* von Vertrauen oder Misstrauen, den neuronalen Grundlagen der *Entscheidungsfindung* und Hirnprozessen der *Umsetzung der Entscheidung in eine motorische Handlung* (die Bedienung des Auswahlinstrumentes) getrennt.

Dass die natürliche Verbindung dieser Komponenten - der fließende Übergang von Erleben in Entscheidung und Reaktion - für einen Forscher, der die einzelnen Bestandteile mittels fMRT separat beschreiben will, schwierig wird, liegt zum Einen an der relativ 'groben' zeitlichen Auflösung der fMRT: Bei der Festlegung der interessierenden Phase im Experiment kann kein *Zeitpunkt* definiert werden, sondern nur ein *Zeitbereich*. Das heißt, dass *alle* während eines bestimmten Zeitfensters (in der vorliegenden Studie 2 sind dies in der Regel 6-8 Sekunden) ablaufenden Hirnaktivitäten registriert und in die Auswertung einbezogen werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass während eines so großen Zeitbereiches vielfältige Denkprozesse stattfinden: Die Versuchsperson empfindet währenddessen die Wirkung von Vertrauen oder Misstrauen, entscheidet sich und bereitet sich auf die gleich folgende motorische Handlung vor.

Es lässt sich deshalb nicht eindeutig bestimmen, ob z.B. die Mehraktivierung im dorsalen Striatum, nachdem den Agenten Vertrauen entgegengebracht wird, eher zurückgeht auf

- die *angenehme Empfindung*, die Prinzipale mit ihrer Entscheidung für Vertrauen bei Agenten auslösen;
- die *wohlwollende Absicht* der Agenten, auf Vertrauen belohnend zu reagieren; oder
- die *Vorbereitung einer motorischen Handlung* (des nachfolgenden Knopfdruckes).

Alle drei Interpretationen (die 'Empfindungs-', die 'Motivations-' und die 'Motorikinterpretation') lassen sich durch Vorbefunde stützen und tatsächlich liegen alle drei Funktionsbereiche so nah beieinander, dass sie vom menschlichen Erleben als Einheit

begriffen werden: Wenn die Handlung des Gegenübers als *angenehm erlebt* wird, wird oft die *wohlwollende Entscheidung* getroffen, wiederum eine dem Anderen *angenehme Handlung auszuführen*.

Dieses Dilemma der Unterscheidbarkeit von Denkprozessen ließe sich vermutlich lösen, indem das Versuchsdesign umgestellt würde. Es käme auf einen Versuch an, ob sich die Prozesse der Empfindung, der Entscheidung und der Ausführung einer Handlung zeitlich so voneinander separieren lassen, dass sie auch durch die Methode der fMRT getrennt erfasst würden. Dies könnte z.B. geschehen, indem Agenten in einem ersten Teil eines Experimentes zunächst erfahren, ob ihnen die Prinzipale Vertrauen schenken oder nicht. Dieser Teil könnte wie eine Gedächtnisaufgabe strukturiert sein, in der die Assoziation zwischen der Entscheidung (für Vertrauen vs. Misstrauen) und der Identität des Prinzipals gelernt werden soll. In diesem Teil käme es also noch nicht zu einer Reaktion der Versuchspersonen auf die Entscheidung der Prinzipale. In einem zweiten Teil des Versuches würde den Agenten dann die Möglichkeit gegeben, auf die zuvor während des Lernprozesses präsentierten Handlungen der Prinzipale zu reagieren.

Des Weiteren könnte die in den vorliegenden Studien erfolgte Umsetzung des Prinzipal-Agent-Spiels in folgender Weise hinterfragt werden:

*Würden sich Versuchspersonen anders entscheiden, wenn es im Spiel um höhere Geldbeträge ginge?*

Es erscheint auf den ersten Blick nicht unwahrscheinlich, dass Prinzipale zwar bereit sind, auf einen Mindestabgabebetrag von 2 Euro (20 GE) zu verzichten, indem sie Frei20 wählen, dass sie aber bei 20 oder 200 Euro eher geneigt wären, das Gegenüber zur Abgabe dieses Betrages zu zwingen.

Ähnlich lässt sich infrage stellen, ob Agenten, die auf das Erleben von Vertrauen mit der Abgabe von durchschnittlich 4 Euro aus ihrem Ausgangsguthaben von 12 Euro reagieren, auch 400 Euro von 1200 Euro abgeben würden.

Abgesehen davon, dass Spieleinsätze dieser Höhe den finanziellen Rahmen der meisten Forschungsvorhaben übersteigen würden, legen die schon in Kapitel 2.3 (S.38ff.) beschriebenen Ergebnisse aus Varianten spieltheoretischer Experimente, in denen bis zu mehreren Monatseinkommen als Ausgangsguthaben

verwendet werden, die Vermutung nahe, dass eine Erhöhung der Einsätze nicht zu wesentlich anderen Verhaltensweisen führen würde.

*Erleben die Versuchspersonen die Spiele überhaupt als reale soziale Interaktion?*

Die Untersuchungen sind so aufgebaut, dass die Spieler immer mit einem (bzw. mehreren) anonymen Gegenüber interagieren. Da sie diese(n) Mitspieler nicht kennen und nicht sehen, ist es fraglich, als wie real die Spieler ihr(e) Gegenüber wahrnehmen. Diese Frage ist nicht zu vernachlässigen, weil die Interpretationen der Befunde der Spiele davon ausgehen, dass die Probanden von der Existenz des Gegenübers überzeugt sind.

Da hierfür in den Studien kein Maß erhoben wurde, kann nur darauf vertraut werden, dass die Teilnehmer sicher sind, ihre Entscheidung habe für ein reales Gegenüber Bedeutung. In Folgestudien könnte man den sozial-interaktiven Charakter der Experimente betonen, indem verschiedene Methoden der *anonymen Individualisierung* der Experimente umgesetzt werden: Den Teilnehmern würden Sammlungen realer individueller Merkmale der Gegenüber (z.B. Unterschriftenliste, Collage von Fotos anonymisierter Gesichter/Hände) auf eine Weise präsentiert, welche die Anonymität der Spielpartner wahrt und trotzdem ihre individuelle Existenz belegt.

*Tragen die vielen Wiederholungen ein und derselben Bedingung in den Experimenten dazu bei, dass Versuchspersonen nur in der jeweils ersten Umsetzung einer Bedingung wirklich eine Entscheidung treffen und später nur noch die gleiche Entscheidung wiederholen?*

Gegen diese Möglichkeit spricht die Beobachtung, dass die Zeit, die Probanden auch für eine schon mehrmals absolvierte Bedingung verwenden, nicht kürzer wird. Dies lässt sich so deuten, dass sie tatsächlich von Situation zu Situation neu überlegen, wie viel sie an das Gegenüber überweisen wollen.

Ausserdem könnten durch den Einsatz von weiteren persönlichkeits- und sozialpsychologischen Fragebögen speziell zum Erleben von sozialen Interaktionen, zum Altruismus und zur Einstellung gegenüber anderen Menschen die vorliegenden Ergebnisse zusätzlich verifiziert werden. So ließe sich noch eingehender prüfen, ob sich Zusammenhänge zeigen zwischen dem Spielverhalten von Versuchspersonen und den

Angaben, wie akzeptiert sie sich im sozialen Kontext fühlen, wie gut ihre sozialen Bindungen sind oder wie resistent bzw. empfänglich sie bei sozialer Zurückweisung reagieren. Viele entsprechende Fragebögen werden bei Segrin und Taylor (2007) vorgestellt.

In einer kritischen Auseinandersetzung mit der Auswertung der funktionell-neurophysiologischen Daten muss schließlich auch auf die Wahl der Korrekturmethode für multiple Vergleiche eingegangen werden. Warum eine solche Korrektur notwendig ist, wurde in Kapitel 2.4.3.4 (S.76ff.) ausführlich erläutert und in Kapitel 2.4.4 (S.78ff.) verdeutlicht. Bei der Auswertung der bildgebenden Daten von Studie 2 (Kapitel 3.2.2.4; S.140ff. und 3.2.2.5; S.151ff.) wurden drei verschiedene 'Stufen' der Signifikanzkorrektur erneut vorgestellt und gekennzeichnet, welcher Befund wie robust, d.h. wie streng korrigiert ist.

Es wird deutlich, dass lediglich der Haupteffekt (dACC und DLPFC sind beim Erleben von Vertrauen in Relation zum Erleben von Misstrauen mehr aktiviert) die strengste Korrekturmethode (FWE) 'besteht'. Bei der Anwendung der liberaleren Korrekturmethode (FDR) zeigt derselbe Vergleich zusätzlich zu dACC und DLPFC auch Mehraktivierungen in dorsalem Striatum, der anterioren Insula und prämotorischen Regionen. Wie Poldrack und Mumford (2009) erklären, leisten diese beiden Korrekturverfahren einen hinreichend zuverlässigen Schutz vor Fehlbefunden.

Die inhaltlich interessanten Befunde auf neurophysiologischer Ebene - dass sich nämlich ein intraindividueller Gradient des empfangenen Vertrauens im dorsalen Striatum abbildet, dass sich Reaktionszeitkosten und Mehraktivierung im dACC entsprechen und dass sich eine Mehraktivierung des pSTS zeigt, die mit reziproker Handlung korrespondiert, sind auf einer hohen Signifikanzschwelle ( $p < 0,001$ ) getestet. Die FWE- bzw. FDR-Korrektur für multiple Vergleiche gelingt bei diesen Befunden nicht. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass sich diese Befunde nur aufgrund der relativ geringen Versuchspersonenzahl nicht deutlich genug zeigen, sich aber erhärten würden, wenn man in die Analysen mehr Versuchspersonen einbezöge.

Diese Ansicht wird durch die Ausführungen von Vul et al (2009a) gestützt, die in Betracht ziehen, zusätzlich zu den oben genannten Korrekturmethode die Anzahl zusammenliegender signifikanter Voxel als ein Kriterium dafür zu nutzen, ob eine Aktivierung Beachtung finden sollte oder nicht. Mit dem Verweis auf die Idee, dass das gemessene Signal sich als eine Aktivierung darstellt, die sich über mehrere Voxel erstreckt

– wogegen zufälliges Rauschen nicht gehäuft, sondern über alle Voxel gleich verteilt sein sollte – schätzen die Autoren per Simulation die Anzahl der Voxel, die zusammenfallen sollten, um die Wahrscheinlichkeit falsch positiver Befunde in nicht für multiple Vergleiche korrigierten Analysen unter 0,05 zu halten, auf 41.

Die in Studie 2 beschriebenen Cluster neuronaler Regionen, die sich in nicht für multiple Vergleiche korrigierbaren Analysen ergeben, weisen bedeutend größere Ausdehnung auf (dorsales Striatum - 414 Voxel; dACC - 228 Voxel; pSTS - 400 bzw. 178 Voxel). Aus dieser Perspektive verringert sich die Wahrscheinlichkeit, dass die Befunde zufälliges Rauschen darstellen, deutlich.

Die vorliegende Arbeit eröffnet mit den Gedanken des griechischen Philosophen Epikur zur Beziehung zwischen Freundschaft und menschlichem Glück. Unter den vielfältigen Perspektiven, aus denen sich die Themen Freundschaft und Glück beschreiben lassen (Bellebaum, 2002), wählt der in dieser Schrift dargestellte Ansatz eine Kombination aus experimenteller Psychologie, Spieltheorie und kognitiver Neurowissenschaft.

Die Konzepte Freundschaft und Glück werden dazu so radikal auf konkrete Teilaspekte freundschaftlicher Beziehungen (das Empfinden von Vertrauen) und Glück (angenehme Empfindungen) reduziert, dass sich der Autor der vorliegenden Schrift der Frage stellen muss, ob er *überhaupt* den komplexen Phänomenen gerecht wird. Die kurze Antwort lautet eindeutig: Nein. Eine etwas längere Antwort hat die Erkenntnis des Autors zum Inhalt, dass nicht notwendigerweise ein Widerspruch bestehen muss zwischen der Faszination, welche gerade die Komplexität menschlichen Erlebens und Verhaltens ausübt, und den Versuchen, dieser Begeisterung in (natur)wissenschaftlicher Analyse von Teilen des komplexen Ganzen nachzugehen.

Die Hoffnung bleibt also bestehen, dass, wie Friedrich Nietzsche schreibt, die „kleinen unscheinbaren Wahrheiten, welche mit strenger Methode gefunden wurden“ (S.25) mindestens ebenso zu schätzen seien wie die „wundergleichen Mittheilungen von Wahrheiten“ (S.26) von Metaphysik und Kunst (Nietzsche, 1878 / 1999).

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit können in diesem Sinne durchaus in den weiter gefassten Rahmen von Theorien zum menschlichen Wesen eingegliedert werden: Wie Klaus Grawe schreibt (Grawe, 2004), lassen sich die mannigfaltigen Definitionen

menschlicher Bedürfnisse zu vier Grundbedürfnissen verdichten, nämlich einem Bedürfnis nach *Kontrolle* (welche dem Menschen Orientierung gibt), einem Bedürfnis nach *Lust*, einem Bedürfnis nach *sozialer Bindung* und einem Bedürfnis nach *Selbstwerterhöhung*.

Mit den experimentellen Bedingungen des in dieser Arbeit eingesetzten Prinzipal-Agent-Spiels lässt sich prüfen, wie Menschen auf Erfüllung oder Frustration dieser Grundbedürfnisse reagieren: Sie empfinden es als Misstrauen, wenn das Gegenüber ihren Entscheidungsspielraum *kontrolliert*, sie wägen ab zwischen einer Maximierung des eigenen finanziellen Nutzens (*Lust*) und dem Ansinnen, das Gegenüber für entgegengebrachtes Vertrauen zu belohnen (*soziale Bindung*) und begreifen sich in dieser Handlung vielleicht als ethisch reife Individuen (*Selbstwerterhöhung*).

Klaus Grawe schreibt, dass ein die Psyche des Menschen stützendes *Konsistenz erleben* immer dann auftritt, wenn es Menschen gelingt, ihre verschiedenen Grundbedürfnisse zu vereinbaren - also einen Weg zu finden, gleichzeitig dem Streben nach Lust, sozialer Bindung, Kontrolle und Selbstwerterhöhung gerecht zu werden. Er betont, dass „die Regulation der gleichzeitig ablaufenden neuronalen Prozesse ... von ganz grundlegender Bedeutung für die Sichtweise des psychischen Funktionierens“ (S. 187) ist und schlussfolgert, dass Konsistenzverbesserung das übergreifende Ziel von Psychotherapie sein sollte. Er vermutet, dass der anteriore cinguläre Cortex (ACC) die Rolle eines neuronalen *Inkonsistenzdetektors* übernimmt.

Die Befunde der vorliegenden Arbeit - von den Anzeichen für Entscheidungskonflikte im ACC beim Abwägen zwischen Gewinnsteigerung und sozialer Präferenz bis zu dem Effekt, dass das Vertrauen des Gegenübers belohnt wird, deuten auf die Existenz von Bemühungen der Steigerung von Konsistenz hin.

Vielleicht ist es gerade die menschliche Fähigkeit, Vertrauen zu geben bzw. zu empfangen (und darauf *vertrauenswürdig* zu reagieren), durch die sich Inkonsistenz im Menschlichen Erleben reduzieren lässt. Vertrauen als Mittler zwischen den (oft widersprüchlichen) menschlichen Grundbedürfnissen - ein Weg, gleichzeitig die eigenen und die Bedürfnisse der Anderen im Blick zu behalten - würde sich als ein Hinweis darauf erweisen, wie Menschen zwar kurzfristig ein Risiko eingehen (Vertrauen kann missbraucht werden), langfristig aber ihre individuelle Sicherheit durch die Etablierung stabiler und gewinnbringender sozialer Normen (Vertrauen wird belohnt) steigern.

Wenn dies der Fall ist, dann sollten sich die Gedanken Epikurs bestätigen und einige Vorhersagen von Charles Darwin bezüglich der evolutionären Entwicklung des Menschen (Darwin, 1871 / 2005) eintreten:

„Wir haben gesehen, daß schon in einer frühen Periode der Geschichte die ausgesprochenen Wünsche der Gesamtheit großen Einfluss auf das Verhalten des Einzelnen ausgeübt haben mag; und da alle nach Glück streben, wird das Prinzip des „größtmöglichen Glücks“ ein sehr wichtiger sekundärer Führer und wichtiges Ziel geworden sein. Der soziale Instinkt im Verein mit der Sympathie, die zu unserer Empfänglichkeit für die Billigung oder Missbilligung anderer führte, hat jedoch sicher als der primäre Impuls und Führer gedient.“ (S.153)

„Ein Ausblick auf fernere Geschlechter braucht uns nicht fürchten zu lassen, dass die sozialen Instinkte schwächer werden; wir können im Gegenteil annehmen, dass die tugendhaften Gewohnheiten stärker und vielleicht durch Vererbung noch befestigt werden. Ist dies der Fall, so wird unser Kampf zwischen den höheren und den niederen Impulsen immer mehr von seiner Schwere verlieren, und immer häufiger wird die Tugend triumphieren.“ (S.159)

---

## Literaturverzeichnis

- Aarts, E., Roelofs, A. & van Turenout, M. (2009). Attentional control of task and response in lateral and medial frontal cortex: Brain activity and reaction time distributions. *Neuropsychologia*, *47*, 2089-2099.
- Abbott, A. (2009). Brain imaging studies under fire. *Nature*, *457*, 245.
- Abbott, S. & Freeth, D. (2008). Social capital and health - Starting to make sense of the role of generalized trust and reciprocity. *Journal of Health Psychology*, *13*(7), 874-883.
- Adolphs, R. (2003). Cognitive neuroscience of human social behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, *4*(3), 165-178.
- Adolphs, R., Tranel, D. & Damasio, A. R. (1998). The human amygdala in social judgment. *Nature*, *393*(6684), 470-474.
- Aharon, I., Etcoff, N., Ariely, D., Chabris, C. F., O'Connor, E. & Breiter, H. C. (2001). Beautiful Faces Have Variable Reward Value: fMRI and Behavioral Evidence. *Neuron*, *32*, 537-551.
- Allison, T., Puce, A. & McCarthy, G. (2000). Social perception from visual cues: role of the STS region. *Trends in Cognitive Sciences*, *4*(7), 267-278.
- Amaral, D. G., Schumann, C. M. & Nordahl, C. W. (2008). Neuroanatomy of autism. *Trends in Neurosciences*, *31*(3), 137-145.
- Ambady, N., Chiao, J. Y., Chiu, P. & Deldin, P. (2006). Race and Emotion: Insights from a Social Neuroscience Perspective. In J. T. Cacioppo, P. S. Visser & C. L. Pickett (Eds.), *Social Neuroscience: people thinking about thinking people* (Vol. 1, pp. 209-227). Cambridge, Massachusetts; London, England: A Bradford Book; The MIT Press.
- Amodio, D. M. & Frith, C. D. (2006). Meeting of minds: the medial frontal cortex and social cognition. *Nat Rev Neurosci*, *7*(4), 268-277.
- Anderson, J. R. (2007). *Kognitive Psychologie* (Vol. 3): Spektrum Akademischer Verlag.
- Barraclough, D. J., Conroy, M. L. & Lee, D. (2004). Prefrontal cortex and decision making in a mixed-strategy game. *Nature Neuroscience*, *7*(4), 404-410.
- Bartels, A. & Zeki, S. (2000). The neural basis of romantic love. *Neuroreport*, *11*, 3829-3834.
- Bartels, A. & Zeki, S. (2004). The neural correlates of maternal and romantic love. *Neuroimage*, *21*(3), 1155-1166.

- 
- Batson, C. D. (1991). Evidence for altruism: toward a pluralism of prosocial motives. *Psychological Inquiry*, 2, 107-122.
- Beauregard, M., Courtemache, J., Paquette, V. & St-Pierre, É. L. (2009). The neural basis of unconditional love. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 172, 93-98.
- Beer, J. S., Shimamura, A. P. & Knight, R. T. (2004). Frontal Lobe Contributions to Executive Control of Cognitive and Social Behavior. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The Cognitive Neurosciences III* (Vol. 3, pp. 1091-1104). Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Begley, S. (2009). Of voodoo and the brain: Patterns of neural activity and thoughts or feelings are not as tightly linked as scientists have claimed. *Newsweek*, VLIII, 25.
- Bellebaum, A. (Ed.). (2002). *Glücksforschung. Eine Bestandsaufnahme* (Vol. 1). Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft.
- Berg, J., Dickhaut, J. & McCabe, K. (1995). Trust, Reciprocity, and Social-History. *Games and Economic Behavior*, 10(1), 122-142.
- Bhatia, K. P. & Marsden, C. D. (1994). The behavioural and motor consequences of focal lesions of the basal ganglia in man. *Brain*, 117, 859-876.
- Bhatt, M. & Camerer, C. F. (2005). Self-referential thinking and equilibrium as states of mind in games: fMRI evidence. *Games and Economic Behavior*, 52(2), 424-459.
- Blakemore, S. J. & Decety, J. (2001). From the Perception of Action to the Understanding of Intention. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 561-567.
- Blakemore, S. J., den Ouden, H., Choudhury, S. & Frith, C. (2007). Adolescent development of the neural circuitry for thinking about intentions. *Social Cognitive And Affective Neuroscience*, 2(2), 130-139.
- Botvinick, M. M., Braver, T. S., Barch, D. M., Carter, C. S. & Cohen, J. D. (2001). Conflict Monitoring and Cognitive Control. *Psychological Review*, 108(3), 624-652.
- Branas-Garza, P. (2007). Promoting helping behavior with framing in dictator games. *Journal of Economic Psychology*, 28, 477-486.
- Breiter, H. C., Aharon, I., Kahneman, D., Dale, A. & Shizgal, P. (2001). Functional Imaging of Neural Responses to Expectancy and Experience of Monetary Gains and Losses. *Neuron*, 30(2), 619-639.
- Brosnan, S. F. & de Waal, F. B. M. (2003). Monkeys reject unequal pay. *Nature*, 425, 297-299.

- 
- Brothers, L. (1996). Brain mechanisms of social cognition. *Journal of Psychopharmacology*, 10(1), 2-8.
- Brüne, M. (2007). Zur Evolution der Theory of Mind - soziobiologische Aspekte. In H. Förstl (Ed.), *Theory of Mind - Neurobiologie und Psychologie sozialen Verhaltens* (Vol. 1, pp. 35-40). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Buckholz, J. W., Asplund, C. L., Dux, P. E., Zald, D. H., Core, J. C., Jones, O. D., et al. (2008). The Neural Correlates of Third-Party Punishment. *Neuron*, 60, 930-940.
- Bush, G., Luu, P. & Posner, M. I. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(6), 215-222.
- Cacioppo, J. T. & Bernston, G. G. (2004). Social Neuroscience. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The cognitive neurosciences (part III)* (pp. 977-985). Cambridge, Massachusetts: The MIT press.
- Cacioppo, J. T., Hawkley, L. C., Crawford, L. E., Ernst, J. M., Burleson, M. H., Kowalewski, R. B., et al. (2002). Loneliness and health: Potential mechanisms. *Psychosomatic Medicine*, 64(407-417).
- Calvert, G. A., Bullmore, E. T., Brammer, M., Campbell, R., Williams, S. C. R., McGuire, P. K., et al. (1997). Activation of Auditory Cortex During Silent Lipreading. *Science*, 276(5312), 593-596.
- Camerer, C. F. (2003). *Behavioral Game Theory: Experiments in Strategic Interaction*. Princeton, New Jersey, USA: Princeton Univ. Press.
- Camerer, C. F. (2008). Neuroeconomics: Opening the Gray Box. *Neuron*, 60(3), 416-419.
- Camerer, C. F. (2009). Behavioral Game Theory and the Neural Basis of Strategic Choice. In P. W. Glimcher, C. F. Camerer, E. Fehr & R. A. Poldrack (Eds.), *Neuroeconomics - Decision Making and the Brain* (Vol. 1, pp. 193-206). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris: Elsevier.
- Camerer, C. F., Loewenstein, G. & Prelec, D. (2004). Neuroeconomics: Why economics needs brains. *Scandinavian Journal of Economics*, 106(3), 555-579.
- Cameron, L. A. (1999). Raising the stakes in the ultimatum game: Experimental evidence from Indonesia. *Economic Inquiry*, 37(1), 47-59.
- Chandola, T., Marmot, M. & Siegrist, J. (2007). Failed reciprocity in close social relationships and health: Findings from the Whitehall II study. *Journal of Psychosomatic Research*, 63(4), 403-411.
- Cohen, S. (2004). Social relationships and health. *American Psychologist*, 59(8), 676-684.

- Cohen, Y. E. & Andersen, R. A. (2002). A common reference frame for movement plans in the posterior parietal cortex. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 553-562.
- Cole, M. W. & Schneider, W. (2007). The cognitive control network: Integrated cortical regions with dissociable functions. *Neuroimage*, 37(1), 343-360.
- Corrado, G. S., Sugrue, L. P., Brown, J. R. & Newsome, W. T. (2009). The Trouble with Choice: Studying Decision Variables in the Brain. In P. W. Glimcher, C. F. Camerer, E. Fehr & R. A. Poldrack (Eds.), *Neuroeconomics - Decision Making and the Brain* (Vol. 1, pp. 463-480). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris: Elsevier.
- Craig, A. D. (2003). Pain mechanisms: Labeled lines versus convergence in central processing. *Annual Review of Neuroscience*, 26, 1-30.
- Craig, A. D. (2009). How do you feel - now? The insula and human awareness. *Nature Reviews Neuroscience*, 10, 59-70.
- Critchley, H. D., Wiens, S., Rotshtein, P., Ohman, A. & Dolan, R. J. (2004). Neural systems supporting interoceptive awareness. *Nature Neuroscience*, 7(2), 189-195.
- Cunningham, W. A., Johnson, M. K., Raye, C. L., Gatenby, C. J., Gore, J. C. & Banaji, M. R. (2004). Separable neural components in the processing of black and white faces. *Psychological Science*, 15(12), 806-813.
- Cunningham, W. A. & Zelazo, P. D. (2007). Attitudes and evaluations: a social cognitive neuroscience perspective. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(3), 97-104.
- D'Esposito, M., Aquirre, G., Zarahn, E. K., Ballard, D., Shin, R. K. & Lease, J. (1998). Functional MRI studies of spatial and non-spatial working memory. *Cognitive Brain Research*, 7, 1-13.
- Danek, A. (2002). Neuropsychologie. In H. Förstl (Ed.), *Frontalhirn: Funktionen und Erkrankungen* (Vol. 1, pp. 49-88). Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
- Darwin, C. (1871 / 2005). *Die Abstammung des Menschen*. Frankfurt am Main: Fischer Taschenbuch Verlag.
- Davelaar, E. J. (2008). A computational study of conflict-monitoring at two levels of processing: Reaction time distributional analyses and hemodynamic responses. *Brain Research*, 1202, 109-119.
- Davis, M. H. (1983). Measuring individual differences in empathy: Evidence for a multidimensional approach. *Journal of Personality and Social Psychology*, 44(1), 113-126.

- 
- de Quervain, D. J. F., Fischbacher, U., Treyer, V., Schelthammer, M., Schnyder, U., Buck, A., et al. (2004). The neural basis of altruistic punishment. *Science*, *305*(5688), 1254-1258.
- de Vignemont, F. & Singer, T. (2006). The empathic brain: how, when and why? *Trends in Cognitive Sciences*, *10*(10), 435-441.
- De Vogli, R., Ferrie, J. E., Chandola, T., Kivimaki, M. & Marmot, M. G. (2007). Unfairness and health: evidence from the Whitehall II study. *Journal of Epidemiology and Community Health*, *61*(6), 513-518.
- Decety, J., Chaminade, T., Grezes, J. & Meltzoff, A. N. (2002). A PET Exploration of the Neural Mechanisms Involved in Reciprocal Imitation. *Neuroimage*, *15*(1), 265-272.
- Decety, J., Jackson, P. L., Sommerville, J. A., Chaminade, T. & Meltzoff, A. N. (2004). The neural bases of cooperation and competition: an fMRI investigation. *Neuroimage*, *23*(2), 744-751.
- Decety, J. & Lamm, C. (2006). Human empathy through the lens of social neuroscience. *The scientific world journal*, *6*, 1146-1163.
- Delgado, M. R., Frank, R. H. & Phelps, E. A. (2005). Perceptions of moral character modulate the neural systems of reward during the trust game. *Nat Neurosci*, *8*(11), 1611-1618.
- Delgado, M. R., Nystrom, L. E., Fissel, C., Noll, D. C. & Fiez, J. A. (2000). Tracking the Hemodynamic Responses to Reward and Punishment in the Striatum. *Journal of Neurophysiology*, *84*, 3072-3077.
- Derrfuss, J., Fiebach, C. & Heekeren, H. (2009). Bildgebung in der Krise? Von wegen! - Die Psychologie kann auf den Blick ins Gehirn nicht verzichten. *Gehirn&Geist*, *6*, 66-67.
- Diehl, J. M. & Staufenbiel, T. (2007). *Statistik mit SPSS für Windows* (Vol. 1). Eschborn bei Frankfurt am Main: Verlag Dietmar Klotz GmbH.
- Ditzen, B. & Heinrichs, M. (2007). Psychobiologische Mechanismen sozialer Unterstützung. *Zeitschrift für Gesundheitspsychologie*, *15*(4), 143-157.
- Doya, K. (2008). Modulators of decision making. *Nature Neuroscience*, *11*(4), 410-416.
- Dreber, A., Rand, D. G., Fudenberg, D. & Nowak, M. A. (2008). Winners don't punish. *Nature*, *452*(20), 348-351.
- DUDEN Fremdwörterbuch*. (2007.). Mannheim, Leipzig, Zürich: Bibliographisches Institut und F.A. Brockhaus AG.

- Dunbar, R. I. M. (2003). Evolution of the social brain. *Science*, 302(5648), 1160-1161.
- Dunbar, R. I. M. & Shultz, S. (2007). Evolution in the social brain. *Science*, 317(5843), 1344-1347.
- Eisenberger, N. I., Jarcho, J. M., Lieberman, M. D. & Naliboff, B. D. (2006). An experimental study of shared sensitivity to physical pain and social rejection. *Pain*, 126(1-3), 132-138.
- Eisenberger, N. I. & Lieberman, M. D. (2004). Why rejection hurts: a common neural alarm system for physical and social pain. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(7), 294-300.
- Eisenberger, N. I., Lieberman, M. D. & Williams, K. D. (2003). Does rejection hurt? An fMRI study of social exclusion. *Science*, 302(5643), 290-292.
- Eisenberger, N. I., Taylor, S. E., Gable, S. L., Hilmert, C. J. & Lieberman, M. D. (2007). Neural pathways link social support to attenuated neuroendocrine stress responses. *Neuroimage*, 35(4), 1601-1612.
- Elliot, R., Friston, K. J. & Dolan, R. J. (2000). Dissociable neural responses in human reward systems. *Journal of Neuroscience*, 20, 6159-6165.
- Epstein, R., Harris, A., Stanley, D. & Kanwisher, N. (1999). The Parahippocampal Place Area: Recognition, Navigation, or Encoding? *Neuron*, 23, 115-125.
- Eriksen, B. A. & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception and Psychophysics*, 16, 143-149.
- Evans, A. C., Collins, D. L., Mills, S. R., Brown, E. D., Kelly, R. L. & Peters, T. M. (1993). 3d statistical neuroanatomical models from 305 MRI volunteers. *Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference*, 3, 1813-1817.
- Falk, A., Fehr, E. & Fischbacher, U. (2008). Testing theories of fairness - Intentions matter. *Games and Economic Behavior*, 62(1), 287-303.
- Falk, A. & Fischbacher, U. (2006). A theory of reciprocity. *Games and Economic Behavior*, 54(2), 293-315.
- Falk, A. & Kosfeld, M. (2006). The hidden costs of control. *American Economic Review*, 96(5), 1611-1630.
- Fan, J., Flombaum, J. I., McCandliss, B. D., Thomas, K. M. & Posner, M. I. (2003). Cognitive and Brain Consequences of Conflict. *NeuroImage*, 18, 42-57.
- Fan, J., Hof, P. R., Guise, K. G., Fossella, J. A. & Posner, M. I. (2008). The Functional Integration of the Anterior Cingulate Cortex during Conflict Processing. *Cerebral Cortex*, 18, 796-805.

- Fehr, E. (2009). Social Preferences and the Brain. In P. W. Glimcher, C. F. Camerer, E. Fehr & R. A. Poldrack (Eds.), *Neuroeconomics - Decision Making and the Brain* (Vol. 1, pp. 215-232). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris: Elsevier.
- Fehr, E. & Camerer, C. F. (2007). Social neuroeconomics: the neural circuitry of social preferences. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(10), 419-427.
- Fehr, E. & Fischbacher, U. (2003). The nature of human altruism. *Nature*, 425(6960), 785-791.
- Fehr, E. & Fischbacher, U. (2004a). Social norms and human cooperation. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(4), 185-190.
- Fehr, E. & Fischbacher, U. (2004b). Third-party punishment and social norms. *Evolution and Human Behavior*, 25(2), 63-87.
- Fehr, E., Fischbacher, U. & Kosfeld, M. (2005). Neuroeconomic foundations of trust and social preferences: Initial evidence. *American Economic Review*, 95(2), 346-351.
- FIL\_Methods\_Group. (2006). Statistical Parametric Mapping 5 (SPM5). London: Functional Imaging Laboratory; Wellcome Department of Imaging Neuroscience (<http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/>).
- Fletcher, P. C., Happe, F., Frith, U., Baker, S. C., Dolan, R. J., Frackowiak, R. S. J., et al. (1995). Other minds in the brain: a functional imaging study of "theory of mind" in story comprehension. *Cognition*, 57, 109-128.
- Förstl, H. (2007). Theory of Mind: Anfänge und Ausläufer. In H. Förstl (Ed.), *Theory of Mind - Neurobiologie und Psychologie sozialen Verhaltens* (Vol. 1, pp. 4-10). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Fox, C. R. & Poldrack, R. A. (2009). Prospect Theory and the Brain. In P. W. Glimcher, C. F. Camerer, E. Fehr & R. A. Poldrack (Eds.), *Neuroeconomics - Decision Making and the Brain* (Vol. 1, pp. 145-174). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris: Elsevier.
- Friston, K. J., Zarahn, E., Josephs, O., Henson, R. N. A. & Dale, A. M. (1999). Stochastic Designs in Event-Related fMRI. *NeuroImage*, 10, 607-619.
- Frith, C. D. (2007). *Making up the mind: How the brain creates our mental world* (Vol. 1). Malden, Oxford, Victoria: Blackwell Publishing.
- Frith, C. D. & Frith, U. (2006). The neural basis of mentalizing. *Neuron*, 50(4), 531-534.

- 
- Frith, C. D. & Singer, T. (2008). The role of social cognition in decision making. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 363(1511), 3875-3886.
- Frith, U. & Frith, C. D. (2003). Development and neurophysiology of mentalizing. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 358(1431), 459-473.
- Gallagher, H. L. & Frith, C. D. (2003). Functional imaging of 'theory of mind'. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(2), 77-83.
- Gallagher, H. L., Jack, A. I., Roepstorff, A. & Frith, C. D. (2002). Imaging the Intentional Stance in a Competitive Game. *NeuroImage*, 16, 814-821.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L. & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119, 593-609.
- Gallese, V., Keysers, C. & Rizzolatti, G. (2004). A unifying view of the basis of social cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(9), 396-403.
- Gerin, W., Pieper, C., Levy, R. & Pickering, T. G. (1992). Social support in social interaction: A moderator of cardiovascular reactivity. *Psychosomatic Medicine*, 54, 324-336.
- Glimcher, P. W. (2003). The neurobiology of visual saccadic decision making. *Annual Review of Neuroscience*, 26, 133-179.
- Glimcher, P. W. (2009). Choice: Towards a Standard Back-pocket Model. In P. W. Glimcher, C. F. Camerer, E. Fehr & R. A. Poldrack (Eds.), *Neuroeconomics - Decision Making And The Brain* (Vol. 1, pp. 503-521). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris: Elsevier.
- Glimcher, P. W., Camerer, C. F., Fehr, E. & Poldrack, R. A. (2009). Introduction: A Brief History of Neuroeconomics. In P. W. Glimcher, C. F. Camerer, E. Fehr & R. A. Poldrack (Eds.), *Neuroeconomics - Decision Making and the Brain* (Vol. 1, pp. 1-12). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris: Elsevier.
- Glimcher, P. W. & Rustichini, A. (2004). Neuroeconomics: The consilience of brain and decision. *Science*, 306(5695), 447-452.
- Goebel, R. & Kriegeskorte, N. (2005a). Funktionelle Magnetresonanztomographie. In H. Walter (Ed.), *Funktionelle Bildgebung in Psychiatrie und Psychotherapie: Methodische Grundlagen und klinische Anwendungen* (Vol. 1, pp. 22-30). Stuttgart: Shattauer Verlag.

- Goebel, R. & Kriegeskorte, N. (2005b). Datenanalyse für funktionell bildgebende Verfahren. In H. Walter (Ed.), *Funktionelle Bildgebung in Psychiatrie und Psychotherapie: Methodische Grundlagen und klinische Anwendungen* (Vol. 1, pp. 31-57). Stuttgart: Schattauer Verlag.
- Goschke, T. (2002). Volition und kognitive Kontrolle (Kapitel 2b). In J. Müsseler & W. Prinz (Eds.), *Allgemeine Psychologie* (Vol. 1, pp. 271-335). Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.
- Grahn, J. A., Parkinson, J. A. & Owen, A. M. (2008). The cognitive functions of the caudate nucleus. *Progress in Neurobiology*, 86, 141-155.
- Grawe, K. (2004). *Neuropsychotherapie*. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle, Oxford, Prag: Hogrefe.
- Greene, J. D., Nystrom, L. E., Engell, A. D., Darley, J. M. & Cohen, J. D. (2004). The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment. *Neuron*, 44(2), 389-400.
- Greene, J. D., Sommerville, R. B., Nystrom, L. E., Darley, J. M. & Cohen, J. D. (2001). An fMRI Investigation of Emotional Engagement in Moral Judgment. *Science*, 293, 2105-2108.
- Grezes, J. & Decety, J. (2001). Functional anatomy of execution, mental simulation, observation, and verb generation of actions: a meta-analysis. *Hum Brain Mapp*, 12(1), 1-19.
- Guth, W., Schmittberger, R. & Schwarze, B. (1982). An Experimental-Analysis of Ultimatum Bargaining. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 3(4), 367-388.
- Haggard, P. (2008). Human volition: towards a neuroscience of will. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(12), 934-946.
- Hakansson, K., Rovio, S., Helkala, E., Vilska, A.-R., Winblad, B., Soininen, H., et al. (2009). Association between mid-life marital status and cognitive function in later life: population based cohort study. *British Medical Journal*, 339.
- Harbaugh, W. T., Mayr, U. & Burghart, D. R. (2007). Neural responses to taxation and voluntary giving reveal motives for charitable donations. *Science*, 316(5831), 1622-1625.
- Haushofer, J. & Fehr, E. (2008). You Shouldn't Have: Your Brain on Other's Crimes. *Neuron*, 60, 783-740.

- Hautzinger, M. (1998). *Depressionen (Fortschritte der Psychotherapie; Bd. 4)*. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle: Hogrefe-Verlag.
- Hendrix, A. & Krempe, J. (2003). *Magnete, Spins und Resonanzen - Eine Einführung in die Grundlagen der Magnetresonanztomographie*. Erlangen: Siemens Medical Solutions.
- Henrich, J., McElreath, R., Barr, A., Ensminger, J., Barrett, C., Bolyanatz, A., et al. (2006). Costly Punishment Across Human Societies. *Science*, 312, 1767-1770.
- Houser, D. & McCabe, K. (2009). Experimental Neuroeconomics and Non-cooperative Games. In P. W. Glimcher, C. F. Camerer, E. Fehr & R. A. Poldrack (Eds.), *Neuroeconomics - Decision Making and the Brain* (Vol. 1, pp. 47-62). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris: Elsevier.
- Hutchinson, W. D., Davis, K. D., Lozano, A. M., Tasker, R. R. & Dostrovsky, J. O. (1999). Pain-related neurons in the human cingulate cortex. *Nature Neuroscience*, 2(5), 403-405.
- Iacoboni, M., Molnar-Szakacs, I., Gallese, V., Buccino, G., Mazziotta, J. C. & Rizzolatti, G. (2005). Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system. *Plos Biology*, 3(3), 529-535.
- Itier, R. J. & Batty, M. (2009). Neural bases of eye and gaze processing: The core of social cognition. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, 843-863.
- Ito, T. A., Urland, G. R., Willadsen-Jensen, E. & Correll, J. (2006). The Social Neuroscience of Stereotyping and Prejudice: Using Event-Related Brain Potentials to Study Social Perception. In J. T. Cacioppo, P. S. Visser & C. L. Pickett (Eds.), *Social Neuroscience: people thinking about thinking people* (Vol. 1, pp. 189-208). Cambridge, Massachusetts; London, England: A Bradford Book; The MIT Press.
- Izuma, K., Saito, D. N. & Sadato, N. (2008). Processing of social and monetary rewards in the human striatum. *Neuron*, 58(2), 284-294.
- Jabbi, M., Keysers, C., Singer, T. & Stephan, K. E. (2009). Response to "Voodoo Correlations in Social Neuroscience" by Vul et al. - summary information for the press: Zugriff am 14.08.2009, von <http://www.bcn-nic.nl/replyVul.pdf>.
- Jabbi, M., Swart, M. & Keysers, C. (2007). Empathy for positive and negative emotions in the gustatory cortex. *Neuroimage*, 34(4), 1744-1753.
- Jackson, P. L., Meltzoff, A. N. & Decety, J. (2005). How do we perceive the pain of others? A window into the neural processes involved in empathy. *Neuroimage*, 24(3), 771-779.

- Johansson, G. (1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception and Psychophysics*, 14(2), 201-211.
- Jungermann, H., Pfister, H.-R. & Fischer, K. (2005). *Die Psychologie der Entscheidung* (Vol. 2). München: Elsevier.
- Kaluza, G. (2004). *Stressbewältigung - Trainingsmanual zur psychologischen Gesundheitsförderung*. Heidelberg: Springer Medien Verlag.
- Kanwisher, N., McDermott, J. & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: a module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *Journal of Neuroscience*(17), 4302-4311.
- Karmarck, T. W., Manuck, S. B. & Jennings, J. R. (1990). Social support reduces cardiovascular reactivity to psychological challenge: A laboratory model. *Psychosomatic Medicine*, 52, 42-58.
- Kawashima, R., Satoh, K., Itoh, H., Ono, S., Furumoto, S., Gotoh, R., et al. (1996). Functional anatomy of GO/NO-GO discrimination and response selection: a PET study in man. *Brain Research*, 1, 79-89.
- Kennerley, S. W., Walton, M. E., Behrens, T. E. J., Buckley, M. J. & Rushworth, M. F. S. (2006). Optimal decision making and the anterior cingulate cortex. *Nature Neuroscience*, 9(7), 940-947.
- Kerns, J. G., Cohen, J. D., MacDonald, A. W., Cho, R. Y., Stenger, V. A. & Carter, C. S. (2004). Anterior Cingulate conflict monitoring and adjustments in control. *Science*, 303(5660), 1023-1026.
- King-Casas, B., Tomlin, D., Anen, C., Camerer, C. F., Quartz, S. R. & Montague, P. R. (2005). Getting to know you: Reputation and trust in a two-person economic exchange. *Science*, 308(5718), 78-83.
- Knoch, D., Pascual-Leone, A., Meyer, K., Treyer, V. & Fehr, E. (2006). Diminishing reciprocal fairness by disrupting the right prefrontal cortex. *Science*, 314(5800), 829-832.
- Knutson, B., Delgado, M. R. & Phillips, P. E. M. (2009). Representation of Subjective Value in the Striatum. In P. W. Glimcher, C. F. Camerer, E. Fehr & R. A. Poldrack (Eds.), *Neuroeconomics - Decision Making and the Brain* (Vol. 1, pp. 389-406). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris: Elsevier.
- Knutson, B., Fong, G. W., Bennett, S. M., Adams, C. M. & Homme, D. (2003). A region of mesial prefrontal cortex tracks monetarily rewarding outcomes: characterization with rapid event-related fMRI. *Neuroimage*, 18(2), 263-272.

- 
- Knutson, B., Rick, S., Wirmmer, G. E., Prelec, D. & Loewenstein, G. (2007). Neural predictors of purchases. *Neuron*, 53(1), 147-156.
- Knutson, B., Westdorp, A., Kaiser, E. & Hommer, D. (2000). fMRI visualization of brain activity during a monetary incentive delay task. *Neuroimage*, 12, 20-27.
- Krahé, B. (2001). *The Social Psychology of Aggression* (Vol. 1). Philadelphia: Psychology Press.
- Krueger, F., Grafman, J. & McCabe, K. (2008). Neural correlates of economic game playing. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 363(1511), 3859-3874.
- Lamm, C., Fischer, M. H. & Decety, J. (2007). Predicting the actions of others taps into one's own somatosensory representations - A functional MRI study. *Neuropsychologia*, 45(11), 2480-2491.
- Lamm, C., Porges, E. C., Cadoppo, J. T. & Decety, J. (2008). Perspective taking is associated with specific facial responses during empathy for pain. *Brain Research*, 1227, 153-161.
- Lasogga, F. & Gasch, B. (2008). *Notfallpsychologie*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P. & Spielberger, C. D. (1981). *State-Trait-Angstinventar (STAI)*: Hogrefe Testsysteme.
- Lee, D. (2008). Game theory and neural basis of social decision making. *Nature Neuroscience*, 11(4), 404-409.
- Lee, D. & Wang, X.-J. (2009). Mechanisms for Stochastic Decision Making in the Primate Frontal Cortex: Single-neuron Recording and Circuit Modeling. In P. W. Glimcher, C. F. Camerer, E. Fehr & R. A. Poldrack (Eds.), *Neuroeconomics - Decision Making And the Brain* (Vol. 1, pp. 481-501). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris: Elsevier.
- Lepore, S. J., Allen, K. A. & Evans, G. W. (1993). Social support lowers cardiovascular reactivity to an acute stressor. *Psychosomatic Medicine*, 55, 518-524.
- Lieberman, M. D. (2007). Social cognitive neuroscience: A review of core processes. *Annual Review of Psychology*, 58, 259-289.
- Lieberman, M. D., Berkman, E. T. & Wager, T. D. (2009). Correlations in Social Neuroscience Aren't Voodoo - Commentary on Vul et al. (2009). *Perspectives on Psychological Science*, 4(3), 299 - 307.

- Lieberman, M. D. & Eisenberger, N. I. (2006). A Pain by any other Name (Rejection, Exclusion, Ostracism) still Hurts the Same: The Role of Dorsal Anterior Cingulate Cortex in Social and Physical Pain. In J. T. Cacioppo, P. S. Visser & C. L. Pickett (Eds.), *Social Neuroscience - People Thinking about Thinking People* (Vol. 1, pp. 167-187). Cambridge, London: MIT Press.
- Logothetis, N. K., Pauls, J., Augath, M., Trinath, T. & Oeltermann, A. (2001). Neurophysiological investigation of the basis of the fMRI signal. *Nature*, *412*, 150-157.
- Lowenthal, M. F. & Haven, C. (1968). Interaction and adaption: Intimacy as a critical variable. *American Sociological Review*, *33*, 20-30.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review. *Psychological Bulletin*, *109*, 163-203.
- MacSweeney, M., Woll, B., Campbell, R., McGuire, P. K., David, A. S., Williams, S. C. R., et al. (2002). Neural systems underlying British Sign Language and audio-visual English processing in native users. *Brain*, *125*, 1583-1593.
- Maercker, A. (2003). Erscheinungsbild, Erklärungsansätze und Therapieforschung. In A. Maercker (Ed.), *Therapie der posttraumatischen Belastungsstörungen* (pp. 3-49). Berlin, Heidelberg, New York, Tokio: Springer.
- Mansouri, F. A., Tanaka, K. & Buckley, M. J. (2009). Conflict-induced behavioural adjustment: a clue to the executive functions of the prefrontal cortex. *Nature Reviews Neuroscience*, *10*, 141-152.
- Mayr, U., Harbaugh, W. T. & Tankersley, D. (2009). Neuroeconomics of Charitable Giving and Philanthropy. In P. W. Glimcher, C. F. Camerer, E. Fehr & R. A. Poldrack (Eds.), *Neuroeconomics - Decision Making and the Brain* (Vol. 1, pp. 303-320). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris: Elsevier.
- McCabe, K., Houser, D., Ryan, L., Smith, V. & Trouard, T. (2001). A functional imaging study of cooperation in two-person reciprocal exchange. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *98*(20), 11832-11835.
- McCabe, K., Rigdon, M. & Smith, V. (2003). Positive reciprocity and intentions in trust games. *Journal of Economic Behavior & Organization*, *52*, 267-275.
- Meltzoff, A. N. & Decety, J. (2003). What imitation tells us about social cognition: a rapprochement between developmental psychology and cognitive neuroscience.

- 
- Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 358(1431), 491-500.
- Menon, R. S. & Kim, S.-G. (1999). Spatial and temporal limits in cognitive neuroimaging with fMRI. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(6), 207-216.
- Merz, J. (1983). Fragebogen zur Messung der Psychologischen Reaktanz. *Diagnostica*, 29, 75-82.
- Meyer-Lindenberg, A. (2007). Neuronale Mechanismen sozialer Kognition unter genetischem Einfluss. In H. Förstl (Ed.), *Theory of Mind - Neurologie und Psychologie sozialen Verhaltens* (Vol. 1, pp. 57-65). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Miller, E. K. (2000). The prefrontal cortex and cognitive control. *Nature Reviews Neuroscience*, 1(1), 59-65.
- Miller, E. K. & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167-202.
- Miller, G., Chen, E. & Cole, S. W. (2009). Health Psychology: Developing Biologically Plausible Models Linking the Social World and Physical Health. *Annual Review of Psychology*, 60, 501-524.
- Miron, A. M. & Brehm, J. W. (2006). Reactance theory - 40 Years later. *Zeitschrift Fur Sozialpsychologie*, 37(1), 9-18.
- Mitchell, J. P., Mason, M. F., Macrae, C. N. & Banaji, M. R. (2006). Thinking about Others: The Neural Substrates of Social Cognition. In J. T. Cacioppo, P. S. Visser & C. L. Pickett (Eds.), *Social Neuroscience - People Thinking about Thinking People*. Cambridge, London: The MIT Press.
- Moll, J., Krueger, F., Zahn, R., Pardini, M., de Oliveira-Souza, R. & Grafman, J. (2006). Human fronto-mesolimbic networks guide decisions about charitable donation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103(42), 15623-15628.
- Moll, J., Oliveira-Souza, R. d., Bramati, I. E. & Grafman, J. (2002). Functional Networks in Emotional Moral and Nonmoral Social Judgments. *NeuroImage*, 16, 696-703.
- Montague, P. R., Dayan, P. & Sejnowski, T. J. (1997). A framework for mesencephalic dopamine systems based on predictive Hebbian learning. *Journal of Neuroscience*, 16, 1936-1947.
- Montague, P. R. & Lohrenz, T. (2007). To Detect and Correct: Norm Violations and Their Enforcement. *Neuron*, 56, 14-18.

- Morrison, J. S. & Downing, P. E. (2007). Organization of felt and seen pain responses in anterior cingulate cortex. *Neuroimage*, 37, 642-651.
- Newen, A. & Vogeley, K. (2007). Menschliches Selbstbewusstsein und die Fähigkeit zur Zuschreibung von Einstellungen. In H. Förstl (Ed.), *Theory of Mind - Neurobiologie und Psychologie sozialen Verhaltens* (Vol. 1, pp. 99-116). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Nickel, R. (2005). *Epikur - Wege zum Glück*. Düsseldorf/Zürich: Artemis und Winkler Verlag.
- Nieder, A. (2005). Counting on neurons: the neurobiology of numerical competence. *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 177-190.
- Nietzsche, F. (1878 / 1999). *Menschliches, Allzumenschliches* (Vol. 2). München: Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG.
- Nowak, M. A. (2006). Five rules for the evolution of cooperation. *Science*, 314(5805), 1560-1563.
- O'Doherty, J. P. (2004). Reward representations and reward-related learning in the human brain: insights from neuroimaging. *Current Opinion in Neurobiology*, 14(6), 769-776.
- O'Doherty, J. P., Buchanan, T. W., Seymour, B. & Dolan, R. J. (2006). Predictive neural coding of reward preference involves dissociable responses in human ventral midbrain and ventral striatum. *Neuron*, 49, 157-166.
- O'Doherty, J. P., Deichmann, R., Critchley, H. D. & Dolan, R. J. (2002). Neural responses during anticipation of a primary taste reward. *Neuron*, 33, 815-826.
- Ochsner, K. N., Bunge, S. A., Gross, J. J. & Gabrieli, J. D. E. (2002). Rethinking Feelings: An fMRI Study of the Cognitive Regulation of Emotion. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(8), 1215-1229.
- Ochsner, K. N. & Lieberman, M. D. (2001). The emergence of social cognitive neuroscience. *American Psychologist*, 56(9), 717-734.
- Ogawa, S., Lee, T. M., Kay, A. R. & Tank, D. W. (1990). Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 87, 9868-9872.
- Olds, M. E. & Fobes, J. L. (1981). The central basis of motivation: intracranial self-stimulation studies. *Annual Review of Psychology*, 32, 523-574.

- 
- Pagnoni, G., Zink, C. F., Montague, P. R. & Berns, G. S. (2002). Activity in human ventral striatum locked to errors in reward prediction. *Nature Neuroscience*, 5, 97-98.
- Parkes, C. M., Benjamin, B. & Fitzgerald, B. G. (1969). A broken heart: A statistical study of increased mortality among widows. *British Medical Journal*, 1, 740-743.
- Paulus, C. (1997). Empathie, Kompetenz und Altruismus: Der Saarbrücker Persönlichkeitsfragebogen (SPF) zur Messung von Empathie (online verfügbar unter URL:<http://psydok.sulb.uni-saarland.de/volltexte/2009/2364/>).
- Paus, T., Koski, L., Caramanos, Z. & Westbury, C. (1998). Regional differences in the effects of task difficulty and motor output on blood flow response in the human anterior cingulate cortex: a review of 107 PET activation studies. *Neuroreport*, 9, R37-R47.
- Pelphrey, K. A., Morris, J. P. & McCarthy, G. (2004). Grasping the Intentions of Others: The Perceived Intentionality of an Action Influences Activity in the Superior Temporal Sulcus during Social Perception. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(10), 1706-1716.
- Pelphrey, K. A., Morris, J. P., Michelich, C. R., Allison, T. & McCarthy, G. (2005). Functional Anatomy of Biological Motion Perception in Posterior Temporal Cortex: An fMRI Study of Eye, Mouth and Hand Movements. *Cerebral Cortex*, 15, 1866-1876.
- Pelphrey, K. A., Singerman, J. D., Allison, T. & McCarthy, G. (2003). Brain activation evoked by perception of gaze shifts: the influence of context. *Neuropsychologia*, 41(2), 156-170.
- Pessiglione, M., Seymour, B., Flandin, G., Dolan, R. J. & Frith, C. D. (2006). Dopamine-dependent prediction errors underpin reward-seeking behavior in humans. *Nature*, 442, 1042-1045.
- Pessoa, L. (2008). On the relationship between emotion and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 148-158.
- Pessoa, L. (2009). How do emotion and motivation direct executive control. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(4), 160-166.
- Petermann, F. (1996). *Psychologie des Vertrauens* (Vol. 3). Göttingen, Bern, Toronto, Seattle: Hogrefe, Verlag für Psychologie.

- 
- Piferi, R. L. & Lawler, K. A. (2006). Social support and ambulatory blood pressure: An examination of both receiving and giving. *International Journal of Psychophysiology*, 62, 328-336.
- Pillutla, M. M. & Murnighan, J. K. (1996). Unfairness, anger, and spite: emotional rejections of ultimatum offers. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 68, 208-224.
- Podzebenko, K., Egan, G. F. & Watson, J. D. G. (2005). Real and Imaginary Rotary Motion Processing: Functional Parcellation of the Human Parietal Lobe Revealed by fMRI. *J. Cognitive Neuroscience*, 17(1), 24-36.
- Poldrack, R. A. (2006). Can cognitive processes be inferred from neuroimaging data? *Trends in Cognitive Sciences*, 10(2), 59-63.
- Poldrack, R. A. (2008). The role of fMRI in Cognitive Neuroscience: where do we stand? *Current Opinion in Neurobiology*, 18(2), 223-226.
- Poldrack, R. A. & Mumford, J. A. (2009). Independence in ROI analysis: where is the voodoo? *Social Cognitive And Affective Neuroscience*, 4, 208 - 213.
- Popper, K. R. (2005). *Alle Menschen sind Philosophen* (Vol. 3). München, Zürich: Piper.
- Puce, A. & Perrett, D. (2003). Electrophysiology and brain imaging of biological motion. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 358(1431), 435-445.
- Raine, A. & Yang, Y. (2006). Neural foundations to moral reasoning and antisocial behavior. *Social Cognitive And Affective Neuroscience*, 1, 203-213.
- Rangel, A., Camerer, C. & Montague, P. R. (2008). A framework for studying the neurobiology of value-based decision making. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(7), 545-556.
- Ridderinkhof, K. R., Ullsperger, M., Crone, E. A. & Nieuwenhuis, S. (2004). The role of the medial frontal cortex in cognitive control. *Science*, 306(5695), 443-447.
- Ridderinkhof, K. R., van den Wildenberg, W. P. M., Segalowitz, S. J. & Carter, C. S. (2004). Neurocognitive mechanisms of cognitive control: The role of prefrontal cortex in action selection, response inhibition, performance monitoring, and reward-based learning. *Brain and Cognition*, 56(2), 129-140.
- Rilling, J. K., Glenn, A. L., Jairam, M. R., Pagnoni, G., Goldsmith, D. R., Elfenbein, H. A., et al. (2007). Neural correlates of social cooperation and non-cooperation as a function of psychopathy. *Biological Psychiatry*, 61(11), 1260-1271.

- 
- Rilling, J. K., Gutman, D. A., Zeh, T. R., Pagnoni, G., Berns, G. S. & Kilts, C. D. (2002). A neural basis for social cooperation. *Neuron*, 35(2), 395-405.
- Rilling, J. K., Sanfey, A. G., Aronson, J. A., Nystrom, L. E. & Cohen, J. D. (2004). The neural correlates of theory of mind within interpersonal interactions. *Neuroimage*, 22(4), 1694-1703.
- Rizzolatti, G. & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 169-192.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V. & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, 3(2), 131-141.
- Roth, A. E., Prasnikar, V., Okunofujiwara, M. & Zamir, S. (1991). Bargaining and Market Behavior in Jerusalem, Ljubljana, Pittsburgh, and Tokyo - an Experimental-Study. *American Economic Review*, 81(5), 1068-1095.
- Rushworth, M. F. S. & Behrens, T. E. J. (2008). Choice, uncertainty and value in prefrontal and cingulate cortex. *Nature Neuroscience*, 11(4), 389-397.
- Rustichini, A. (2009). Neuroeconomics: Formal Models of Decision Making and Cognitive Neuroscience. In P. W. Glimcher, C. F. Camerer, E. Fehr & R. A. Poldrack (Eds.), *Neuroeconomics - Decision Making and the Brain* (Vol. 1, pp. 33-46). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris: Elsevier.
- Sally, D. (2003). Dressing the mind properly for the game. In C. D. Frith & D. Wolpert (Eds.), *The Neuroscience of Social Interaction: Decoding, Imitating, and Influencing the Actions of Others* (Vol. 1, pp. 283-303). Oxford: University Press.
- Sally, D. & Hill, E. (2006). The development of interpersonal strategy: Autism, theory-of-mind, cooperation and fairness. *Journal of Economic Psychology*, 27(1), 73-97.
- Sanders, V. M., Kin, N. & Pongratz, G. (2007). Psychosocial Effects on Humoral Immunity: Neural and Neuroendocrine Mechanisms. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary & G. G. Bernston (Eds.), *Handbook of Psychophysiology* (3 ed., pp. 367-389). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sanfey, A. G. (2007a). Decision neuroscience: New directions in studies of judgment and decision making. *Current Directions in Psychological Science*, 16(3), 151-155.
- Sanfey, A. G. (2007b). Social decision-making: Insights from game theory and neuroscience. *Science*, 318(5850), 598-602.
- Sanfey, A. G. & Dorris, M. (2009). Games in Humans and Non-human Primates: Scanners to Single Units. In P. W. Glimcher, C. F. Camerer, E. Fehr & R. A. Poldrack

- (Eds.), *Neuroeconomics - Decision Making and the Brain* (Vol. 1, pp. 63-80). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris: Elsevier.
- Sanfey, A. G., Rilling, J. K., Aronson, J. A., Nystrom, L. E. & Cohen, J. D. (2003). The neural basis of economic decision-making in the ultimatum game. *Science*, 300(5626), 1755-1758.
- Santos, L. R. & Chen, M. K. (2009). The Evolution of Rational and Irrational Economic Behavior. In P. W. Glimcher, C. F. Camerer, E. Fehr & R. A. Poldrack (Eds.), *Neuroeconomics - Decision Making and the Brain* (Vol. 1, pp. 81-94). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris: Elsevier.
- Sarason, B. R., Pierce, G. R. & Sarason, I. G. (1990). Social support: The sense of acceptance and the role of relationships. In B. R. Sarason, I. G. Sarason & G. R. Pierce (Eds.), *Social support: An interactional view* (pp. 97-128). New York: Wiley & Sons.
- Saxe, R. (2005). Against simulation: the argument from error. *Trends in Cognitive Sciences*, 9, 174-179.
- Saxe, R. (2006). Uniquely human social cognition. *Current Opinion in Neurobiology*, 16, 235-239.
- Saxe, R. & Powell, L. J. (2006). It's the thought that counts: Specific brain regions for one component of theory of mind. *Psychological Science*, 17(8), 692-699.
- Saxe, R., Xiao, D. K., Kovacs, G., Perrett, D. I. & Kanwisher, N. (2004). A region of right posterior superior temporal sulcus responds to observed intentional actions. *Neuropsychologia*, 42(11), 1435-1446.
- Schall, J. D. (2001). Neural basis of deciding, choosing and acting. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 33-42.
- Schnabel, U. (2009). Das Dilemma des texanischen Scharfschützen - Ein Hirnforscher macht seinen Kollegen heftige Vorwürfe. Sind ihre Ergebnisse statistisch wertlos? *DIE ZEIT*, Nr. 5 - 22.01.2009.
- Schultz, W. (2000). Multiple reward signals in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 1(3), 199-207.
- Schultz, W., Apicella, P. & Ljungberg, T. (1993). Responses of monkey dopamine neurons to reward and conditioned stimuli during successive steps of learning a delayed response task. *Journal of Neuroscience*, 13, 900-913.
- Schultz, W., Dayan, P. & Montague, P. R. (1997). A neural substrate of prediction and reward. *Science*, 275, 1593-1599.

- 
- Schwarzer, R. & Leppin, A. (1989). *Sozialer Rückhalt und Gesundheit. Eine Meta-Analyse*. Göttingen: Hogrefe.
- Segrin, C. & Taylor, M. (2007). Positive interpersonal relationships mediate the association between social skills and psychological well-being. *Personality and Individual Differences*, 43(4), 637-646.
- Singer, T. (2006). The neuronal basis and ontogeny of empathy and mind reading: review of literature and implications for future research. *Neurosci Biobehav Rev*, 30(6), 855-863.
- Singer, T. (2009). Understanding Others: Brain Mechanisms of Theory of Mind and Empathy. In P. W. Glimcher, C. F. Camerer, E. Fehr & R. A. Poldrack (Eds.), *Neuroeconomics - Decision Making and the Brain* (Vol. 1, pp. 251-268). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris: Elsevier.
- Singer, T., Critchley, H. D. & Preuschoff, K. (2009). A common role of insula in feelings, empathy and uncertainty. *Trends Cogn Sci*, 13(8), 334-340.
- Singer, T. & Fehr, E. (2005). The neuroeconomics of mind reading and empathy. *American Economic Review*, 95(2), 340-345.
- Singer, T., Kiebel, S. J., Winston, J. S., Dolan, R. J. & Frith, C. D. (2004). Brain responses to the acquired moral status of faces. *Neuron*, 41(4), 653-662.
- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J., Kaube, H., Dolan, R. J. & Frith, C. D. (2004). Empathy for pain involves the affective but not sensory components of pain. *Science*, 303(5661), 1157-1162.
- Singer, T., Seymour, B., O'Doherty, J. P., Stephan, K. E., Dolan, R. J. & Frith, C. D. (2006). Empathic neural responses are modulated by the perceived fairness of others. *Nature*, 439(7075), 466-469.
- Smith, E. & Mackie, D. M. (2000). *Social Psychology*. Philadelphia: Psychology Press.
- Smith, V. L. (2009). Introduction: Experimental Economics and Neuroeconomics. In P. W. Glimcher, C. F. Camerer, E. Fehr & R. A. Poldrack (Eds.), *Neuroeconomics - Decision Making and the Brain* (Vol. 1, pp. 15-20). Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris: Elsevier.
- Sodian, B. (2007). Entwicklung der Theory of Mind in der Kindheit. In H. Förstl (Ed.), *Theory of Mind - Neurobiologie und Psychologie sozialen Verhaltens* (Vol. 1, pp. 43-56). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Spitzer, M., Fischbacher, U., Herrnberger, B., Gron, G. & Fehr, E. (2007). The neural signature of social norm compliance. *Neuron*, 56(1), 185-196.

- Tanaka, S. C., Doya, K., Okada, G., Ueda, K., Okamoto, Y. & Yamawaki, S. (2004). Prediction of immediate and future rewards differentially recruits cortico-basal ganglia loops. *Nature Neuroscience*, 7, 887-893.
- Tomasello, M. (2009). *Die Ursprünge der menschlichen Kommunikation* (Vol. 1). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Trepel, M. (1999). *Neuroanatomie: Struktur und Funktion* (Vol. 2). München, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm: Urban & Fischer Verlag.
- Utter, A. A. & Basso, M. A. (2008). The basal ganglia: An overview of circuits and function. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 32, 333-342.
- van 't Wout, M., Kahn, R. S., Sanfey, A. G. & Aleman, A. (2005). Repetitive transcranial magnetic stimulation over the right dorsolateral prefrontal cortex affects strategic decision-making. *Neuroreport*, 16(16), 1849-1852.
- van den Bos, W., van Dijk, E., Westenberg, M., Rombouts, S. A. R. B. & Crone, E. A. (2009). What motivates repayment? Neural correlates of reciprocity in the Trust Game. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*.
- Vul, E., Harris, C., Winkielman, P. & Pashler, H. (2009a). Puzzlingly High Correlations in fMRI Studies of Emotion, Personality, and Social Cognition. *Perspectives on Psychological Science*, 4(3), 274 - 290.
- Vul, E., Harris, C., Winkielman, P. & Pashler, H. (2009b). Reply to Comments on "Puzzlingly High Correlations in fMRI Studies of Emotion, Personality and Social Cognition". *Perspectives on Psychological Science*, 4(3), 319-324.
- Vul, E. & Kanwisher, N. (2009). Begging the Question: The Non-Independence Error in fMRI Data Analysis (online verfügbar unter: <http://www.edvul.com/voodoocorr.php>). In S. J. Hanson & M. Bunzl (Eds.), *Foundational issues for human brain mapping*. Cambridge, London: MIT press.
- Wager, T. D., Hernandez, L., Jonides, J. & Lindquist, M. (2007). Elements of Functional Neuroimaging. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary & G. G. Bernston (Eds.), *Handbook of psychophysiology* (3 ed., pp. 19-55). Cambridge, New York, Melbourne: Cambridge University Press.
- Wallis, J. D., Anderson, K. C. & Miller, E. K. (2001). Single neurons in prefrontal cortex encode abstract rules. *Nature*, 411, 953-956.
- Walter, H., Abler, B., Ciaramidaro, A. & Erk, S. (2005). Motivating forces of human actions - Neuroimaging reward and social interaction. *Brain Research Bulletin*, 67(5), 368-381.

- 
- Walter, H., Kalckreuth, A. v., Schardt, D., Stephan, A., Goschke, T. & Erk, S. (2009). The Temporal Dynamics of Voluntary Emotion Regulation. *PLoS one*, 4(8).
- Weber, E. U. & Johnson, E. J. (2009). Mindful Judgment and Decision Making, *Annual Review of Psychology* (Vol. 60, pp. 53-85).
- Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J.-P., Gallese, V. & Rizzolatti, G. (2003). Both of Us Disgusted in My Insula. *Neuron*, 40(3), 655-664.
- Wimmer, H. & Perner, J. (1983). Beliefs about beliefs: representation and constraining function of wrong beliefs in young children's understanding of deception. *Cognition*, 13, 103-128.
- Winston, J. S., Strange, B. A., O'Doherty, J. & Dolan, R. J. (2002). Automatic and intentional brain responses during evaluation of trustworthiness of faces. *Nature Neuroscience*, 5(3), 277-283.
- Wischniewski, J., Windmann, S., Juckel, G. & Brüne, M. (2009). Rules of social exchange: Game theory, individual differences and psychopathology. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33, 305-313.
- Xiao, E. & Houser, D. (2006). Emotion expression in human punishment behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(20), 7389-7401.
- Yang, Y. & Raine, A. (2008). Functional neuroanatomy of psychopathy. *Psychiatry*, 7(3), 133-136.

## Anhang A

### Zusammenstellung neuroanatomischer Abbildungen

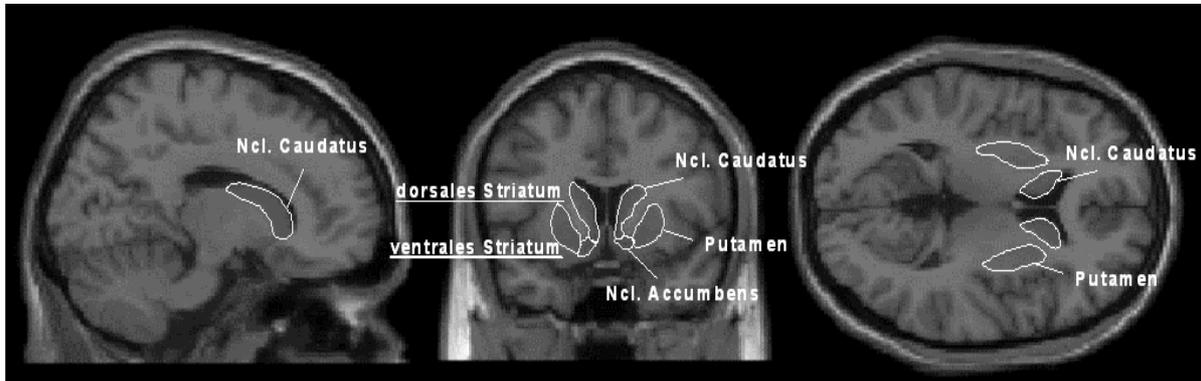


Abbildung 1.

Hirnregionen, die mit der Verarbeitung von Belohnung und der Bewertung von Stimuli assoziiert sind. Das Striatum besteht aus drei Komponenten: Nucleus (Ncl.) Caudatus, Putamen und Ncl. Accumbens. Manche Forscher teilen das Striatum einfach in den unteren Anteil (ventrales Striatum: Ncl. Accumbens und Putamen) und den oberen Anteil (dorsales Striatum: Ncl. Caudatus). Die Abbildung wurde erstellt nach Sanfey und Dorris (2009) und Knutson, Delgado und Phillips (2009).

Abbildung 2.

Anteriorer cingulärer Cortex (ACC). Der ACC kann in einen dorsalen und einen ventralen Anteil gegliedert werden (Abbildung erstellt nach Mansouri et al. 2009).

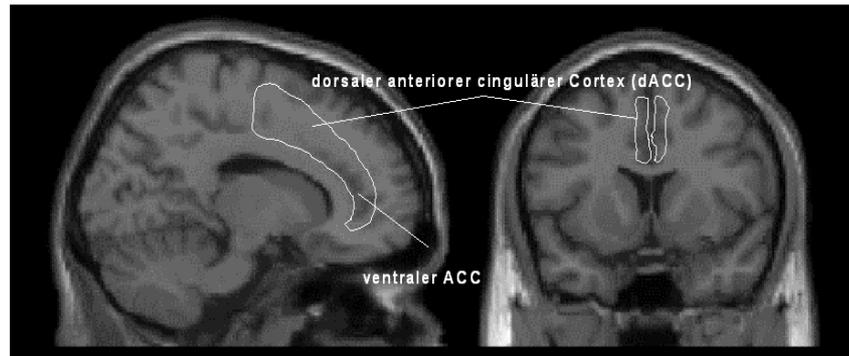


Abbildung 3.

Dorsolateraler präfrontaler Cortex (DLPFC; Abbildung erstellt nach Ridderinkhof et al. 2004).

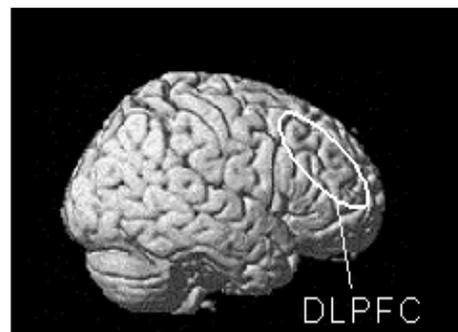


Abbildung 4.

Laterales intraparietales Areal (LIP) im parietalen Cortex, frontales Augenfeld (engl.: frontal eye fields, FEF), dorsaler prämotorischer Cortex, ventraler prämotorischer Cortex (Abbildung erstellt nach Cohen & Andersen, 2002 und Nieder, 2005).

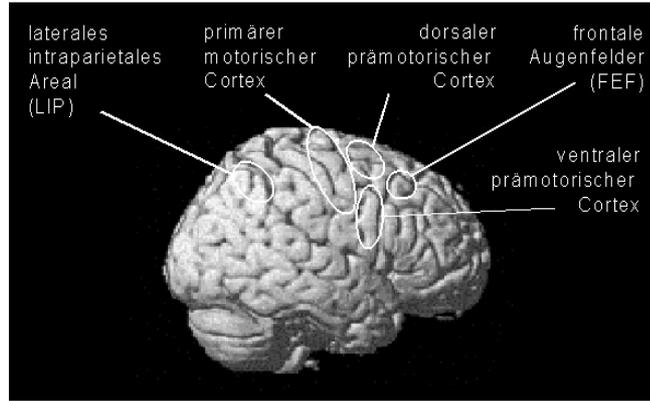


Abbildung 5.

Temporo-parietaler Übergang (TPJ), posterior-superior temporo-raler Sulcus (pSTS) und temporaler Pol (Abbildung erstellt nach Saxe, 2006; Saxe et al., 2004; Singer 2009 und Puce & Perrett 2003).

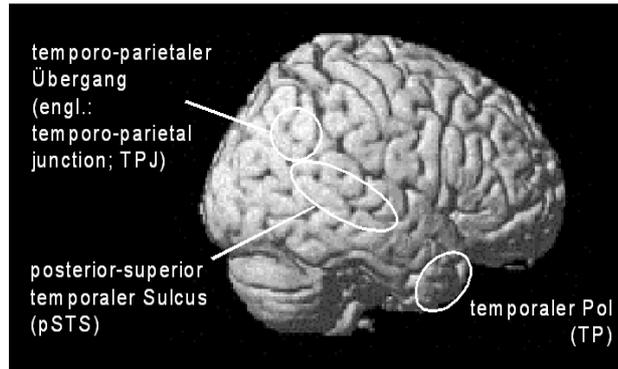


Abbildung 6.

Dorsaler anteriorer cingulärer Cortex (dACC) und medialer präfrontaler Cortex (MPFC) (Abbildung erstellt nach Singer 2009 und Mansouri et al. 2009).

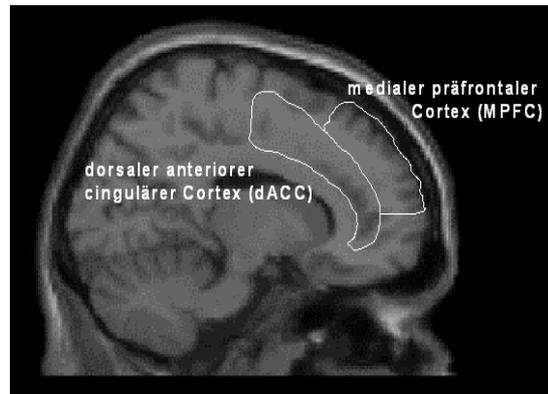


Abbildung 7.

Insula und, als Teil davon, die anteriore Insula (Abbildung erstellt nach Craig, 2009).

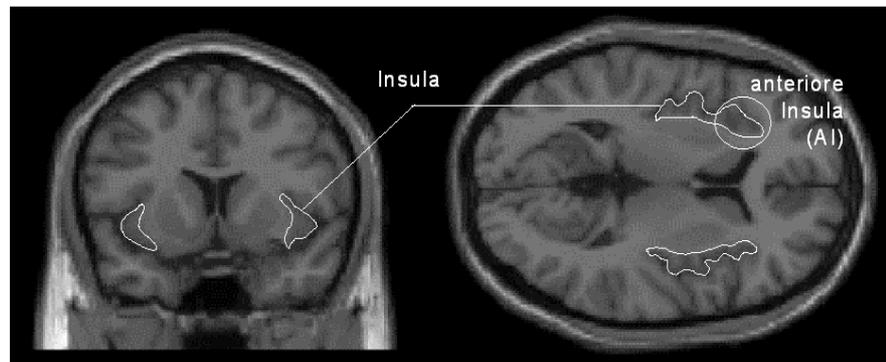


Abbildung 8.

Hirnregion (dACC), deren Aktivität während des Ausschlusses aus dem sozialen Spiel mit dem Gefühl der Frustration einer Versuchsperson korreliert. (Abbildung übernommen von Eisenberger et al., 2003; Bildstörung (waagerechte Linie in der Mitte im Original nicht erkennbar, aber durch den Bildtransfer sichtbar).



Abbildung 11.

Hirnregionen (rechte und linke Anteriore Insula, ACC, rechter DLPFC), die beim Reagieren auf unfaire Angebote im Ultimatum-Spiel mehr aktiviert sind als beim Reagieren auf faire Angebote (Abbildung aus Sanfey et al. 2003).

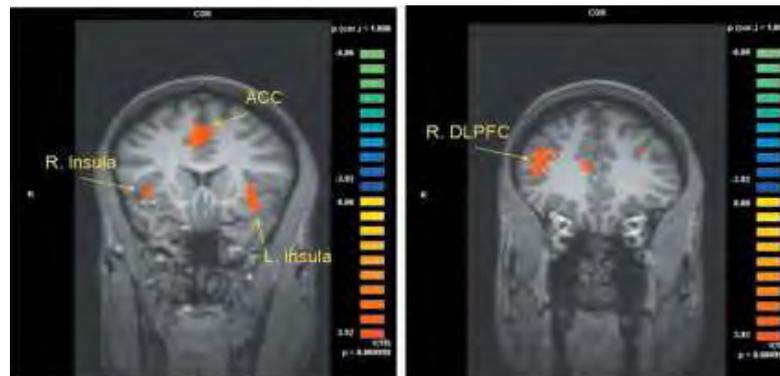


Abbildung 13.

Region im dorsalen Striatum (Ncl. Caudatus), deren Aktivität mit Vertrauen, das dem Trustee im Vertrauens-Spiel entgegengebracht wird, in Zusammenhang steht (Abbildung aus King-Casas et al., 2005).

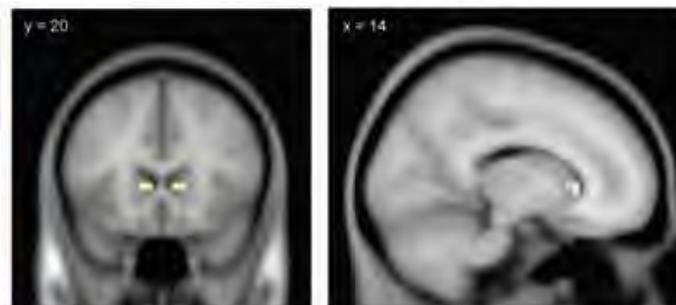
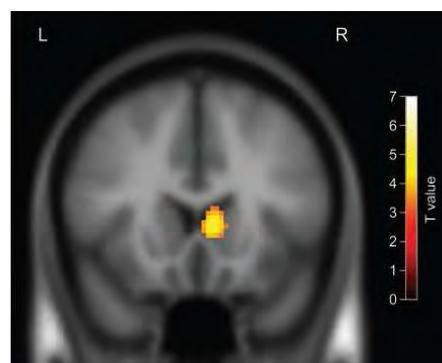


Abbildung 15.

Hirnregion (dorsales Striatum - Ncl. Caudatus), die beim altruistischen Bestrafen aktiv ist (Abbildung aus deQuervain et al. 2004).



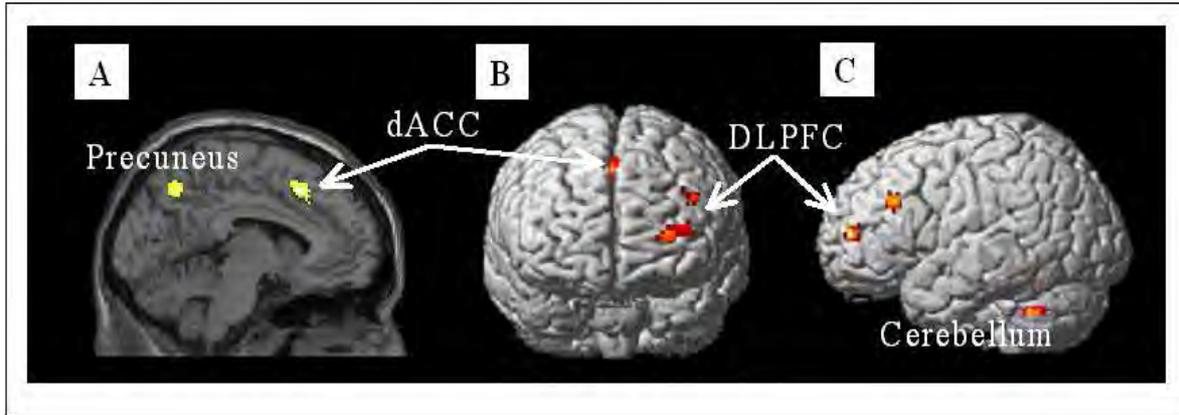


Abbildung 40.

Hirnregionen, die eine höhere Aktivierung beim Erleben von Vertrauen (Frei $\bar{X}$ ) als beim Erleben von Misstrauen (Zwang $\bar{X}$ ) aufweisen (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,05$  mit family-wise-error (FWE) für multiple Vergleiche korrigiert; vgl. Tabelle 9). A-C stellen verschiedene Visualisierungen der selben statistischen Karte dar: A - Sagittalschnitt; B - Frontalansicht; C - Ansicht von links.

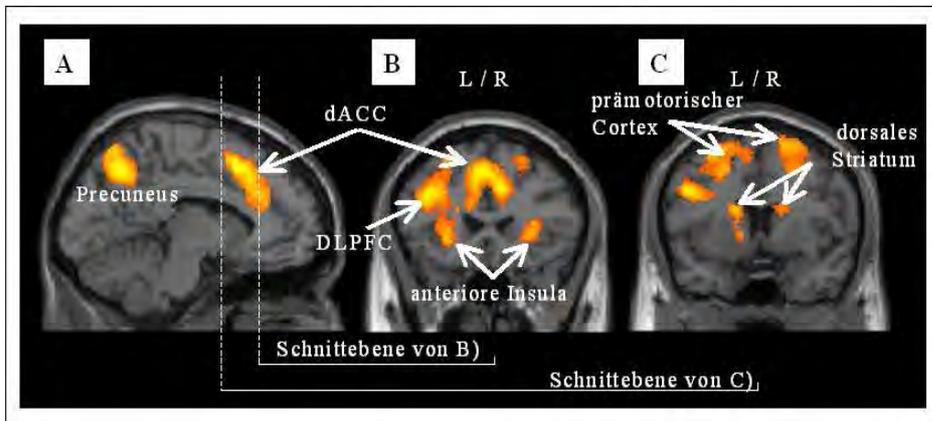


Abbildung 41.

Ansicht von Gehirnregionen, die eine höhere Aktivierung beim Erleben von Vertrauen (Frei $\bar{X}$ ) als beim Erleben von Misstrauen (Zwang $\bar{X}$ ) aufweisen (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,05$ ; mit false-discovery-rate (FDR) für multiple Vergleiche korrigiert; vgl. Tabelle 10). A-C stellen verschiedene Visualisierungen derselben statistischen Karte dar: A - Sagittalschnitt; B - Koronarschnitt (Schnittebene in A eingezeichnet); C - Koronarschnitt (Schnittebene in A eingezeichnet).

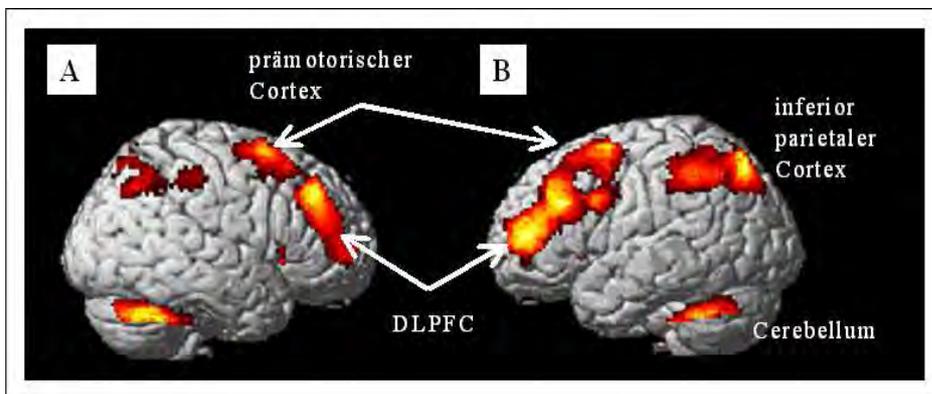


Abbildung 42.

Ansicht von Gehirnregionen, die eine höhere Aktivierung beim Erleben von Vertrauen (Frei $\bar{X}$ ) als beim Erleben von Misstrauen (Zwang $\bar{X}$ ) aufweisen (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,05$ ; mit false-discovery-rate (FDR) für multiple Vergleiche korrigiert; vgl. Tabelle 10 und Abbildung 41). A und B stellen verschiedene Visualisierungen derselben statistischen Karte dar: A - Ansicht von rechts; B - Ansicht von links.

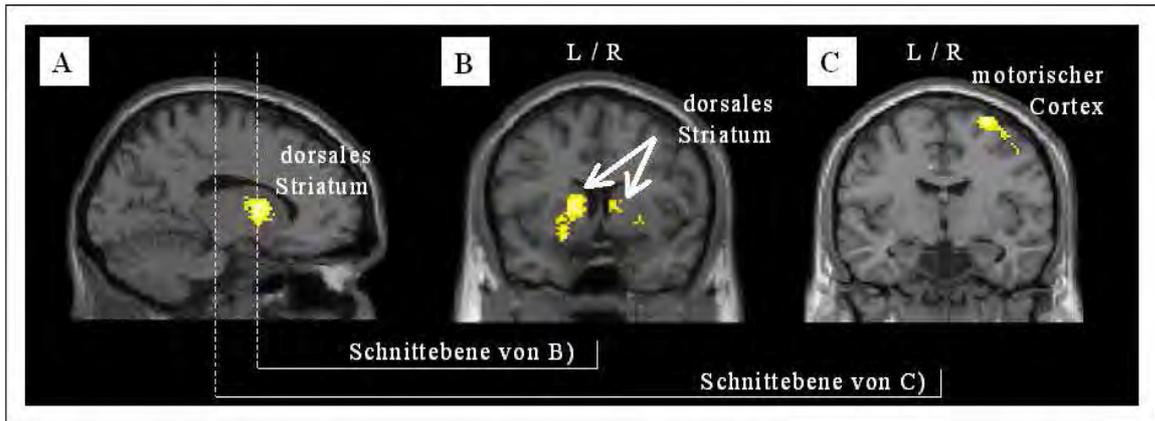


Abbildung 45.

Hirnregionen, die einen höheren Aktivierungsunterschied [ $\text{FreiX} > \text{ZwangX}$ ] für  $X = 20$  aufweisen als für  $X = 5$  (Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,001$ ; nicht für multiple Vergleiche korrigiert vgl. Tabelle 13). A-C stellen verschiedene Visualisierungen derselben statistischen Karte dar: A - Sagittalschnitt; B - Koronarschnitt (Schnittebene von B in A dargestellt); C - Koronarschnitt (Schnittebene von C in A dargestellt).

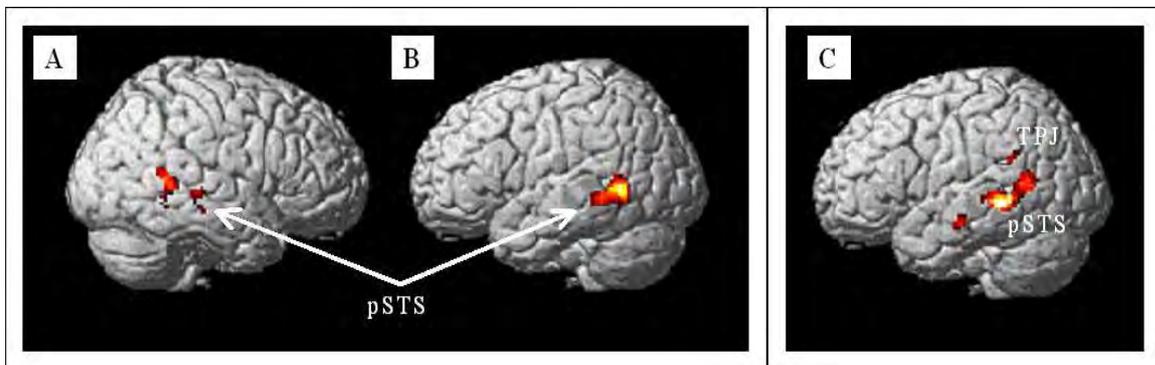


Abbildung 46.

Hirnregionen, die über alle Versuchspersonen hinweg eine Korrelation zwischen dem Aktivierungsunterschied und dem von einer Versuchsperson durchschnittlich abgegebenen Betrag aufweisen. Abbildung 46 A/B: positive Korrelation zwischen Aktivierungsdifferenz [ $\text{FreiX} > \text{ZwangX}$ ] und mittlerer Abgabe in  $\text{FreiX}$ ; Ansicht von rechts/links (vgl. Tabelle 14). Abbildung 46 C: negative Korrelation zwischen Aktivierungsdifferenz [ $\text{ZwangX} > \text{FreiX}$ ] und mittlerer Abgabe in  $\text{ZwangX}$  (vgl. Tabelle 15); beide Analysen: Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,001$ ; nicht für multiple Vergleiche korrigiert.

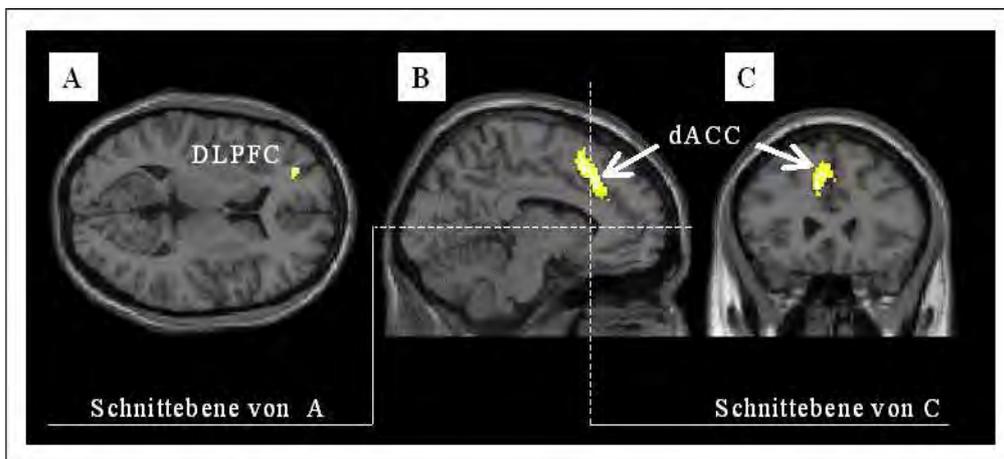


Abbildung 47.

Hirnregionen, die über alle Versuchspersonen hinweg eine signifikante Korrelation zwischen dem Aktivitätsunterschied [ $\text{FreiX} > \text{ZwangX}$ ] einer Versuchsperson und der mittleren Reaktionszeitdifferenz  $\text{RT}(\text{FreiX}) - \text{RT}(\text{ZwangX})$  dieser Person aufweisen. A-C stellen verschiedene Visualisierungen derselben statistischen Karte dar: A - Axialschnitt (Schnittebene von A ist in B eingezeichnet); B - Sagittalschnitt; C - Koronarschnitt (Schnittebene von C ist in B eingezeichnet), Signifikanzschwelle für ein Voxel  $p < 0,001$ ; nicht für multiple Vergleiche korrigiert, vgl. Tabelle 16.

## **Anhang B Instruktionen in den Studien**

Übersicht:

Anhang B1: Instruktion in Studie 1 (Bsp. für  $\underline{X} = 10$  Geldeinheiten)

Anhang B2: Instruktion in Studie 2

Anhang B3: Instruktion in Studie 3

Anhang B4: Instruktion in Studie 4

Anhang B5: Instruktion in Studie 5

## Anhang B1: Instruktion in Studie 1 (Bsp. für $\underline{X} = 10$ Geldeinheiten)

### Instruktionen

Sie nehmen nun an einem wissenschaftlichen Experiment teil, das von der Abteilung für Medizinische Psychologie der Universitätsklinik Bonn durchgeführt wird.

Bitte lesen Sie die Instruktionen genau durch. Es wird Ihnen alles erklärt, was Sie für die Teilnahme am Experiment wissen müssen. Falls Sie Fragen haben, melden Sie sich bitte.

Man wird diese Fragen gern beantworten.

Die folgende Anweisung besteht aus zwei Teilen:

1. Allgemeine Erklärungen zum Spiel im Experiment
2. Zusätzliche Erläuterungen zum Ablauf des Gesamtexperimentes

#### 1. Allgemeine Erklärungen zum Spiel im Experiment

Bei dem Spiel handelt es sich um eine finanzielle Transaktion zwischen real existierenden Personen. Im Verlauf des Experiments können Sie Punkte verdienen. Die Anzahl der Punkte, die Sie erhalten, hängt von Ihrer Entscheidung und der Entscheidung des anderen Teilnehmers (beschrieben in Teil 1 dieser Instruktion), sowie einer bestimmten Auszahlungsregelung (siehe Teil 2 dieser Instruktion) ab.

Die Punkte, die Sie im Experiment verdienen können, werden am Schluss in Euro umgerechnet. Hierbei gilt:

**1 Punkt = 10 Eurocent**

#### *Das Spiel im Experiment*

In diesem Experiment werden Sie mit einem *realen* Kommilitonen aus Ihrem Semester in einer Zweiergruppe spielen. Weder Sie noch Ihr Gegenüber wissen, mit wem man in einer Zweiergruppe ist, d.h. alle Entscheidungen werden anonym getroffen. Sie können jedoch gewiss sein, dass es sich bei den Spielpartnern um eine Auswahl von Kommilitonen aus Ihrem Semester handelt. Zu Beginn des Spieles erhält Ihr Gegenüber einen Betrag von 120 Punkten. Sie erhalten zu Beginn des Spieles keine Punkte.

Beide Teilnehmer sollen Entscheidungen treffen. Welche Entscheidungen dies sind, wird im Folgenden erläutert.

#### **Die Entscheidung Ihres Gegenübers:**

Ihr Gegenüber kann entscheiden, ob es Ihnen Punkte von seinem Ausgangsguthaben abgibt und wenn ja, wie viele Punkte.

Jeder Punkt, den Ihr Gegenüber an Sie überweist, wird vom Experimentator verdoppelt. Jeder Punkt, den Ihr Gegenüber an Sie überweist, verringert folglich das Guthaben Ihres Gegenübers um 1 Punkt und erhöht Ihr Einkommen um 2 Punkte.

Die Gewinnformeln in dem Spiel sehen also folgendermaßen aus:

**Gewinn für Ihr Gegenüber: 120 – Überweisung**

**Gewinn für Sie: 0 + 2\*Überweisung**

Die folgenden Beispiele sollen die Gewinnformeln verdeutlichen:

- Beispiel 1: Ihr Gegenüber überweist 0 Punkte an Sie.  
Die Gewinne sind dann: 120 Punkte für Ihr Gegenüber und 0 Punkte für Sie.
- Beispiel 2: Ihr Gegenüber überweist 20 Punkte an Sie.  
Die Gewinne sind dann: 100 Punkte für Ihr Gegenüber und 40 Punkte für Sie.
- Beispiel 3: Ihr Gegenüber überweist 80 Punkte an Sie.  
Die Gewinne sind dann: 40 Punkte für Ihr Gegenüber und 160 Punkte für Sie.

### Ihre Entscheidung:

**Bevor** sich Ihr Gegenüber im Spiel entscheiden wird, wie viele Punkte es an Sie überweist, haben Sie die Möglichkeit, eine Mindestüberweisung festzulegen:

**Konkret bedeutet dies, dass Sie die Auswahl zwischen zwei Optionen haben:**

1. Sie können sich entscheiden, ihr Gegenüber in seiner Entscheidung völlig frei zu lassen.
2. Alternativ können Sie sich aber auch entscheiden, Ihr Gegenüber zu zwingen, mindestens 10 Punkte an Sie abzugeben.

Ihrem Gegenüber wird im Laufe einer auf diese Befragung folgende fMRT-Studie mitgeteilt, für welche Option Sie sich entschieden haben. Dann muss es seine Entscheidung treffen.

Ihr Gegenüber wird dann genau wie Sie jetzt alle oben beschriebenen Regeln des Spieles kennen.

Es gibt für Sie im Spiel also zwei mögliche Situationen:

#### Situation 1:

Sie lassen Ihr Gegenüber frei entscheiden und zwingen es nicht, Ihnen mindestens 10 Punkte zu überweisen. In diesem Fall kann Ihr Gegenüber jeden beliebigen (ganzahligen) Betrag **zwischen 0 und 120** an Sie überweisen.

#### Situation 2:

Sie zwingen ihr Gegenüber, Ihnen mindestens 10 Punkte zu überweisen. In diesem Fall kann Ihr Gegenüber jeden beliebigen (ganzahligen) Betrag **zwischen 10 und 120** an Sie überweisen.

Das Spiel hat folglich zwei Stufen.

#### Stufe 1:

Auf der ersten Stufe entscheiden Sie jetzt, ob Sie Ihr Gegenüber zwingen, Ihnen mindestens 10 Punkte zu überweisen oder ob Sie es frei entscheiden lassen.

#### Stufe 2:

Auf der zweiten Stufe entscheidet Ihr Gegenüber in einem bald stattfindenden fMRT-Experiment, wie viel es an Sie überweist. Dies ist ein Betrag

- zwischen 0 und 120, falls Sie Ihr Gegenüber *nicht zwingen*, mindestens 10 Punkte zu überweisen, oder
- zwischen 10 und 120, falls Sie Ihr Gegenüber *zwingen*, mindestens 10 Punkte zu überweisen.

Nachdem sich Ihr Gegenüber entschieden hat, wie viele Punkte es an Sie überweisen möchte, ist das Spiel beendet.

## 2. Zusätzliche Erläuterungen zum Ablauf des Gesamtexperimentes

Ihre Rolle werden noch viele andere Kommilitonen im Laufe der aktuellen Befragung einnehmen und sich wie Sie für eine der beiden oben beschriebenen Optionen entscheiden. Alle diese Entscheidungen werden anonym gespeichert. Den Versuchspersonen im fMRT-Experiment wird dann nacheinander eine Auswahl dieser Entscheidungen präsentiert und sie werden auf diese Auswahl an Entscheidungen reagieren. Zur Auszahlung kommt jedoch immer nur *eine zufällig ausgeloste Interaktion* zwischen einer Versuchsperson im Scanner und einem Teilnehmer der Studie, an der sie gerade teilnehmen. Das bedeutet insbesondere für Sie, dass Ihnen nicht garantiert werden kann, dass Ihre Entscheidung für die fMRT-Studie ausgewählt wird. Es besteht die *Chance*, nicht aber die *Sicherheit*, dass das Spiel für sie zur Auszahlung kommt. Sollte Ihre Entscheidung in die fMRT-Studie eingebunden werden und zufällig für eine Auszahlung ausgelost werden, dann werden Sie natürlich informiert und erhalten das Geld, dass Ihnen durch die Kombination aus Ihrer eigenen Wahl und der Reaktion des Gegenübers zufällt. Bitte geben Sie deshalb auf dem Fragebogen, den Sie gleich erhalten, neben Ihrer Entscheidung auch Ihr Alter, Ihr Geschlecht und anonymisierte Initialen an (erster Buchstabe des Vornamens Ihres Vaters und erster Buchstabe des Mädchennamens Ihrer Mutter), damit sie im Falle einer Auszahlung identifiziert werden können.

## Anhang B2: Instruktion in Studie 2

### Instruktionen

Sie nehmen nun an einem wissenschaftlichen Experiment teil, das von der Abteilung für Medizinische Psychologie der Universitätsklinik Bonn durchgeführt wird. Bitte lesen Sie die Instruktionen genau durch. Es wird Ihnen alles erklärt, was Sie für die Teilnahme am Experiment wissen müssen. Falls Sie Fragen haben, melden Sie sich bitte. Man wird diese Fragen gern beantworten.

Die folgende Erklärung besteht aus drei Teilen:

1. Allgemeine Erklärungen zum Spiel im Experiment
2. Zusätzliche Erläuterungen zum Ablauf des Gesamtexperimentes
3. Einweisung in die Darstellung der Phasen im Experiment und die Bedienung des Auswahlinstrumentes

#### 1. Allgemeine Erklärungen zum Spiel im Experiment

Bei dem Spiel handelt es sich um eine finanzielle Transaktion zwischen real existierenden Personen. Im Verlauf des Experiments können Sie Punkte verdienen. Die Anzahl der Punkte, die Sie erhalten, hängt von Ihren Entscheidungen und den Entscheidungen der anderen Teilnehmer ab. Die Punkte, die Sie im Experiment verdienen, werden am Schluss in Euro umgerechnet. Hierbei gilt:

**1 Punkt = 10 Eurocent**

Nach dem Versuch wird Ihnen das Einkommen, das Sie im Verlauf des Experiments verdient haben, auf Ihr Konto überwiesen. Dazu füllen Sie bitte den beiliegenden Fragebogen zu Ihren Bankverbindungen aus. Alle Daten werden streng vertraulich behandelt.

#### *Das Spiel im Experiment*

In diesem Experiment werden Sie in mehreren Durchgängen nacheinander mit einem jeweils anderen *realen* Kommilitonen aus Ihrem Semester in einer Zweiergruppe spielen.

Weder Sie noch Ihr Gegenüber wissen, mit wem er in einer Zweiergruppe ist, d.h. alle Entscheidungen werden anonym getroffen. Sie können jedoch gewiss sein, dass es sich bei den Spielpartnern um eine Auswahl von Kommilitonen aus Ihrem Semester handelt.

Zu Beginn des Spieles erhalten Sie einen Betrag von 120 Punkten. Ihr Gegenüber erhält keine Punkte. Beide Teilnehmer treffen im Spiel Entscheidungen, die im Folgenden erläutert werden.

#### **Ihre Entscheidung:**

Sie können entscheiden, ob sie Punkte von Ihrem Ausgangsguthaben an Ihr Gegenüber überweisen möchten und wenn ja, wie viele. Jeder Punkt, den Sie an Ihr Gegenüber überweisen, wird vom Experimentator verdoppelt. Jeder Punkt, den Sie an Ihr Gegenüber überweisen, verringert folglich Ihr eigenes Guthaben um 1 Punkt und erhöht das Einkommen Ihres Gegenübers um 2 Punkte.

Die Gewinnformeln in dem Spiel sehen also folgendermaßen aus:

**Gewinn für Sie: 120 – Überweisung**

**Gewinn für Ihr Gegenüber: 0 + 2\*Überweisung**

Die folgenden Beispiele sollen die Gewinnformeln verdeutlichen:

- Beispiel 1: Sie überweisen 0 Punkte an Ihr Gegenüber.  
Die Gewinne sind dann: 120 Punkte für Sie und 0 Punkte für Ihr Gegenüber.
- Beispiel 2: Sie überweisen 20 Punkte an Ihr Gegenüber.  
Die Gewinne sind dann: 100 Punkte für Sie und 40 Punkte für Ihr Gegenüber.
- Beispiel 3: Sie überweisen 80 Punkte an Ihr Gegenüber.  
Die Gewinne sind dann: 40 Punkte für Sie und 160 Punkte für Ihr Gegenüber.

### Entscheidung Ihres Gegenübers:

**Bevor** Sie sich im Spiel entscheiden, wie viele Punkte Sie an Ihr Gegenüber überweisen, hatte Ihr Gegenüber die Möglichkeit, eine Mindestüberweisung festzulegen:

Konkret bedeutet dies:

**Ihr Gegenüber konnte sich entscheiden, Sie nicht einzuschränken und Sie in Ihrer Entscheidung völlig frei zu lassen.**

**Alternativ konnte Ihr Gegenüber Sie auch zwingen, ihm mindestens eine bestimmte Anzahl von Punkten zu geben.**

Die Höhe dieses Mindestabgabebetrages wurde Ihrem Gegenüber vom Experimentator vorgegeben. Zur Höhe dieses Mindestabgabebetrages folgen weiter unten genauere Erläuterungen.

Die Entscheidung zwischen diesen beiden Wahloptionen traf ihr Gegenüber im Laufe einer Befragung, die vor kurzem hier an der Universität Bonn unter Kommilitonen aus ihrem Semesterstudiengang der Humanmedizin stattfand.

Ihr Gegenüber wusste, dass Sie jetzt auf seine Entscheidung reagieren werden und kannte, genau wie Sie, alle oben beschriebenen Regeln des Spieles.

Es gibt für Sie im Spiel also zwei mögliche Situationen:

**Situation 1:** Ihr Gegenüber lässt Sie frei entscheiden und zwingt Sie nicht, ihm mindestens einen gewissen Betrag zu überweisen. In diesem Fall können Sie jeden beliebigen (ganzahligen) Betrag **zwischen 0 und 120** an Ihr Gegenüber überweisen.

**Situation 2:** Ihr Gegenüber zwingt Sie, ihm mindestens eine gewisse Anzahl von Punkten zu überweisen. In diesem Fall können Sie jeden beliebigen (ganzahligen) Betrag **zwischen dem Mindestabgabebetrag und 120** an Ihr Gegenüber überweisen.

Das Spiel hat folglich zwei Stufen.

#### Stufe 1:

Auf der ersten Stufe entschied Ihr Gegenüber, ob es Sie zwingt, mindestens eine gewisse Anzahl Punkte zu überweisen, oder ob es Sie frei entscheiden lässt. Diese Entscheidung wurde vom Gegenüber bereits im Rahmen der Befragung getroffen und wird Ihnen im gleich stattfindenden Experiment mitgeteilt.

#### Stufe 2:

Auf der zweiten Stufe entscheiden Sie nun im Laufe des Experimentes im fMRT-Scanner über den Betrag, den Sie an Ihr Gegenüber überweisen. Dies ist ein Betrag

- zwischen 0 und 120, falls Ihr Gegenüber Sie *nicht zwingt*, mindestens eine gewisse Anzahl Punkte zu überweisen,

oder

- zwischen dem Mindestabgabebetrag und 120, falls Ihr Gegenüber Sie *zwingt*, mindestens diesen Betrag zu überweisen.

Nachdem Sie sich entschieden haben, wie viele Punkte sie an Ihr Gegenüber überweisen, ist das Spiel beendet.

## 2. Zusätzliche Erläuterungen zum Ablauf des Gesamtexperimentes

Sie werden das oben beschriebene Spiel im Laufe des Experimentes im fMRT-Scanner mehrmals hintereinander durchlaufen. **In jedem Durchgang wird ein anderer Kommilitone aus Ihrem Semester die Rolle Ihres Gegenübers einnehmen.** Ihnen werden die anonymisierten Initialen (bestehend aus dem Anfangsbuchstaben des Vornamens des Vaters und des Mädchennamens der Mutter) und das Alter des Mitstudenten präsentiert. Sie werden also in gewisser Weise nacheinander anonym mit mehreren Ihrer Kommilitonen "interagieren", wohl wissend, dass Ihre Kommilitonen ihre Entscheidung nicht jetzt treffen, während Sie im fMRT-Scanner liegen, sondern dies schon vor einiger Zeit im Zuge einer Befragung taten.

In dieser Befragung wurden sehr viele Kommilitonen um eine Entscheidung gebeten. Ihnen wird im Laufe des Experimentes eine Auswahl der getroffenen Entscheidungen nacheinander präsentiert.

In dieser Befragung standen **verschiedenen Ihrer Kommilitonen verschieden hohe Mindestabgabebeträge** zur Verfügung:

Neben der einen Option (Ihnen freie Wahl zu lassen), hatten manche Kommilitonen die Wahl, Sie zu einer **Mindestabgabe von 5 Punkten** zu zwingen, andere konnten Sie zu einer **Mindestabgabe von 10 Punkten** zwingen und wieder andere konnten Sie zu einer **Mindestabgabe von 20 Punkten** zwingen.

Bitte beachten Sie: *Keiner Ihrer Gegenüber konnte zwischen diesen verschiedenen Höhen wählen, sondern immer nur zwischen der Option, Ihnen die freie Wahl zu lassen und der Option, Sie zur Abgabe eines vom Experimentator bestimmten Mindestabgabebetrages (Höhe *entweder 5 oder 10 oder 20*) zu zwingen.*

Wichtig:

- **In jedem einzelnen dieser Durchgänge steht Ihnen das volle Guthaben von 120 Punkten zur Verfügung.**
- **In jeder dieser Interaktionen werden Sie mit einem anderen, tatsächlich existierenden Kommilitonen konfrontiert und entscheiden bitte neu, wie viel von diesen 120 Punkten Sie an Ihr Gegenüber abgeben möchten.**
- **Am Ende des Gesamtexperimentes wird dann zufällig einer der Einzeldurchgänge ausgewählt und Sie bekommen den Betrag, den Sie in diesem einzelnen (am Schluss zufällig ausgewählten) Durchgang für Sie behalten haben.**
- **Entscheiden Sie deshalb in jedem einzelnen Durchgang möglichst so, als ob es sich bei diesem um denjenigen handelt, der am Ende zufällig ausgewählt wird!**
- **Ihr Gegenüber, mit dem Sie in diesem (zufällig ausgewählten) Spiel interagieren, erhält den doppelten Betrag dessen, was Sie ihm in diesem Durchgang überwiesen.**

### **3. Einweisung in die Darstellung der Phasen im Experiment und die Bedienung des Auswahlinstrumentes**

Bitte melden Sie sich, wenn Sie die Erläuterung bis hierher gelesen haben. Der Leiter des Experimentes wird Ihnen dann eventuelle Fragen beantworten, die Darbietung der Phasen des Spieles an einem Beispiel demonstrieren und die Bedienung des Auswahlinstrumentes zur Eingabe von Abgabebeträgen im fMRT-Scanner erklären.

## Anhang B3: Instruktion in Studie 3

### Instruktionen

Sie nehmen nun an einem wissenschaftlichen Experiment teil, das von der Abteilung für Medizinische Psychologie der Universitätsklinik Bonn durchgeführt wird.

Bitte lesen Sie die Instruktionen genau durch. Es wird Ihnen alles erklärt, was Sie für die Teilnahme am Experiment wissen müssen. Falls Sie Fragen haben, melden Sie sich bitte.

Man wird diese Fragen gern beantworten.

#### Das Spiel im Experiment

Bei dem Spiel handelt es sich um eine finanzielle Transaktion zwischen real existierenden Personen. Im Verlauf des Experiments können Sie Punkte verdienen. Die Anzahl der Punkte, die Sie erhalten, hängt von Ihrer Entscheidung und der Entscheidung des anderen Teilnehmers ab.

Die Punkte, die Sie im Experiment verdienen können, werden am Schluss in Euro umgerechnet. Hierbei gilt:

<b>1 Punkt = 10 Eurocent</b>
------------------------------

In diesem Experiment werden Sie mit einem *realen* Kommilitonen aus Ihrem Semester in einer Zweiergruppe spielen. Weder Sie noch Ihr Gegenüber wissen, mit wem man in einer Zweiergruppe ist, d.h. alle Entscheidungen werden anonym getroffen. Sie können jedoch gewiss sein, dass es sich bei den Spielpartnern um eine Auswahl von Kommilitonen aus Ihrem Semester handelt. Zu Beginn des Spieles erhält Ihr Gegenüber einen Betrag von 120 Punkten. Sie erhalten zu Beginn des Spieles keine Punkte. Beide Teilnehmer sollen Entscheidungen treffen. Welche Entscheidungen dies sind, wird im Folgenden erläutert.

#### **Die Entscheidung Ihres Gegenübers:**

Ihr Gegenüber kann entscheiden, ob es Ihnen Punkte von seinem Ausgangsguthaben abgibt und wenn ja, wie viele Punkte.

Jeder Punkt, den Ihr Gegenüber an Sie überweist, wird vom Experimentator verdoppelt. Jeder Punkt, den Ihr Gegenüber an Sie überweist, verringert folglich das Guthaben Ihres Gegenübers um 1 Punkt und erhöht Ihr Einkommen um 2 Punkte.

Die Gewinnformeln in dem Spiel sehen also folgendermaßen aus:

<b>Gewinn für Ihr Gegenüber: 120 – Überweisung</b>
--

<b>Gewinn für Sie: 0 + 2*Überweisung</b>
--

Die folgenden Beispiele sollen die Gewinnformeln verdeutlichen:

- Beispiel 1: Ihr Gegenüber überweist 0 Punkte an Sie.  
Die Gewinne sind dann: 120 Punkte für Ihr Gegenüber und 0 Punkte für Sie.
- Beispiel 2: Ihr Gegenüber überweist 20 Punkte an Sie.  
Die Gewinne sind dann: 100 Punkte für Ihr Gegenüber und 40 Punkte für Sie.
- Beispiel 3: Ihr Gegenüber überweist 80 Punkte an Sie.  
Die Gewinne sind dann: 40 Punkte für Ihr Gegenüber und 160 Punkte für Sie.

#### **Ihre Entscheidung:**

**Bevor** sich Ihr Gegenüber im Spiel entscheiden wird, wie viele Punkte es an Sie überweist, haben Sie die Möglichkeit, eine Mindestüberweisung festzulegen:

**Konkret bedeutet dies, dass Sie die Auswahl zwischen zwei Optionen haben:**

- 1. Sie können sich entscheiden, Ihr Gegenüber nicht einzuschränken und es in seiner Entscheidung völlig frei zu lassen.**
- 2. Alternativ können Sie Ihr Gegenüber zwingen, mindestens 20 Punkte an Sie abzugeben.**

Ihrem Gegenüber wird im Laufe einer auf diese Befragung folgende Studie mitgeteilt, für welche Option Sie sich entschieden haben. Dann muss es seine Entscheidung treffen.

Ihr Gegenüber wird dann genau wie Sie jetzt alle oben beschriebenen Regeln des Spieles kennen.

Es gibt für Sie im Spiel also zwei mögliche Situationen:

**Situation 1:**

Sie lassen Ihr Gegenüber frei entscheiden und zwingen es nicht, Ihnen mindestens 20 Punkte zu überweisen. In diesem Fall kann Ihr Gegenüber jeden beliebigen (ganzzahligen) Betrag **zwischen 0 und 120** an Sie überweisen.

**Situation 2:**

Sie zwingen ihr Gegenüber, Ihnen mindestens 20 Punkte zu überweisen. In diesem Fall kann Ihr Gegenüber jeden beliebigen (ganzzahligen) Betrag **zwischen 20 und 120** an Sie überweisen.

Das Spiel hat folglich zwei Stufen.

**Stufe 1:**

Auf der ersten Stufe entscheiden Sie jetzt, ob Sie Ihr Gegenüber zwingen, Ihnen mindestens 20 Punkte zu überweisen oder ob Sie es frei entscheiden lassen.

**Stufe 2:**

Auf der zweiten Stufe entscheidet Ihr Gegenüber in einem bald stattfindenden Experiment, wie viel es an Sie überweist. Dies ist ein Betrag...

- zwischen 0 und 120, falls Sie Ihr Gegenüber *nicht zwingen*, mindestens 20 Punkte zu überweisen, oder
- zwischen 20 und 120, falls Sie Ihr Gegenüber *zwingen*, mindestens 20 Punkte zu überweisen.

Nachdem sich Ihr Gegenüber entschieden hat, wie viele Punkte es an Sie überweisen möchte, ist das Spiel beendet.

Sie erhalten das Doppelte dieses Betrages auf Ihr Konto ausgezahlt (siehe Auszahlungsregel).

**Der Antwortfragebogen**

Wenn Sie die oben beschriebenen Regeln gelesen und verstanden haben, melden Sie sich bitte beim Versuchsleiter.

Dieser wird Ihnen dann einen Fragebogen aushändigen, auf dem Sie Ihre Entscheidung markieren und einige Fragen zu Ihren Gedanken und Gefühlen hinsichtlich der Entscheidung beantworten.

**Persönlichkeitsfragebögen**

Nachdem sie den Antwortfragebogen ausgefüllt haben, füllen Sie bitte noch zwei Persönlichkeitsfragebögen zu ihren individuellen Eigenschaften aus. Auch diese Bögen werden Sie vom Versuchsleiter erhalten.

Vielen Dank für Ihre Teilnahme am Experiment!

## Anhang B4: Instruktion in Studie 4

### Instruktionen

Sie nehmen nun an einem wissenschaftlichen Experiment teil, das von der Abteilung für Medizinische Psychologie der Universitätsklinik Bonn durchgeführt wird.

Bitte lesen Sie die Instruktionen genau durch. Es wird Ihnen alles erklärt, was Sie für die Teilnahme am Experiment wissen müssen. Falls Sie Fragen haben, melden Sie sich bitte. Man wird diese Fragen gern beantworten.

Die folgende Erklärung besteht aus drei Teilen:

1. Allgemeine Erklärungen zum Spiel im Experiment
2. Zusätzliche Erläuterungen zum Ablauf des Gesamtexperimentes
3. Einweisung in die Darstellung der Phasen im Experiment und die Bedienung des Auswahlinstrumentes

#### 1. Allgemeine Erklärungen zum Spiel im Experiment

Bei dem Spiel handelt es sich um eine finanzielle Transaktion zwischen Personen. Im Verlauf des Experiments können Sie Punkte verdienen. Die Anzahl der Punkte, die Sie erhalten, hängt von Ihren Entscheidungen und den Entscheidungen der anderen Teilnehmer ab. Die Punkte, die Sie im Experiment verdienen, werden am Schluss in Euro umgerechnet. Hierbei gilt:

**1 Punkt = 10 Eurocent**

Nach dem Versuch wird Ihnen das Einkommen, das Sie im Verlauf des Experiments verdient haben, auf Ihr Konto überwiesen. Dazu füllen Sie bitte den beiliegenden Fragebogen zu Ihren Bankverbindungen aus. Alle Daten werden streng vertraulich behandelt.

#### *Das Spiel im Experiment*

In diesem Experiment werden Sie in mehreren Durchgängen nacheinander mit einem jeweils anderen Personen in einer Zweiergruppe spielen.

Weder Sie noch Ihr Gegenüber wissen, mit wem er in einer Zweiergruppe ist, d.h. alle Entscheidungen werden anonym getroffen. Sie können jedoch gewiss sein, dass es sich bei den Spielpartnern um eine Auswahl von Kommilitonen aus Ihrem Semester handelt.

Zu Beginn des Spieles erhalten Sie einen Betrag von 120 Punkten. Ihr Gegenüber erhält keine Punkte. Beide Teilnehmer treffen im Spiel Entscheidungen, die im Folgenden erläutert werden.

#### **Ihre Entscheidung:**

Sie können entscheiden, ob sie Punkte von Ihrem Ausgangsguthaben an Ihr Gegenüber überweisen möchten und wenn ja, wie viele.

Jeder Punkt, den Sie an Ihr Gegenüber überweisen, wird vom Experimentator verdoppelt. Jeder Punkt, den Sie an Ihr Gegenüber überweisen, verringert folglich Ihr eigenes Guthaben um 1 Punkt und erhöht das Einkommen Ihres Gegenübers um 2 Punkte.

Die Gewinnformeln in dem Spiel sehen also folgendermaßen aus:

**Gewinn für Sie:  $120 - \text{Überweisung}$**

**Gewinn für Ihr Gegenüber:  $0 + 2 * \text{Überweisung}$**

Die folgenden Beispiele sollen die Gewinnformeln verdeutlichen:

- Beispiel 1: Sie überweisen 0 Punkte an Ihr Gegenüber.  
Die Gewinne sind dann: 120 Punkte für Sie und 0 Punkte für Ihr Gegenüber.
- Beispiel 2: Sie überweisen 20 Punkte an Ihr Gegenüber.  
Die Gewinne sind dann: 100 Punkte für Sie und 40 Punkte für Ihr Gegenüber.
- Beispiel 3: Sie überweisen 80 Punkte an Ihr Gegenüber.  
Die Gewinne sind dann: 40 Punkte für Sie und 160 Punkte für Ihr Gegenüber.

### Entscheidung Ihres Gegenübers:

**Bevor** Sie sich im Spiel entscheiden, wie viele Punkte Sie an Ihr Gegenüber überweisen, hatte Ihr Gegenüber die Möglichkeit, eine Mindestüberweisung festzulegen:

1. **Ihr Gegenüber konnte sich entscheiden, Sie nicht einzuschränken und Sie in Ihrer Entscheidung völlig frei zu lassen.**
2. **Alternativ konnte Ihr Gegenüber Sie zwingen, ihm mindestens 20 Punkte zu geben.**

Die Höhe dieses Mindestabgabebetrages wurde Ihrem Gegenüber vom Experimentator vorgegeben.

Ihr Gegenüber wusste, dass Sie jetzt auf seine Entscheidung reagieren werden und kannte, genau wie Sie, alle oben beschriebenen Regeln des Spieles.

Es gibt für Sie im Spiel also zwei mögliche Situationen:

**Situation 1:** Ihr Gegenüber lässt Sie frei entscheiden und zwingt Sie nicht, ihm mindestens 20 Punkte zu überweisen. In diesem Fall können Sie jeden beliebigen (ganzzahligen) Betrag **zwischen 0 und 120** an Ihr Gegenüber überweisen.

#### Situation 2:

Ihr Gegenüber zwingt Sie, ihm mindestens 20 Punkte zu überweisen. In diesem Fall können Sie jeden beliebigen (ganzzahligen) Betrag **zwischen 20 und 120** an Ihr Gegenüber überweisen.

Das Spiel hat folglich zwei Stufen.

#### Stufe 1:

Auf der ersten Stufe entschied Ihr Gegenüber, ob es Sie zwingt, mindestens 20 Punkte zu überweisen, oder ob es Sie frei entscheiden lässt. Diese Entscheidung wird Ihnen im gleich stattfindenden Experiment mitgeteilt.

#### Stufe 2:

Auf der zweiten Stufe entscheiden Sie nun über den Betrag, den Sie an Ihr Gegenüber überweisen. Dies ist ein Betrag

- zwischen 0 und 120, falls Ihr Gegenüber Sie *nicht zwingt*, mindestens eine gewisse Anzahl Punkte zu überweisen,

oder

- zwischen 20 und 120, falls Ihr Gegenüber Sie *zwingt*, mindestens 20 Punkte zu überweisen.

Nachdem Sie sich entschieden haben, wie viele Punkte Sie an Ihr Gegenüber überweisen, ist das Spiel beendet.

## 2. Zusätzliche Erläuterungen zum Ablauf des Gesamtexperimentes

Sie werden das oben beschriebene Spiel im Laufe des Experimentes mehrmals hintereinander durchlaufen.

**In jedem Durchgang wird ein anderes Gegenüber mit Ihnen spielen.** Ihnen werden die anonymisierten Initialen (bestehend aus dem Anfangsbuchstaben des Vornamens des Vaters und des Mädchennamens der Mutter) und das Alter des Mitsudenten präsentiert.

### Wichtig:

- **In jedem einzelnen dieser Durchgänge steht Ihnen das volle Guthaben von 120 Punkten zur Verfügung**
- **Am Ende des Gesamtexperimentes wird dann zufällig einer der Einzeldurchgänge ausgewählt und Sie bekommen den Betrag, den Sie in diesem einzelnen (am Schluss zufällig ausgewählten) Durchgang für sich behalten haben.**
- **Entscheiden Sie deshalb in jedem einzelnen Durchgang möglichst so, als ob es sich bei diesem um denjenigen handelt, der am Ende zufällig ausgewählt wird!**
- **Ihr Gegenüber, mit dem Sie in diesem (zufällig ausgewählten) Spiel interagieren, erhält den doppelten Betrag dessen, was Sie ihm in diesem Durchgang überwiesen.**

### Vorhersage

In jedem Durchgang besteht für Sie eine zusätzliche Aufgabe:

Sie sollen versuchen, die Entscheidung Ihres Gegenübers (also seine Wahl von *Frei* oder *Zwang*) vorherzusagen.

Zur Vorhersage können Sie folgende Information verwenden:

Ihr Gegenüber wurde nicht nur befragt, ob er Sie zu einer Mindestabgabe von 20 Punkten zwingen möchte oder Ihnen freie Wahl lässt, sondern auch, ob er

(a) ... überzeugt ist, dass Menschen mit anderen Menschen teilen

und ob er

(b) ... überzeugt ist, dass Menschen mit anderen Menschen lernen.

Ihr Gegenüber konnte auf diese Frage mit **“oft“** oder **“selten“** antworten.

Bevor Sie in dem Spiel erfahren, ob Ihr Gegenüber Sie zur Mindestabgabe von 20 Punkten zwingt oder Ihnen freie Wahl lässt, wird Ihnen die Überzeugung des Gegenübers hinsichtlich einer dieser beiden Aussagen präsentiert.

Sie versuchen dann bitte vorherzusagen, ob Ihr Gegenüber Sie zur Mindestabgabe von 20 Punkten zwingen wird oder Ihnen die freie Wahl lässt.

Entscheiden Sie sich für ersteres, drücken Sie die Taste für die Seite, wo auf dem Bildschirm **“Zwang“** steht. Im zweiten Fall drücken Sie die Taste für die Seite, wo auf dem Bildschirm **“Frei“** steht.

Bitte versuchen Sie mit Ihrer Vorhersage so präzise wie möglich zu sein.

### **3. Einweisung in die Darstellung der Phasen im Experiment und die Bedienung des Auswahlinstrumentes**

Bitte melden Sie sich, wenn Sie die Erläuterung bis hierher gelesen haben. Der Leiter des Experimentes wird Ihnen dann eventuelle Fragen beantworten, die Darbietung der Phasen des Spieles an einem Beispiel demonstrieren und die Bedienung des Auswahlinstrumentes zur Eingabe von Abgabebeträgen erklären.

## Anhang B5: Instruktion in Studie 5

### Instruktionen

Sie nehmen an einem wissenschaftlichen Experiment teil, das von der Abteilung für Medizinische Psychologie der Universitätsklinik Bonn durchgeführt wird. Bitte lesen Sie die Instruktionen genau durch. Es wird Ihnen alles erklärt, was Sie für die Teilnahme am Experiment wissen müssen. Falls Sie Fragen haben, melden Sie sich bitte!

Die Erklärung besteht aus drei Teilen:

1. Allgemeine Erklärungen zum Spiel im Experiment
2. Zusätzliche Erläuterungen zum Gesamtexperiment
3. Einweisung in die Darstellung der Phasen im Experiment und die Bedienung des Auswahlinstrumentes

#### 1. Allgemeine Erklärungen zum Spiel im Experiment

Bei dem Spiel handelt es sich um eine finanzielle Transaktion zwischen Personen. Im Verlauf des Experiments können Sie Punkte verdienen. Die Anzahl der Punkte, die Sie erhalten, hängt von Ihren Entscheidungen und den Entscheidungen der anderen Teilnehmer ab. Die Punkte, die Sie im Experiment verdienen, werden am Schluss in Euro umgerechnet. Hierbei gilt:

**1 Punkt = 10 Eurocent**

Nach dem Versuch wird Ihnen das Einkommen, das Sie im Verlauf des Experiments verdient haben, auf Ihr Konto überwiesen. Dazu füllen Sie bitte den beiliegenden Fragebogen zu Ihren Bankverbindungen aus. Alle Daten werden streng vertraulich behandelt.

#### *Das Spiel im Experiment*

In diesem Experiment werden Sie in mehreren Durchgängen nacheinander mit jeweils anderen Personen in einer Zweiergruppe spielen. Weder Sie noch Ihr Gegenüber wissen, mit wem man in einer Zweiergruppe ist, d.h. alle Entscheidungen werden anonym getroffen.

Es gibt zwei Varianten des Spieles:

In **Spielvariante 1** erhalten Sie zu Beginn einen Betrag von 120 Punkten und Ihr Gegenüber erhält keine Punkte. Folgende Kurzschreibweise wird für Spielvariante 1 verwendet (mit "A" sind Sie gemeint und mit "B" Ihr Gegenüber):

"Variante 1 (A=120; B=0)"

In **Spielvariante 2** erhalten Sie zu Beginn einen Betrag von 100 Punkten und Ihr Gegenüber einen Betrag von 40 Punkten. Folgende Kurzschreibweise wird für Spielvariante 2 verwendet (mit "A" sind Sie gemeint und mit "B" Ihr Gegenüber):

"Variante 2 (A=100; B=40)"

Beide Spieler treffen eine Entscheidung:

#### **Ihre Entscheidung:**

Sie können entscheiden, wie viele Punkte Sie von Ihrem Ausgangsguthaben (dessen Höhe sich, je nachdem welche Variante gerade gespielt wird, auf 120 oder 100 Punkte beläuft) an Ihr Gegenüber überweisen möchten. Jeder Punkt, den Sie an Ihr Gegenüber überweisen, wird von den Experimentatoren verdoppelt. Jeder Punkt, den Sie an Ihr Gegenüber überweisen, verringert folglich Ihr Einkommen um 1 Punkt und erhöht das Einkommen Ihres Gegenübers um 2 Punkte.

Die Gewinnformeln für beide Spielvarianten sehen also folgendermaßen aus:

Gewinnformeln für Variante 1 (A=120; B=0)

**Gewinn für Sie: 120 Punkte – Überweisung**

**Gewinn für Ihr Gegenüber: 0 Punkte + 2\*Überweisung**

Die folgenden Beispiele sollen die Gewinnformeln für Spielvariante 1 verdeutlichen:

- Beispiel 1: Sie überweisen 0 Punkte an Ihr Gegenüber.  
Die Gewinne sind dann 120 Punkte für Sie und 0 Punkte für Ihr Gegenüber.
- Beispiel 2: Sie überweisen 20 Punkte an Ihr Gegenüber.  
Die Gewinne sind dann 100 Punkte für Sie und 40 Punkte für Ihr Gegenüber.
- Beispiel 3: Sie überweisen 80 Punkte an Ihr Gegenüber.  
Die Gewinne sind dann 40 Punkte für Sie und 160 Punkte für Ihr Gegenüber.

Gewinnformeln für Variante 2 (A=100; B=40)

**Gewinn für Sie: 100 Punkte – Überweisung**

**Gewinn für Ihr Gegenüber: 40 Punkte + 2\*Überweisung**

Die folgenden Beispiele sollen die Gewinnformeln für Spielvariante 2 verdeutlichen:

- Beispiel 1: Sie überweisen 0 Punkte an Ihr Gegenüber.  
Die Gewinne sind dann 100 Punkte für Sie und 40 Punkte für Ihr Gegenüber.
- Beispiel 2: Sie überweisen 20 Punkte an Ihr Gegenüber.  
Die Gewinne sind dann 80 Punkte für Sie und 80 Punkte für Ihr Gegenüber.
- Beispiel 3: Sie überweisen 80 Punkte an Ihr Gegenüber.  
Die Gewinne sind dann 20 Punkte für Sie und 200 Punkte für Ihr Gegenüber.

**Die Entscheidung Ihres Gegenübers**

**Bevor** Sie entscheiden, wie viele Punkte Sie an Ihr Gegenüber überweisen, konnte Ihr Gegenüber festlegen, welche Variante des Spieles gespielt werden soll. Konkret konnte Ihr Gegenüber entscheiden, dass entweder...

- Variante 1 gespielt werden soll, was bedeutet, dass Ihr Gegenüber zu Beginn des Spieles 0 Punkte hat und Sie 120 Punkte,
- oder
- Variante 2, was bedeutet, dass Ihr Gegenüber zu Beginn 40 Punkte hat und Sie 100 Punkte.

Es gibt also zwei Fälle:

- Fall 1:** Ihr Gegenüber wählte "Variante 1 (A=120; B=0)".  
In diesem Fall können Sie jeden beliebigen (ganzzahligen) Betrag **zwischen 0 und 120** an Ihr Gegenüber überweisen.
- Fall 2:** Ihr Gegenüber wählte "Variante 2 (A=100; B=40)".  
In diesem Fall können Sie jeden beliebigen (ganzzahligen) Betrag **zwischen 0 und 100** an Ihr Gegenüber überweisen.

Das Experiment hat folglich zwei Stufen.

**Stufe 1:**

Auf der ersten Stufe entscheidet Ihr Gegenüber, ob es Spielvariante 1 (A=120; B=0) oder Spielvariante 2 (A=100; B=40) spielen möchte. Diese Entscheidung traf Ihr Gegenüber im Voraus dieser nun mit Ihnen stattfindenden Erhebung und wird Ihnen im Folgenden mitgeteilt.

**Stufe 2:**

Auf der zweiten Stufe entscheiden Sie nun über den Betrag, den Sie an Ihr Gegenüber überweisen.

Dies ist ein Betrag

- zwischen 0 und 120, falls Ihr Gegenüber sich für Variante 1 (A=120;B=0),
- oder
- zwischen 0 und 100, falls Ihr Gegenüber sich für Variante 2 (A=100;B=40) entschieden hat.

Nachdem Sie sich entschieden haben, wie viele Punkte Sie an Ihr Gegenüber überweisen, ist das Spiel vorbei. Ihr Punkte-Gewinn wird in Euro umgerechnet und auf Ihr Konto überwiesen.

## **2. Zusätzliche Erläuterungen zum Gesamtexperiment**

Sie werden das oben beschriebene Spiel in mehreren Durchgängen hintereinander wiederholen. In **jedem Durchgang wird eine andere Person** die Rolle Ihres Gegenübers einnehmen. Ihnen werden die anonymisierten Initialen und das Alter dieser Person präsentiert.

### **Wichtig:**

**In jedem einzelnen dieser Durchgänge steht Ihnen das volle Guthaben zur Verfügung.**

**Sie haben also stets 120 Punkte, wenn ihr Gegenüber Variante 1 (A=120; B=0) gewählt hat oder 100 Punkte, wenn Ihr Gegenüber Variante 2 (A=100; B=40) gewählt hat.**

**In jeder dieser Begegnungen entscheiden Sie bitte neu, wie viel von diesen Punkten Sie an Spieler B abgeben möchten.**

**Am Ende des Gesamtexperimentes wird dann zufällig einer dieser Einzeldurchgänge ausgewählt und Sie bekommen den Betrag, den Sie in diesem einzelnen (am Schluss zufällig ausgewählten) Durchgang für sich behalten haben.**

### *Die Rolle des Computers*

In einigen Durchgängen wird Ihnen nicht die tatsächliche Entscheidung einer Person präsentiert.

Stattdessen bestimmt das Computerprogramm, welche Variante gespielt wird. Übernimmt der Computer die Bestimmung der Spielvariante, dann ist dies wie folgt gekennzeichnet:

Statt...

“P.F., 21 Jahre, hat sich entschieden für Variante 1 (A=120; B=0).“

oder alternativ:

“P.F., 21 Jahre, hat sich entschieden für Variante 2 (A=100; B=40).“

...wird zu lesen sein...

“Statt P.F. hat der Computer eine Spielvariante bestimmt: Variante 1 (A=120; B=0).“

oder alternativ:

“Statt P.F. hat der Computer eine Spielvariante bestimmt: Variante 2 (A=100; B=40).“

In diesem Fall müssen Sie trotzdem entscheiden, wie viel Sie Ihrem Gegenüber abgeben wollen, **obwohl Sie nicht wissen, ob dieses selbst sich tatsächlich für Variante 1 (A=120; B=0) oder Variante 2 (A=100; B=40) entschieden hat.**

Bitte lösen Sie die folgenden Kontrollfragen. Die Beantwortung dieser Fragen hat keine Konsequenz für Ihren Verdienst und dient nur dazu, zu überprüfen, ob alle Teilnehmer im Experiment die Regeln verstanden haben.

Frage 1: Angenommen, Ihr Gegenüber entscheidet sich für Variante 1 (A=120; B=0).

Sie überweisen daraufhin 22 Punkte. Wie lauten die Einkommen?

Einkommen für Sie:

Einkommen für Ihr Gegenüber:

Frage 2: Angenommen, Ihr Gegenüber entscheidet sich für Variante 2 (A=100; B=40).

Sie überweisen daraufhin 25 Punkte. Wie lauten die Einkommen?

Einkommen für Sie:

Einkommen für Ihr Gegenüber:

Frage 3: Angenommen, Ihr Gegenüber entscheidet sich für Variante 2 (A=100; B=40).

Sie überweisen daraufhin 5 Punkte. Wie lauten die Einkommen?

Einkommen für Sie:

Einkommen für Ihr Gegenüber:

## **3. Einweisung in die Darstellung der Phasen im Experiment und die Bedienung des Auswahlinstrumentes**

Bitte melden Sie sich, wenn Sie die Erläuterung bis hierher gelesen haben. Der Leiter des Experimentes wird Ihnen dann eventuelle Fragen beantworten, die Darbietung der Phasen des Spieles an einem Beispiel demonstrieren und die Bedienung des Auswahlinstrumentes zur Eingabe von Abgabebeträgen erklären.

## **Anhang C Fragebögen**

Übersicht:

Anhang C1: Fragebogen zur Messung der psychologischen Reaktanz

Anhang C2: Saarbrücker Persönlichkeitsfragebogen

Anhang C3: Nachbefragung in Studie 2

Anhang C4: Antwortbogen und Nachbefragung in Studie 3

Anhang C5: Nachbefragung in Studie 4

Anhang C6: Nachbefragung in Studie 5

## Anhang C1: Fragebogen zur Messung der psychologischen Reaktanz (Merz, 1983)

Fragebogen: FMPR

MP-Nr.:

ReaCT-Nr.:

Datum:

### Hinweise:

Auf den folgenden Seiten werden Sie gebeten, zu einigen Aussagen Stellung zu nehmen. Sie haben die Möglichkeit, jeder Aussage stark, mittel oder schwach zuzustimmen oder sie schwach, mittel oder stark abzulehnen. Wählen Sie bitte jeweils das Kästchen aus, das Ihrer persönlichen Meinung am besten entspricht.

Die Bedeutung der Skala ist wie folgt:

- |    |                      |    |                       |    |                       |
|----|----------------------|----|-----------------------|----|-----------------------|
| 1: | trifft gar nicht zu  | 2: | trifft kaum zu        | 3: | trifft bedingt zu     |
| 4: | trifft weitgehend zu | 5: | trifft überwiegend zu | 6: | trifft vollständig zu |

### Aussage 1: Vorschriften und Verpflichtungen erwecken in mir starke Widerstände.

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

### Aussage 2: Es reizt mich, Anderen zu widersprechen.

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

### Aussage 3: In meinem Verhalten richte ich mich selten nach den Vorstellungen Anderer.

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

### Aussage 4: Auf Verbote reagiere ich gerne mit einem "Jetzt erst recht!"

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

### Aussage 5: Der Gedanke, von Anderen abhängig zu sein, ist mir sehr unangenehm.

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

**Aussage 6: Ratschläge erlebe ich leicht als Bevormundung.**

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

**Aussage 7: Freie und selbständige Entscheidungen zu treffen ist mir wichtiger als den meisten anderen Menschen.**

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

**Aussage 8: Es ärgert mich sehr, wenn mich jemand auf Dinge hinweist, die im Grunde selbstverständlich sind.**

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

**Aussage 9: Oft verliere ich die Lust, etwas zu tun, nur weil Andere es von mir erwarten.**

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

**Aussage 10: Ich reagiere sehr empfindlich, wenn jemand versucht, meine persönliche Entscheidungsfreiheit einzuengen.**

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

**Aussage 11: Ratschläge und Empfehlungen verleiten mich oft dazu, das Gegenteil zu tun.**

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

**Aussage 12: Nur Dinge, die ich freiwillig tue, gelingen mir wirklich gut.**

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

**Aussage 13: Beeinflussungsversuchen widersetze ich mich energisch.**

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

**Aussage 14: Es ärgert mich, wenn mir eine andere Person als Vorbild hingestellt wird.**

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

**Aussage 15: Wenn man mich drängt, etwas zu tun, sage ich oft "Jetzt erst recht nicht!"**

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

**Aussage 16: Es freut mich, wenn ich sehe, wie Andere gesellschaftliche Normen und Zwänge unterlaufen.**

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

**Aussage 17: Starkes Lob macht mich leicht misstrauisch.**

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

**Aussage 18: Ich reagiere empfindlich, wenn man mir vorschreiben will, was ich zu tun und zu lassen habe.**

1 2 3 4 5 6

Trifft gar nicht zu

Trifft vollständig zu

## Anhang C2: Saarbrücker Persönlichkeitsfragebogen (Paulus, 1997)

Fragebogen: SPF 2006

MP-Nr.:

ReaCT-Nr.:

Datum:

**Hinweise:**

Sie werden jetzt eine Reihe von Aussagen lesen, die jeweils bestimmte (verallgemeinerte) menschliche Eigenschaften oder Reaktionen beschreiben, die alle etwas mit Lernen zu tun haben. Bitte kennzeichnen Sie dann auf der 5-Punkte Skala, inwieweit diese Aussage auf Sie zutrifft; je höher die Zahl, desto höher die Zustimmung.

Bewertungs-Skala:

1 ----- 2 ----- 3 ----- 4 ----- 5

Trifft gar nicht zutrifft sehr gut zu

Vielleicht fällt Ihnen auch zu der einen oder anderen allgemeinen Beschreibung ein konkretes Erlebnis ein. Es gibt dabei keine richtigen oder falschen Antworten. Vielen Dank für Ihre Mitarbeit und die ehrliche Beantwortung der Fragen.

Bitte beginnen Sie nun!

**Aussage 1: Ich empfinde oft warmherzige Gefühle für Leute, denen es weniger gut geht als mir.**

1 2 3 4 5

Trifft gar nicht zuTrifft sehr gut zu**Aussage 2: Die Gefühle einer Person in einem Roman kann ich mir oft sehr gut vorstellen.**

1 2 3 4 5

Trifft gar nicht zuTrifft sehr gut zu**Aussage 3: Wenn Andere in Not sind, fühle ich mich ängstlich und unbehaglich.**

1 2 3 4 5

Trifft gar nicht zuTrifft sehr gut zu**Aussage 4: Ich versuche bei einem Streit zuerst beide Seiten zu verstehen, bevor ich eine Entscheidung treffe.**

1 2 3 4 5

Trifft gar nicht zuTrifft sehr gut zu

**Aussage 5: Wenn ich sehe, wie jemand ausgenutzt wird, glaube ich ihn schützen zu müssen.**

1 2 3 4 5

Trifft gar nicht zu

Trifft sehr gut zu

**Aussage 6: Manchmal fühle ich mich hilflos, wenn ich inmitten einer sehr emotionsgeladenen Situation bin.**

1 2 3 4 5

Trifft gar nicht zu

Trifft sehr gut zu

**Aussage 7: Ich versuche manchmal meine Freunde besser zu verstehen, indem ich mir vorstelle, wie die Dinge aus ihrer Sicht aussehen könnten.**

1 2 3 4 5

Trifft gar nicht zu

Trifft sehr gut zu

**Aussage 8: Nachdem ich einen Film gesehen habe, fühle ich mich manchmal so, als ob ich eine der Personen aus diesem Film sei.**

1 2 3 4 5

Trifft gar nicht zu

Trifft sehr gut zu

**Aussage 9: Oft berühren mich Dinge sehr, die ich nur beobachte.**

1 2 3 4 5

Trifft gar nicht zu

Trifft sehr gut zu

**Aussage 10: Ich glaube, jedes Problem hat zwei Seiten und versuche deshalb beide zu berücksichtigen.**

1 2 3 4 5

Trifft gar nicht zu

Trifft sehr gut zu

**Aussage 11: Ich würde mich selbst als eine ziemlich weichherzige Person bezeichnen.**

1 2 3 4 5

Trifft gar nicht zu

Trifft sehr gut zu

**Aussage 12: Wenn ich einen guten Film sehe, kann ich mich sehr leicht in die Hauptperson hineinversetzen.**

1 2 3 4 5

Trifft gar nicht zu

Trifft sehr gut zu

**Aussage 13: Ich neige dazu, in Notfällen die Kontrolle über mich zu verlieren.**

1 2 3 4 5

Trifft gar nicht zu

Trifft sehr gut zu

**Aussage 14: Wenn ich eine interessante Geschichte oder ein gutes Buch lese, versuche ich mir vorzustellen, wie ich mich fühlen würde, wenn mir die Ereignisse des Buches passieren würden.**

1 2 3 4 5

Trifft gar nicht zu

Trifft sehr gut zu

**Aussage 15: Wenn ich jemanden sehen müsste, der dringend Hilfe in einem Notfall bräuchte, würde ich bestimmt zusammenbrechen.**

1 2 3 4 5

Trifft gar nicht zu

Trifft sehr gut zu

**Aussage 16: Bevor ich jemanden kritisiere, versuche ich mir vorzustellen, wie ich mich an seiner Stelle fühlen würde.**

1 2 3 4 5

Trifft gar nicht zu

Trifft sehr gut zu

## Anhang C3: Nachbefragung in Studie 2

Nachbefragung ReaCT

MP-Nr.:

Studien-Nr.:

Ich bitte Sie nun noch um eine kurze Beschreibung ihrer Gedanken und Gefühle während des Experimentes. Nehmen Sie sich dafür etwas Zeit, denken Sie in Ruhe noch mal über das Experiment nach. Hier können Sie ruhig wahrheitsgemäß antworten (Kritik hilft, zukünftige Experimente zu verbessern). Natürlich werden auch diese Informationen vertraulich behandelt.

1. Beschreiben Sie bitte kurz Ihren Gesamteindruck vom Experiment.
  
2. Wie real haben Sie die soziale Interaktion mit Ihren Gegenübern empfunden?
  
3. Haben Sie eigene Anregungen, Vorschläge oder Ideen, die Ihnen im Verlaufe des Experimentes in den Sinn kamen?
  
4. Was fühlten/dachten Sie, wenn Ihr Gegenüber Ihnen **freie Wahl** ließ, obwohl er Sie zu einer **Mindestabgabe von Punkten** hätte zwingen können?  
Wie viel gaben Sie in diesem Fall in der Regel und warum?
  
5. Was fühlten/dachten Sie, wenn Ihr Gegenüber **Sie zur Mindestabgabe von Punkten** zwang?  
Wie viel gaben Sie in diesem Fall in der Regel und warum?
  
6. Was fühlten/dachten Sie, wenn Ihr Gegenüber Sie zur **Mindestabgabe von 5 Punkten** zwang?

Bitte markieren Sie die Zahl, die Ihrer Antwort entspricht, indem Sie sie umkreisen:

Trifft gar nicht zu .....Trifft sehr gut zu  
 1(- -) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)

Mein Interaktionspartner misstraut mir.	1(- -) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
Ich fühle mich in meiner Autonomie eingeschränkt.	1(- -) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
Mein Gegenüber muss wohl "habgierig" sein.	1(- -) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
Ich kann mein Gegenüber verstehen.	1(- -) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
An Stelle meines Gegenübers würde ich ähnlich handeln.	1(- -) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
Ich habe keine speziellen Gefühle oder Gedanken.	1(- -) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)

7. Was fühlten/dachten Sie, wenn Ihr Gegenüber Sie zur **Mindestabgabe von 10 Punkten zwang?**

Bitte markieren Sie die Zahl, die Ihrer Antwort entspricht, indem Sie sie umkreisen:

Trifft gar nicht zu .....Trifft sehr gut zu  
1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)

Mein Interaktionspartner misstraut mir.	1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
Ich fühle mich in meiner Autonomie eingeschränkt.	1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
Mein Gegenüber muss wohl "habgierig" sein.	1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
Ich kann mein Gegenüber verstehen.	1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
An Stelle meines Gegenübers würde ich ähnlich handeln.	1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
Ich habe keine speziellen Gefühle oder Gedanken.	1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)

8. Was fühlten/dachten Sie, wenn Ihr Gegenüber Sie zur **Mindestabgabe von 20 Punkten zwang?**

Bitte markieren Sie die Zahl, die Ihrer Antwort entspricht, indem Sie sie umkreisen:

Trifft gar nicht zu .....Trifft sehr gut zu  
1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)

Mein Interaktionspartner misstraut mir.	1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
Ich fühle mich in meiner Autonomie eingeschränkt.	1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
Mein Gegenüber muss wohl "habgierig" sein.	1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
Ich kann mein Gegenüber verstehen.	1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
An Stelle meines Gegenübers würde ich ähnlich handeln.	1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
Ich habe keine speziellen Gefühle oder Gedanken.	1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)

## 9. Wie sehr fühlten Sie, dass Ihnen Ihr Gegenüber vertraut,...

Ich spürte gar kein Vertrauen.....Ich spürte sehr viel Vertrauen  
 1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)

... wenn Ihr Gegenüber auf den Zwang zur Mindestabgabe von 5 Punkten verzichtete?	1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
... wenn Ihr Gegenüber auf den Zwang zur Mindestabgabe von 10 Punkten verzichtete?	1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)
... wenn Ihr Gegenüber auf den Zwang zur Mindestabgabe von 20 Punkten verzichtete?	1(-) 2(-) 3(0) 4(+) 5(++)

## Anhang C4: Antwortbogen und Nachbefragung in Studie 3

### Antwortbogen

Sie haben bereits die Instruktionen zum Hintergrund und Ablauf der sozialen Interaktion gelesen. Dabei wurde Ihnen beschrieben, wie die Spielregeln lauten. Wenn Sie nun keine weiteren Fragen mehr haben, bitte ich Sie, die untenstehenden Fragen zu beantworten. Bitte beantworten Sie nacheinander alle Fragen und korrigieren Sie schon beantwortete Fragen nicht!

1. Bitte Entscheiden Sie nun, ob Sie Ihren Mitspieler dazu zwingen möchten, 20 Punkte abzugeben, oder ob Sie ihm die freie Wahl lassen. Kreuzen Sie das entsprechende Kästchen an:

Ich zwinge meinen Mitspieler, mir mindestens 20 Punkte abzugeben.
---

Ich lasse meinem Mitspieler die freie Wahl, wie viel Punkte er mir abgibt.
--

Beantworten Sie nun bitte die folgenden Fragen.

Manchmal sollen Sie mit der Angabe eines einzelnen Betrages antworten, manchmal sollen Sie eine kurze freie Antwort formulieren und manchmal sollen Sie ihre Meinung auf einer Skala zwischen 1 (Trifft gar nicht zu) und 5 (Trifft sehr zu) angeben (gebundenes Antwortformat), z.B. so:

trifft gar nicht zu	trifft ein wenig zu	3 ( 0 )	trifft oft zu	trifft immer zu
1 (- -)	2 ( - )		4 (+)	5 ( + + )

Die jeweiligen Antwortformate werden aus der Frage ersichtlich.  
(Da Sie nicht wissen werden, ob Sie mit einem Mann oder einer Frau interagieren, wird immer dann, wenn von Ihrem Gegenüber die Rede sein wird, die sächliche Form verwendet.)

Beschreiben Sie bitte kurz den wichtigsten Grund, warum Sie aus den beiden oben stehenden Wahloptionen gerade diese ausgesucht haben und nicht die andere!

Ihre Antwort:

.....

.....

.....

Wie, glauben Sie, würden andere Menschen an Ihrer Stelle handeln?  
Ihre Antwort (kreuzen Sie bitte an):

<input type="checkbox"/>	Andere Menschen werden das Gegenüber zur Mindestabgabe von 20 Punkten zwingen.
<input type="checkbox"/>	Andere Menschen werden dem Gegenüber freie Wahl lassen.

Glauben Sie, dass Sie durch Ihre Entscheidung die Reaktion des Gegenübers beeinflussen werden?  
Kreuzen Sie bitte an...

 Ja Nein

Glauben Sie, Ihr Gegenüber könnte Ihre Entscheidung als ein Signal interpretieren?

 Ja Nein

Wenn ja, was könnte eine mögliche Interpretation sein, die Ihr Gegenüber hat?

.....  
.....

Wie häufig sind ihrer Meinung nach Menschen im Allgemeinen bereit,  
mit anderen Menschen zu **teilen**?

Antwort:

 oft selten

Wie häufig sind ihrer Meinung nach Menschen im Allgemeinen bereit,  
mit anderen Menschen zu **lernen**?

Antwort:

 oft selten

Frage: Wie viel, vermuten Sie, würde Ihnen Ihr Gegenüber ungefähr abgeben, wenn Sie es zwingen,  
mindestens 20 Punkte abzugeben?

Ihre Antwort: Wenn ich es zur Mindestabgabe von 20 Punkten zwingen, wird mir mein Gegenüber  
vermutlich

..... Punkte abgeben.

Frage: Wie viel, denken Sie, würde Ihnen Ihr Gegenüber ungefähr abgeben, wenn Sie ihm freie Wahl  
lassen?

Ihre Antwort:

Wenn ich ihm die freie Wahl lasse, wird mir mein Gegenüber ungefähr

..... Punkte abgeben.

Frage:  
Was, denken Sie, wird Ihr Gegenüber vermutlich empfinden,  
wenn Sie ihm die **freie Wahl** lassen?

Ihre freie Antwort:

.....  
.....

Warum denken Sie das?

.....  
.....

Ihre gebundene Antwort (bitte kreuzen Sie an):  
Mein Gegenüber wird es als **angenehm** empfinden,  
wenn ich ihm die freie Wahl lasse...

Trifft gar nicht zu ..... Trifft sehr gut zu  
1(- -) 2(-) 3(0) 4(+ ) 5(++ )

Mein Gegenüber wird es als **Zeichen von Vertrauen** empfinden,  
wenn ich ihm die freie Wahl lasse...

Trifft gar nicht zu ..... Trifft sehr gut zu  
1(- -) 2(-) 3(0) 4(+ ) 5(++ )

Mein Gegenüber wird es als **Bestätigung seiner Unabhängigkeit** empfinden,  
wenn ich ihm die freie Wahl lasse...

Trifft gar nicht zu ..... Trifft sehr gut zu  
1(- -) 2(-) 3(0) 4(+ ) 5(++ )

Ich denke, mein Gegenüber würde mir die freie Wahl lassen,  
wenn die Rollen vertauscht wären...

Trifft gar nicht zu ..... Trifft sehr gut zu  
1(- -) 2(-) 3(0) 4(+ ) 5(++ )

Frage: Was, denken Sie, wird Ihr Gegenüber vermutlich empfinden, wenn Sie es zur **Mindestabgabe von 20 Punkten** zwingen? Ihre freie Antwort:

.....  
.....

Warum denken Sie das?

.....  
.....

Ihre gebundene Antwort (bitte kreuzen Sie an):

Mein Gegenüber wird es als **unangenehm** empfinden, wenn ich es zur Mindestabgabe zwinge...

Trifft gar nicht zu ..... Trifft sehr gut zu  
1(- -) 2(-) 3(0) 4(+ ) 5(++ )

Mein Gegenüber wird es als **Zeichen von Mißtrauen** empfinden, wenn ich es zur Mindestabgabe zwinge...

Trifft gar nicht zu ..... Trifft sehr gut zu  
1(- -) 2(-) 3(0) 4(+ ) 5(++ )

Mein Gegenüber wird es als **Einschränkung seiner Unabhängigkeit** empfinden, wenn ich es zur Mindestabgabe zwinge...

Trifft gar nicht zu ..... Trifft sehr gut zu  
1(- -) 2(-) 3(0) 4(+ ) 5(++ )

Mein Gegenüber würde mich auch zur Mindestabgabe zwingen, wenn die Rollen vertauscht wären...

Trifft gar nicht zu ..... Trifft sehr gut zu  
1(- -) 2(-) 3(0) 4(+ ) 5(++ )

Stellen Sie sich nun bitte vor, Sie hätten die Rolle des Gegenübers!

Frage: Wie viel würden Sie abgeben, wenn **Sie selbst** zur Mindestabgabe von 20 Punkten gezwungen würden? Ihre Antwort: Wenn **ich** zur Mindestabgabe von 20 Punkten gezwungen würde, würde ich...  
..... Punkte abgeben.

Stellen Sie sich nun bitte vor, Sie wären in der Rolle des Gegenübers!

Frage: Wie viel würden Sie abgeben, wenn man **Ihnen** freie Wahl lassen würde?  
Ihre Antwort: Wenn man **mir** freie Wahl lassen würde, würde ich...  
..... Punkte abgeben..

Stellen Sie sich nun bitte vor, Sie wären in der Rolle des Gegenübers!

Frage: Wie würden Sie es empfinden, wenn man **Sie** zur Mindestabgabe von 20 Punkten zwingen würde? Ihre freie Antwort:

.....

.....

Warum?

.....

.....

Ihre gebundene Antwort (bitte kreuzen Sie an): Ich würde es als **unangenehm** empfinden, wenn man mich zur Mindestabgabe von 20 Punkten zwingen würde...

Trifft gar nicht zu ..... Trifft sehr gut zu  
1(- -) 2(-) 3(0) 4(+ ) 5(+ +)

Ich würde es als ein Zeichen von **Misstrauen** empfinden, wenn man mich zur Mindestabgabe von 20 Punkten zwingen würde...

Trifft gar nicht zu ..... Trifft sehr gut zu  
1(- -) 2(-) 3(0) 4(+ ) 5(+ +)

Ich würde es als eine **Einschränkung meiner Handlungsfreiheit** empfinden, wenn man mich zur Mindestabgabe von 20 Punkten zwingen würde...

Trifft gar nicht zu ..... Trifft sehr gut zu  
1(- -) 2(-) 3(0) 4(+ ) 5(+ +)

Stellen Sie sich nun vor, Sie wären in der Rolle des Gegenübers!

Frage: Wie würden Sie es empfinden, wenn man Ihnen **freie Wahl** lassen würde?  
Ihre freie Antwort:

.....

.....

Warum?

.....

.....

Ihre gebundene Antwort (bitte kreuzen Sie an):

Ich würde es als **angenehm** empfinden, wenn man mir die freie Wahl lassen würde...

Trifft gar nicht zu ..... Trifft sehr gut zu  
1(- -) 2(-) 3(0) 4(+ ) 5(+ +)

Ich würde es als **Vertauen** empfinden, wenn man mir die freie Wahl lassen würde...

Trifft gar nicht zu ..... Trifft sehr gut zu  
1(- -) 2(-) 3(0) 4(+ ) 5(+ +)

Ich würde dies als **Bestätigung meiner Handlungsfreiheit** empfinden, wenn man mir die freie Wahl lassen würde...

Trifft gar nicht zu ..... Trifft sehr gut zu  
1(- -) 2(-) 3(0) 4(+ ) 5(+ +)

## Anhang C5: Nachbefragung in Studie 4

### Antwortbogen

Sie haben bereits das Experiment zur sozialen Interaktion absolviert. Ich bitte Sie nun, die untenstehenden Fragen zu beantworten. Bitte beantworten Sie nacheinander alle Fragen und korrigieren Sie schon beantwortete Fragen nicht! Manchmal sollen Sie mit der Angabe eines einzelnen Betrages antworten, manchmal sollen Sie eine kurze freie Antwort formulieren und manchmal sollen Sie ihre Meinung auf einer Skala zwischen 1 (Trifft gar nicht zu) und 5 (Trifft sehr zu) angeben (gebundenes Antwortformat), z.B. so:

trifft gar nicht zu	trifft ein wenig zu		trifft oft zu	trifft voll zu
1(- -)	2(-)	3(0)	4(+)	5(++)

Die jeweiligen Antwortformate werden aus der Frage ersichtlich. (Da Sie nicht wissen, ob Sie mit einem Mann oder einer Frau interagierten, wird immer dann, wenn von Ihrem Gegenüber die Rede sein wird, sie sächliche Form verwendet.)

<p>Frage: Wie viel haben Sie ungefähr abgegeben, wenn man Ihnen die freie Wahl ließ?</p> <p>Antwort: Wenn man mir die freie Wahl ließ, gab ich ungefähr ..... Punkte ab.</p> <p>Beschreiben Sie bitte kurz den wichtigsten Grund, warum Sie so gehandelt haben!</p> <p>Ihre Antwort:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Wie, glauben Sie, würden andere Menschen an Ihrer Stelle handeln?</p> <p>Ihre Antwort: Andere Menschen würden, wenn man Ihnen die freie Wahl lässt, ..... Punkte abgeben.</p>
<p>Frage: Wie viel haben Sie ungefähr abgegeben, wenn man Sie zur Mindestabgabe von 20 Punkten zwang?</p> <p>Antwort: Wenn man mich zur Mindestabgabe von 20 Punkten zwang, gab ich ungefähr ..... Punkte ab.</p> <p>Beschreiben Sie bitte kurz den wichtigsten Grund, warum Sie so gehandelt haben!</p> <p>Ihre Antwort:</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>Wie, glauben Sie, würden andere Menschen an Ihrer Stelle handeln?</p> <p>Ihre Antwort: Andere Menschen würden, wenn man Sie zur Mindestabgabe zwingt, ..... Punkte abgeben.</p>

Wie haben Sie es empfunden, wenn das Gegenüber Ihnen **freie Entscheidung** ließ?

Ihre freie Antwort:

.....

.....

Wenn mein Gegenüber mir die freie Entscheidung ließ, empfand ich...

... dass mein Interaktionspartner mir vertraut:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(-)	3 (0)	etwas 4(+)	sehr 5(++)
... dass ich in meiner Autonomie bestärkt bin:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(-)	3 (0)	etwas 4(+)	sehr 5(++)
... dass mein Gegenüber wohl spendabel sein müsse:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(-)	3 (0)	etwas 4(+)	sehr 5(++)
... dass ich mein Gegenüber verstehen kann:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(-)	3 (0)	etwas 4(+)	sehr 5(++)
... dass ich an Stelle meines Gegenübers ähnlich handeln würde:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(-)	3 (0)	etwas 4(+)	sehr 5(++)

Wie haben Sie es empfunden, wenn das Gegenüber Sie **zur Mindestabgabe zwang**?

Ihre freie Antwort:

.....

.....

Wenn mein Gegenüber mich zur Mindestabgabe zwang, empfand ich...

... dass mein Interaktionspartner mir misstraut:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(-)	3 (0)	etwas 4(+)	sehr 5(++)
... dass ich in meiner Autonomie eingeschränkt bin:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(-)	3 (0)	etwas 4(+)	sehr 5(++)
... dass mein Gegenüber wohl "habgierig" sein müsse:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(-)	3 (0)	etwas 4(+)	sehr 5(++)
... dass ich mein Gegenüber verstehen kann:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(-)	3 (0)	etwas 4(+)	sehr 5(++)
... dass ich an Stelle meines Gegenübers ähnlich handeln würde:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(-)	3 (0)	etwas 4(+)	sehr 5(++)

## Anhang C6: Nachbefragung in Studie 5

### Antwortbogen

Sie haben bereits das Experiment zur sozialen Interaktion absolviert. Ich bitte Sie nun, die untenstehenden Fragen zu beantworten. Bitte beantworten Sie nacheinander alle Fragen und korrigieren Sie schon beantwortete Fragen nicht! Manchmal sollen Sie mit der Angabe eines einzelnen Betrages antworten, manchmal sollen Sie eine kurze freie Antwort formulieren und manchmal sollen Sie ihre Meinung auf einer Skala zwischen 1 (Trifft gar nicht zu) und 5 (Trifft sehr zu) angeben (gebundenes Antwortformat), z.B. so:

trifft gar nicht zu 1(- -)	trifft ein wenig zu 2(-)	3	trifft oft zu 4(+)	trifft immer zu 5(++)
-------------------------------	-----------------------------	---	-----------------------	--------------------------

Die jeweiligen Antwortformate werden aus der Frage ersichtlich. Da Sie nicht wissen, ob Sie mit einem Mann oder einer Frau interagierten, wird immer dann, wenn von Ihrem Gegenüber die Rede sein wird, sie sächliche Form verwendet.

Frage: Wie viel haben Sie ungefähr abgegeben, wenn sich Ihr Gegenüber für Spielvariante 1 (A=120; B=0) entschied?

Antwort: Wenn sich mein Gegenüber für Variante 1 (A=120; B=0) entschied, gab ich ungefähr ..... Punkte ab.

Beschreiben Sie bitte kurz den wichtigsten Grund, warum Sie so gehandelt haben!

Ihre Antwort:

.....  
 .....

Wie, glauben Sie, würden andere Menschen an Ihrer Stelle handeln?

Ihre Antwort: Andere Menschen würden in Spielvariante 1 (A=120; B=0) ..... Punkte abgeben.

Frage: Wie viel haben Sie ungefähr abgegeben, wenn sich Ihr Gegenüber für Spielvariante 2 (A=100; B=40) entschied?

Antwort: Wenn sich mein Gegenüber für Variante 2 (A=100; B=40) entschied, gab ich ungefähr ..... Punkte ab.

Beschreiben Sie bitte kurz den wichtigsten Grund, warum Sie so gehandelt haben!

Ihre Antwort:

.....  
 .....

Wie, glauben Sie, würden andere Menschen an Ihrer Stelle handeln?

Ihre Antwort: Andere Menschen würden in Spielvariante 2 (A=100; B=40) ..... Punkte abgeben.

Welche Spielvariante würden Sie wählen, wenn Sie statt Rolle A die Rolle B hätten?

Bitte kreuzen Sie an:

Ich würde  
Spielvariante 1 wählen:

A = 120; B = 0

Ich würde  
Spielvariante 2 wählen:

A = 100; B = 40

Wie haben Sie es empfunden, wenn sich das Gegenüber für Spielvariante 1 (A=120; B=0) entschied?  
Ihre freie Antwort:  
.....  
.....

Ich empfand...

... dass mein Interaktionspartner mir vertraut:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(- )	3	etwas 4(+)	sehr 5(++)
... dass ich in meiner Autonomie bestärkt bin:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(- )	3	etwas 4(+)	sehr 5(++)
... dass mein Gegenüber wohl spendabel sein müsse:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(- )	3	etwas 4(+)	sehr 5(++)
... dass ich mein Gegenüber verstehen kann:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(- )	3	etwas 4(+)	sehr 5(++)
... dass ich an Stelle meines Gegenübers ähnlich handeln würde:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(- )	3	etwas 4(+)	sehr 5(++)

---

Wie haben Sie es empfunden, wenn sich das Gegenüber für Spielvariante 2 (A=100; B=40) entschied?  
Ihre freie Antwort:  
.....  
.....

Ich empfand...

... dass mein Interaktionspartner mir misstraut:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(- )	3	etwas 4(+)	sehr 5(++)
... dass ich in meiner Autonomie eingeschränkt bin:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(- )	3	etwas 4(+)	sehr 5(++)
... dass mein Gegenüber wohl "habgierig" sein müsse:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(- )	3	etwas 4(+)	sehr 5(++)
... dass ich mein Gegenüber verstehen kann:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(- )	3	etwas 4(+)	sehr 5(++)
... dass ich an Stelle meines Gegenübers ähnlich handeln würde:	gar nicht 1(- -)	ein wenig 2(- )	3	etwas 4(+)	sehr 5(++)

---

Frage: Wieviel haben Sie ungefähr abgegeben, wenn **statt Ihres Gegenüber der Computer** für Spielvariante 1 (A=120; B=0) entschied?  
Antwort: Wenn **statt meines Gegenübers der Computer** für Variante 1 (A=120; B=0) entschied, gab ich ungefähr ..... Punkte ab. Beschreiben Sie bitte kurz den wichtigsten Grund, warum Sie so gehandelt haben!  
Ihre Antwort:  
.....  
.....  
.....

Wie, glauben Sie, würden andere Menschen an Ihrer Stelle handeln?  
Ihre Antwort: Andere Menschen würden, wenn **statt des Mitspielers der Computer** wählen würde, in Spielvariante 1 (A=120; B=0) ..... Punkte abgeben.

Frage: Wieviel haben Sie ungefähr abgegeben, wenn **statt Ihres Gegenübers der Computer** für Spielvariante 2 (A=100; B=40) entschied?

Antwort: Wenn **statt meines Gegenüber der Computer** für Variante 2 (A=100; B=40) entschied, gab ich ungefähr ..... Punkte ab.

Beschreiben Sie bitte kurz den wichtigsten Grund, warum Sie so gehandelt haben!

Ihre Antwort:

.....  
.....

Wie, glauben Sie, würden andere Menschen an Ihrer Stelle handeln?

Ihre Antwort: Andere Menschen würden, wenn **statt des Mitspielers der Computer** wählen würde, in Spielvariante 2 (A=100; B=40) ..... Punkte abgeben.

## **Anhang D Äußerungen der Versuchspersonen in freiem Antwortformat**

Übersicht:

Anhang D1: Tabellen mit freien Äußerungen in Studie 2

Anhang D2: Tabellen mit freien Äußerungen in Studie 3

Anhang D1 zu Studie 2: Freie Äußerungen der Versuchspersonen zur Empfindung von  
 Freix in freiem Antwortformat; Teil 1: Versuchsperson (VP) Nummer 1-17.

VP	freier Kommentar zur Empfindung, wenn vom Gegenüber die freie Wahl gelassen wird (Teil 1)
1	Freie Wahl find ich grundsätzlich gut. Es ist schwer zu entscheiden, wie man handeln soll. Ich versuche es zu belohnen.
2	Ich hätte genauso gehandelt, um auf Empathie des Gegenüber zu stoßen. Ich gab aber immer 0 Punkte ab, weil ich Gewinn machen wollte.
3	Fand ich nett und sympathisch. Ich belohnte ihn. Vielleicht wusste er, dass meine Aufgabe anstrengender ist?!
4	Dann dachte ich, dass es ihm ja eh nicht so drauf ankam. Ich gab unterschiedlich viele Punkte ab.
5	Das Gegenüber hofft auf mehr, meint, ich würde ihn für die freie Wahl belohnen.
6	Das Gegenüber erwartet, dass es mehr bekommt, wenn es mir freie Wahl lässt und geht davon aus, ich würde ihn für die freie Wahl belohnen.
7	Das Gegenüber ist geschickt, denn es konnte durch Zwang nicht viel mehr gewinnen. Ich fand es zwar nett, hatte aber keine Motivation und keinen Grund, mehr als 10 Punkte zu geben.
8	Das habe ich nicht als großzügig erlebt, da das Geld ohnehin nicht wirklich der Rede wert gewesen wäre. Teilweise wollte ich ihn belohnen, teilweise habe ich egoistisch gehandelt.
9	Zwang lohnt sich nicht, meine hohe Abgabe waren meine Art mich zu bedanken, dass ich Freiheit hatte. Das Gegenüber spürt sicher großen Reiz, mich zu zwingen. Ich gebe viel als Belohnung dafür, dass er die Versuchung abgelehnt hat.
10	Ich gab ihm viel aus "Sympathie". Wer bescheiden ist bekommt mehr.
11	Ich hatte das Gefühl, dass er darauf spekuliert, dass ich Mitleid mit ihm habe.
12	Ich fand das Gegenüber sympathisch, sehr freizügig und vertrauensvoll.
13	Da ich nicht gezwungen wurde, gab ich mehr. Ich spürte Respekt für ihn, da er den Zwang nicht angenommen hat. Das wird belohnt.
14	Es schien mir natürlich, dass mein Gegenüber mir die freie Wahl lässt. Wer mir die Wahl lässt, denkt ähnlich wie ich. Ich würde auch erwarten, dass das Gegenüber mir dann mehr Punkte gibt.
15	Dieser Mensch ist sozial eingestellt und hat sich gegen Zwang entschieden, obwohl der Anreiz für ihn etwas zu bekommen hoch war. Gegenüber ist wenig egoistisch - Belohnung.
16	Es ist vernünftig, freie Wahl zu lassen. Den Vertrauensbeweis belohne ich. Am Ende sollen beide fast gleich viel Geld haben. Habe mich über das Vertrauen gefreut. Generell habe ich gehofft dass Leute mir freie Wahl lassen. Ich habe mich gewundert, wie viele mich gezwungen haben. Deshalb hab ich bei Zwang extra wenig abgegeben.
17	Ich finde es gut wenn beide gleich viel haben.

VP	freier Kommentar zur Empfindung, wenn vom Gegenüber die freie Wahl gelassen wird (Teil 2)
18	Ich gab 60 Punkte, da mir Freiheit geboten wurde, was ich gut finde. Und als Gratifikation dessen, dass ein Machtverhältnis nicht missbraucht wurde. Freiheit ist als eines der höchsten Maximen zu behandeln.
19	Das Gegenüber entscheidet sich aktiv gegen die Einschränkung meiner Freiheit. Das finde ich sympathisch, da bin ich gerne bereit zu teilen.
20	Ich habe mich gefreut. Ich wollte belohnen, dass die Personen nicht habgierig ist. Manchmal hatte ich auch den Gedanken, dass das Gegenüber darauf spekuliert, dass er mehr bekommt, also doch habgierig ist. Dann habe ich weniger gegeben.
21	Dann war ich positiv auf mein Gegenüber eingestellt. Es vertraut mir, obwohl es nicht wusste wer ich bin, das fand ich nett.
22	Das Gegenüber vertraut mir. Es dachte vielleicht, dass ich mehr gebe bei Freiheit.
23	Ich finde, der Unterschied zwischen freier Wahl und Zwang sind nicht gravierend. Ich fand freie Wahl gut aber nicht außerordentlich uneigennützig. Ich verspürte Wohlwollen gegenüber dem Anderen.
24	Ich teilte dann gerecht auf. Das in mich gesetzte Vertrauen konnte ich so belohnen.
25	Ich kann die Entscheidung des Gegenübers nicht beurteilen, ich weiß nicht, ob es emotions- oder vernunftbestimmt handelte oder andere Hintergründe hatte.
26	Ich gab in der Regel mehr bei Freiheit. Da hatte ich ein besseres Gefühl, da ich nicht eingeschränkt war.
27	Ich gab viele Punkte ab, wenn man mir freie Wahl ließ. Ich fand es netter, dass ich freie Wahl hatte. Diese Menschen wirken auf mich sympathischer. Eventuell erwarten sie, mehr zu bekommen wenn sie Freiheit geben.
28	Ich fand es nett, dass ich die freie Entscheidung hatte. Der Andere sollte belohnt werden. Aber: Gab der Andere mir freie Entscheidung weil er selbstlos war oder weil Zwang keinen großen Nutzen für ihn gehabt hätte?
29	Das Gegenüber ist sich der Abhängigkeit bewusst aufgrund der asymmetrischen Verhältnisse (Geldkonten).
30	Ich gab viel Punkte ab. Ich fragte mich, ob das Gegenüber hoffte, durch Verzicht auf Zwang mich nicht zu verärgern und so mehr Punkte zu bekommen.
31	Ich gab 50 Punkte oder mehr, weil Freiheit zeigt, dass das Gegenüber nicht habgierig ist sondern sympathisch.
32	Das Gegenüber hat gute Manieren und eine gute moralische Einstellung. Es bekommt am meisten von mir.
33	Ich hätte ich so gehandelt. Gegenüber in keinsten Weise habgierig oder aber sehr geschickt.
34	Das zeigt, dass der Person Geld nicht so wichtig ist, deswegen gab ich nie mehr als 40 Punkte. Andererseits ist es angenehmer, freie Wahl zu haben.
35	Wer freiwillig in Kauf nimmt, 0 Punkte von mir zu erhalten, soll belohnt werden.
36	Trotz Möglichkeit zu Einschränkung überließ er mir komplette Freiheit, das fand ich sehr positiv! Es wirkt sympathisch!

Anhang D1 zu Studie 2: Freie Äußerungen der Versuchspersonen zur Empfindung von  
 FreiX in freiem Antwortformat; Teil 2: Versuchsperson (VP) Nummer 18-36.

Anhang D1 zu Studie 2: Freie Äußerungen der Versuchspersonen zur Empfindung von Zwang<sub>X</sub> in freiem Antwortformat; Teil 1: Versuchsperson (VP) Nummer 1-17.

VP	freier Kommentar zur Empfindung, wenn vom Gegenüber die Abgabe des Mindestbetrages erzwungen wird (Teil 1)
1	unsympathisch
2	sehr unangenehm
3	Habgierigkeit meines Gegenübers, Geldgier, da ich dem Gegenüber min. genauso viel zugesprochen hätte, wenn er Wahl gelassen hätte
4	Er hat eine schwierige Situation. Mit Zwang hat man Geld sicher. Ich fühlte mich eingeschränkt. Kann es zwar nachvollziehen, hätte aber anders gehandelt in der Hoffnung, belohnt zu werden.
5	Es ist unnötig zu zwingen. Ich hätte es nicht getan. Gegenüber kam mir langweilig vor, weil er das "wenige" sichere Geld haben will um nicht leer auszugehen.
6	Ich gab nur das Mindeste, weil ich die Entscheidung zum Zwang nicht unterstützen wollte. Ich empfand starke Dissympathie für Gegenüber.
7	Aber bei Zwang war ich nicht geneigt mehr als das Mindeste zu geben. Ich will nicht gezwungen werden.
8	Wer habgierig ist, hat nicht mehr als den Mindestbetrag verdient.
9	Ich wollte zwar eine gerechte Verteilung, der Andere setzt aber kein Vertrauen in mich.
10	Zwang stellt für mich etwas Negatives dar.
11	Ich gebe ihm 40 Punkte aus dem Gleichheitsprinzip.
12	Zwang zeigt, dass das Gegenüber denkt, ich gebe bei Freiheit weniger. Bin vom krassen Misstrauen enttäuscht.
13	Gab dem Gegenüber bei Zwang immer nur den Mindestbetrag. Ich empfand den Zwang als unverschämt.
14	Ich hatte ein schlechtes Gefühl bezüglich der Person, die mich zwingt. Ich empfand die Person als habgierig.
15	Ich gab immer nur das Mindeste, weil er nur eine Frage beantworten musste und ich 50min. in der Röhre eingequetscht lag.
16	Der andere kriegt Geld geschenkt, ich muss am Exp. teilnehmen.
17	Wenn man mich zwingt werde ich trotzig und gebe nur das Mindeste. Man sollte nicht zu Abgaben gezwungen werden. Gegenüber scheint habgierig und misstrauisch zu sein.

Anhang D1 zu Studie 2: Freie Äußerungen der Versuchspersonen zur Empfindung von Zwang<sub>X</sub> in freiem Antwortformat Teil 2 - Versuchsperson (VP) Nummer 18-36.

VP	freier Kommentar zur Empfindung, wenn vom Gegenüber die Abgabe des Mindestbetrages erzwungen wird (Teil 2)
18	Ich gebe nur das Mindeste. Warum mehr geben als er fordert?
19	Er bekommt immer nur das Mindeste wenn er mich zwingt.
20	Ich gebe immer das Mindeste. Wenn er mich einschränkt, wieso soll er dann belohnt werden?
21	Gegenüber bekommt nicht mehr als gefordert. Wegen dem Zwang.
22	Ich fand das Verhalten extrem habgierig. Konnte sein Verhalten aber verstehen. Ich empfand den Zwang als gewissen Konflikt in der Entscheidung.
23	Nix
24	Ich gab nur das Mindeste, weil ich abgeben musste. Es war dann nicht meine wirkliche Entscheidung.
25	Ohne mehr Informationen behandle ich alle gleich, da mir die Hintergründe unbekannt sind.
26	Unter Zwang wollte ich nicht mehr geben als das Mindeste.
27	Nicht mehr als erzwungen.
28	Ich gab weniger als denen, die mir Freiheit ließen.
29	Ich finde es blöd, jemanden zur Abgabe zu zwingen.
30	Ich hielt ihn für knauserig. Ich konnte ihn verstehen. Ich wollte jemanden eine Freude machen, der nur mit Mindestbetrag gerechnet hat. Ich fand außerdem, dass ich mehr Belohnung verdient hätte als er.
31	Vielleicht brauchte die Person dringend Geld, trotzdem wäre freie Wahl angenehmer für mich gewesen.
32	Wenn er das Geld so dringend braucht, soll er es bekommen. Derjenige ist gierig. Je nach Alter hab ich mehr oder weniger gegeben. Junge etwas mehr, Ältere weniger.
33	Ich habe mich geärgert und vor allem gewundert und gedacht, was soll das denn?
34	Weil er für so wenige Punkte trotzdem meine Autonomie einschränkte, hätte ich am liebsten 0 gegeben. Ich mag es nicht in meiner Autonomie eingeschränkt zu sein.
35	Ich fühlte mich eingeschränkt, dadurch war er mir nicht sympathisch. Seine Habgier hat eine negative Wirkung.
36	Wegen des Zwanges etwas geben zu müssen, gab ich nur das Mindeste.

Anhang D2 zu Studie 3: Freie Äußerungen der Versuchspersonen, die Frei20 wählen, in Bezug auf den Grund für ihre Wahl und die erwartete Signalwirkung beim Gegenüber.

Anhang D2 zu Studie 3: Versuchspersonen, die sich für <u>Frei20</u> entscheiden, schildern...		
VP	...ihren Grund für die Auswahl der Option <u>Frei20</u> :	...die erwartete Signalwirkung der Entscheidung <u>Frei20</u> :
01	Ich versetze mich in das Gegenüber hinein - (Er wird bei Zwang 20 abgeben, bei Frei: faire Teilung)	Anderer denkt: Gegenüber ist nett, deswegen teile ich Halbe-Halbe.
02	Hineinversetzen: Wenn ich ihn zwingen wird der Andere Reaktanzverhalten zeigen, sich eingeschränkt fühlen und weniger geben.	Gegenüber nimmt Sympathie und Vertrauen wahr.
05	Der Andere wird Sympathie verspüren – wie ich für ihn.	Vielleicht denkt der Andere, dass ich eine Person bin, die Andere nicht gern zwingt.
07	Ich bin an vielen Punkten interessiert. Durch die Wahl dieser Option gebe ich dem Gegenüber das Gefühl, dass er mir etwas überweisen muss. Er wird mir dann sicher mehr überweisen.	
08	In dem Gegenüber entwickelt sich Sympathie, wenn ich so wähle.	Gegenüber wird mich sympathisch finden.
09	Ich entscheide mich intuitiv und hoffe auf Sinn für Gerechtigkeit.	Gegenüber wird denken, dass ich seine Großzügigkeit testen möchte
10	Die Wahrscheinlichkeit für Belohnung bei Frei ist höher.	Er wird mich als großzügig, selbstlos wahrnehmen.
12	Mein Gegenüber braucht möglicherweise Geld.	-
13	Das Gegenüber soll nicht negativ beeinflusst werden.	Gegenüber ist nicht fordernd.
15	Niemand wird gezwungen.	Das ist eine ähnliche Person, ein Partner.
16	Gegenüber reagiert eventuell ohne Zwang großzügiger.	-
17	Damit das Gegenüber mich nicht für geldgierig hält und aus Trotz nur 20 überweist.	Der Andere zeigt Trotzreaktion, wenn ich ihn zwingen und Mitleid, wenn ich ihm die freie Wahl lasse.
19	Bei Zwang würde ich ihn verärgern und nur 20 bekommen. Bescheidenheit wird evtl. belohnt.	Das Gegenüber denkt ich sei ein bescheidener Mensch und denke nicht nur an meine eigenen Vorteile.
21	Der Zwangsbetrag ist nicht sehr hoch, da kann ich genauso gut freie Wahl lassen.	Anderer denkt, ich komme ihm entgegen.
22	Gegenüber schätzt bestimmt die Freiheit.	Er sieht vertrauensvollen Umgang miteinander.
24	Man sollte immer auf den Anderen zugehen.	“Hier ist Kooperation.“
26	Vielleicht kommt es gut an, wenn ich diese Option wähle.	Der Andere sieht mich positiv.
27	Ich gehe auf Risiko.	Ich gehe auf ihn zu, vertraue ihm.
28	In unserer freiheitlichen Welt wird Freiheit geschätzt, bestimmt belohnt das Gegenüber mich dafür.	Gegenüber denkt: Jemand hält sich an die sozialen Regeln.

Anhang D2 zu Studie 3: Freie Äußerungen der Versuchspersonen, die Frei20 wählen, in Bezug auf die eigenen Empfindungen und die beim Gegenüber erwarteten Empfindungen bei Frei20.

Anhang D2 zu Studie 3: Versuchspersonen, die <u>Frei20</u> wählen...		
VP	<i>...schildern ihre eigenen Empfindungen bei <u>Frei20</u>, wenn sie in der Rolle des Gegenübers wären</i>	<i>... schildern die vom Gegenüber erwartete Empfindungen bei <u>Frei20</u></i>
01	Ich würde mich gut fühlen. Dann erhalten beide gleich viel im Team.	Ist vom Charakter abhängig – von “schön blöd ist der“ bis “der ist nett“.
02	Ich würde Freiheit und Vertrauen empfinden.	Er empfindet Freude.
05	Gut, frei und ungebunden.	Er wird sich gut fühlen, egal wie der Betrag ausfällt.
07	-	-
08	Es wäre eine Aufwertung meiner Entscheidung, Gegenüber vertraut mir.	Er wird zufrieden sein und das Vertrauen honorieren.
09	Ich wäre überrascht, die meisten sind egoistisch	Wenn es um Geld geht verlieren manche ihre sozialen Fähigkeiten.
10	Angenehm, freundlich, Zeichen der Selbstlosigkeit und des Vertrauens	Er wird sich positiv fühlen, es ist ja nicht selbstverständlich.
12	Ich würde dann Vorfreude spüren, denn so kann ich den Anderen positiv überraschen.	Es wird schwierig für ihn, eine Entscheidung zu treffen, ich sende ein weniger eindeutiges Signal.
13	Ich würde mich positiv fühlen. Ich würde Sympathiepunkte geben. Es wäre ein guter Charakterzug.	Gegenüber fühlt sich positiv, fühlt sich nicht eingeschränkt, er honoriert es bestimmt.
15	Ich fühlte mich gut. Partner vertraut mir.	Er fühlt Erleichterung darüber, dass er seine eigene Entscheidung treffen kann.
16	Gut. Gegenüber hat Vertrauen in mich, dass ich fair aufteile.	Er fühlt keinen Handlungsdruck.
17	Der Andere wäre mir sympathisch, weil er Bescheidenheit und Vertrauen zeigt.	Er findet mich nett, wird mir gegenüber offen und großzügig.
19	Ich fühle mich positiv. Mein Gegenüber ist ein bescheidener Mensch.	Freiheit wird als positiv aufgefasst, Gegenüber belohnt das Vertrauen.
21	Vertrauen	Er denkt: Der geht ein Risiko ein.
22	Ich wäre positiv überrascht.	Gegenüber fühlt sich sozial herausgefordert, durch das Vertrauen in seine guten Absichten.
24	Der Andere reicht mir die Hand.	Gegenüber hat gute Empfindungen.
26	Ich hätte eine positive Wahrnehmung.	Der Andere fühlt Vertrauen, das wird belohnt werden.
27	Der Andere ist gut zu mir und vertraut mir.	Der Gegenüber denkt: Jemand nimmt ein Risiko auf sich, das ist nett.
28	Gegenüber hält sich an die Regeln.	Hier kann man zeigen, wie man wirklich denkt.

Anhang D2 zu Studie 3: Freie Äußerungen der Versuchspersonen, die Frei20 wählen, in Bezug auf die eigenen Empfindungen und die beim Gegenüber erwarteten Empfindungen bei Zwang20.

Anhang D2 zu Studie 3: Versuchspersonen, die <u>Frei20</u> wählen...		
VP	<i>...schildern ihre eigenen Empfindungen bei <u>Zwang20</u>, wenn sie in der Rolle des Gegenübers wären</i>	<i>...schildern die vom <u>Gegenüber</u> erwartete Empfindungen bei <u>Zwang20</u></i>
01	Frech	Gegenüber fühlt sich unter Druck gesetzt.
02	Einschränkung, er hat kein Vertrauen.	Gegenüber fühlt Bevormundung und Misstrauen.
05	Ich fühlte mich schlecht, ausgenutzt.	Dass ich ein materialistisch denkender Mensch bin, Menschen schließen von sich auf Andere.
07	-	-
08	Ich würde Misstrauen fühlen.	Er sieht darin eine Einschränkung der Autonomie.
09	Ich hätte Verständnis.	Gegenüber wird Ärger spüren; die meisten möchten lieber frei entscheiden.
10	Ich wäre enttäuscht. Ich würde Ihn durch die Abgabe der Mindestpunkte bestrafen.	Er ist leicht verärgert, weil enttäuscht von der Gier.
12	Ich spürte Erleichterung, weil ich so weiß, dass der Andere gern Punkte haben will.	Erleichterung verspürt er, denn die Entscheidung fällt ihm jetzt leichter.
13	Eingeengt	Gegenüber wird denken, ich bin fordernd. Er spürt Einengung, evtl. würde ich selber so empfinden.
15	Ich würde mich unangenehm fühlen. Das Gegenüber fordert Dinge, die ihm nicht zustehen. Bei dieser Forderung würde ich weniger geben als ich geplant habe.	Bevormundung. Ich nehme etwas, ohne ein Recht dazu zu haben. Es ist dem Anderen unangenehm, gezwungen zu werden, wenn er ohnehin etwas abgeben wollte.
16	Ich fühlte mich genötigt. Enttäuscht, weil mir kein Vertrauen entgegengebracht wird.	Er empfindet mich als egoistisch, raffgierig. Ohne Vertrauen.
17	Ich würde mich ärgern, dass er mich unter Druck setzt. Ich würde ihm weniger geben.	Er wird mich für egoistisch halten und sich ärgern über die Befehle – er wird mich zurückärgern wollen – bescheidene Menschen sind sympathischer!
19	Ich schätze das Gegenüber als gierig und egoistisch ein. Er geht kein Risiko ein.	So eine Gier sollte nicht gefördert werden, weil ich das auch so denken würde und verärgert wäre.
21	Einschränkung	Er denkt: Es ist verständlich.
22	Das Gegenüber ist enttäuscht.	Er fühlt sich eingeschränkt und misstraut.
24	Man will nicht gut sein.	Gegenüber denkt: Warum tut er das?
26	Egoist	Er fragt sich: Warum ist der so gierig?
27	Ich würde mich nicht wundern. Er scheut das Risiko.	Er wird denken, ich gehe lieber auf Nummer sicher.
28	Ich werde unrechtmäßig eingeschränkt.	Er empfindet es als Bevormundung und Zwang.

Anhang D2 zu Studie 3: Freie Äußerungen der Versuchspersonen, die Zwang<sub>20</sub> wählen, in Bezug auf den Grund für ihre Wahl und die erwartete Signalwirkung beim Gegenüber.

Anhang D2 zu Studie 3: Versuchspersonen, die sich für Zwang <sub>20</sub> entscheiden, schildern...		
VP	... ihren Grund für die Auswahl der Option Zwang <sub>20</sub>	... die erwartete Signalwirkung der Entscheidung Zwang <sub>20</sub>
03	Ich sichere mir den Mindestbetrag aus Misstrauen heraus. Eventuell ist mein Gegenüber geizig.	Gegenüber könnte mich als habgierig einschätzen und aus Trotz nur den Mindestbetrag überweisen.
04	Ich bevorzuge Sicherheit.	Gegenüber wird Misstrauen und Habgier wahrnehmen.
06	Diese Entscheidung sichert mir einen Geldbetrag.	Gegenüber könnte meine Entscheidung als unfair wahrnehmen.
11	Mein Gegenüber wird eher auf seinen eigenen Vorteil bedacht sein, ich möchte aber auch Punkte haben.	-
14	Ich wähle diese Option, weil ich sonst Gefahr laufe, leer auszugehen.	Gegenüber merkt, dass ich Geld möchte.
18	Ich möchte sicherstellen, dass auf jeden Fall etwas überwiesen wird.	Die Festlegung des Mindestbetrages könnte als dreist empfunden werden und er könnte nicht mehr als den Betrag überweisen.
20	Es war eine Willkür - Entscheidung	-
23	Menschen sind egoistisch.	Er denkt, dass Menschen eben egoistisch sind.
25	Ich habe keinen bestimmten Grund.	Gegenüber: "Jetzt muss ich abgeben"
29	So gehe ich nicht leer aus.	Anderer sieht mich eventuell als risikoscheu. Ich will ja nur Sicherheit.
30	Andere würden mich auch zwingen!	Ich zeige ihm damit, dass ich Geld haben möchte.

Anhang D2 zu Studie 3: Freie Äußerungen der Versuchspersonen, die Zwang20 wählen, in Bezug auf die eigenen Empfindungen und die beim Gegenüber erwarteten Empfindungen bei Frei20.

<b>Anhang D2 zu Studie 3: Versuchspersonen, die <u>Zwang20</u> wählen...</b>		
VP	<i>...schildern ihre eigenen Empfindungen bei <u>Frei20</u>, wenn sie in der Rolle des Gegenübers wären</i>	<i>... schildern die vom Gegenüber erwarteten Empfindungen bei <u>Frei20</u></i>
03	Angenehmes Gefühl der freien Entscheidung.	Gegenüber hat Entscheidungskonflikt egoistisch-sozial; Gewissensbisse
04	Der Andere hat völliges Vertrauen darin, dass eine faire Verteilung erfolgt.	Gegenüber spürt, dass ihm vertraut wird und dass ich auf faire Verteilung hoffe.
06	Der Andere ist naiv. In anonymer Interaktion sind die Menschen normalerweise egoistisch.	Anderer empfindet Großzügigkeit.
11	Ich würde mich freuen. Aber mich auch etwas unwohl fühlen, weil ich ihm nur so wenig Punkte gebe – ich nutze sein Vertrauen aus.	Er wird es ausnutzen. Aufgrund der Anonymität hat er keine Angst, mein Vertrauen zu enttäuschen.
14	Ich spürte Überraschung, ich müsste mir ernsthaft Gedanken über den Betrag machen, den ich abgebe... Ich fände es gut, müsste diese Entscheidung belohnen.	Gegenüber würde mich als sozial, nicht egoistisch empfinden, wenn ich ihm die freie Wahl gelassen hätte. Oder er sieht mich als dumm, weil heutzutage doch viele auf den eigenen Vorteil bedacht sind.
18	Ich empfinde es als Zeichen des Vertrauens, das Verhalten würde aber auch Pflichtgefühl verursachen.	Eventuell fühlt sich das Gegenüber verpflichtet, einen Betrag zu überweisen, oder es ist so geizig, dass es alles für sich behält.
20	Der Andere ist zu vertrauensselig, man könnte diese Person ziemlich leicht ausnutzen.	Gegenüber denkt: Ich könnte jetzt nichts abgeben.
23	Ich wäre überrascht.	Anderer denkt: Wie naiv!
25	-	-
29	Ich hätte ein angenehmes Gefühl der freien Entscheidung.	Anderer holt für sich alles raus.
30	Vertrauen würde bei mir einen Zwang zur Belohnung auslösen.	Vielleicht gibt er mir gnädig etwas ab.

Anhang D2 zu Studie 3: Freie Äußerungen der Versuchspersonen, die Zwang20 wählen, in Bezug auf die eigenen Empfindungen und die beim Gegenüber erwarteten Empfindungen bei Zwang20.

<b>Anhang D2 zu Studie 3: Versuchspersonen, die <u>Zwang20</u> wählen...</b>		
VP	<i>...schildern die eigenen Empfindungen bei <u>Zwang20</u>, wenn sie in der Rolle des Gegenübers wären</i>	<i>... schildern die vom Gegenüber erwarteten Empfindungen bei <u>Zwang20</u></i>
03	Ich könnte es nachvollziehen, ich würde auch so handeln.	Er fühlt Einschränkung und Misstrauen: man signalisiert, dass man davon ausgeht, der Andere gebe einem weniger.
04	Ich würde Misstrauen verspüren, könnte es aber nachvollziehen, da ich ähnlich handeln würde.	Schluss auf Misstrauen, dass ich nicht auf gerechte Verteilung vertraue.
06	Das wäre o.k.	Gegenüber denkt sich in mich hinein: "Wahrscheinlich hätte ich auch so gehandelt."
11	Ich würde mich ärgern über den Zwang, ich will mehr Punkte für mich selbst.	Er denkt, dass er es auch so gemacht hätte. Er fühlt Ärger über die zu überweisenden Punkte. Ich denke, die meisten Menschen handeln so, besonders bei Geld.
14	Ich fände es nachvollziehbar. Es ist schwer, Unbekannten zu vertrauen.	Er fühlt ein wenig Druck, Distanz, Egoismus, Misstrauen.
18	Ich würde denken, dass das Gegenüber mir misstraut, könnte seine Entscheidung aber nachvollziehen.	Er könnte sich bedrängt fühlen und die Forderung als dreist empfinden.
20	Das wäre normal für mich.	Gegenüber denkt: Derjenige ist gierig, Ansprüche stellen ist unfein.
23	So hätte ich ja auch gehandelt.	Er denkt: Jetzt muss ich etwas abgeben, aber so hätte ich auch entschieden...
25	-	-
29	Ich hätte Verständnis dafür.	Er ist verärgert, weil er abgeben muss.
30	Ich hätte Verständnis für seine Entscheidung.	Er ist verärgert über die Verpflichtung.

## Anhang E Aufklärungsbögen zum fMRT-Experiment



**Martin Dießel, Dipl.-Psychologe**  
Klinik und Poliklinik für Psychiatrie und Psychotherapie  
Abteilung medizinische Psychologie  
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Sigmund-Freud-Strasse 25  
53105 Bonn

Tel: +49(0)228 287 19708  
Fax: +49(0)228 287 19125

### Probandenbogen Studie "Neurophysiologische Grundlagen sozialer Interaktionen"

MP\_Nr.: \_\_\_\_\_

ReaCT\_Nr.: \_\_\_\_\_

Datum : \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Geburtsname: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Geschlecht: \_\_\_\_\_

Gewicht: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

Strasse: \_\_\_\_\_

PLZ/Wohnort: \_\_\_\_\_

Telefon: \_\_\_\_\_

E-Mail: \_\_\_\_\_

Untersucher/Mitarbeiter:

\_\_\_\_\_

Name, Vorname, Unterschrift

## **Informationsblatt für Probanden über die Studie „Neurophysiologische Grundlagen sozialer Interaktionen“**

Liebe Probandin, lieber Proband,

wir freuen uns über Ihr Interesse, an einer wissenschaftlichen Studie teilzunehmen.

Die Untersuchung hat zum Ziel, die Erkenntnisse über die neurophysiologischen Grundlagen sozialer Interaktionen zu vertiefen. Deshalb werden Sie im Verlaufe des Experimentes mit einer Vielzahl von Interaktionspartnern in Kontakt treten. Bei diesen Interaktionspartnern wird es sich um Kommilitonen ihres Semesters handeln, deren Identität für sie aber nicht kenntlich ist (Anonymisierung). Ihre Reaktionen auf die Handlungen der Interaktionspartner wird ebenso für diese anonym bleiben. Die soziale Interaktion ist in den Rahmen einer spielerischen finanziellen Transaktion eingebunden und zum Ende des Experimentes wird eine dieser Transaktionen zufällig ausgewählt und in die Realität umgesetzt (d.h. ausbezahlt). Sowohl Ihr Verhalten als auch die neuronale Aktivierung während der Bearbeitung unseres Experiments soll in Verbindung gebracht werden mit verschiedenen Persönlichkeitseigenschaften.

Persönlichkeitsmaße werden wir mit einigen psychologischen Fragebogen erheben, zur Aufzeichnung der neuronalen Aktivierung verwenden wir Magnetresonanztomographie.

Nachdem Sie unsere Probandeninformation gelesen und verstanden haben, ausreichend über unsere Studie aufgeklärt wurden und ihr Einverständnis zur Teilnahme erklärt haben, werden wir Ihnen zunächst das schon erwähnte Interaktionsexperiment am Computer außerhalb des Magnetresonanztomographen (MRT) vorführen. So können Sie sich mit dem Versuchsablauf vertraut machen und haben die Gelegenheit, Fragen zum Experiment zu stellen. Sie werden Gelegenheit haben, die Bedienung der Reaktionstasten kennenzulernen und zu üben. Danach wird ebendieses Experiment noch einmal im Magnetresonanztomographen stattfinden, so dass gleichzeitig die Hirnaktivität gemessen werden kann. Darauf folgt eine MRT-Messung in Ruhe.

Im Anschluss an unser Experiment und die kernspintomographische Untersuchung werden wir Sie bitten, einige psychologische Fragebögen zu bearbeiten. Dies hilft uns, ihre Persönlichkeitseigenschaften zu erfassen und so Zusammenhänge zwischen Persönlichkeit, Verhalten und Hirnaktivierung zu erkennen.

Haben Sie unsere Fragebögen ausgefüllt, ist unsere Datenerhebung beendet. Sie haben dann noch einmal die Möglichkeit, Fragen zu stellen. Außerdem bekommen Sie dann die Probandenentlohnung und eine CD mit anatomischen Aufnahmen ihres Gehirns ausgehändigt.

Ihre Teilnahme an unserer Studie ist freiwillig. Sie können jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Teilnahmebereitschaft widerrufen, ohne dass Ihnen dadurch Nachteile entstehen.

### **Praktische Durchführung der MRT-Untersuchung**

Bei dieser Untersuchung wird das Verfahren der Magnetresonanztomographie (MRT) eingesetzt. Mit der MRT kann man genaue Bilder vom Inneren des Körpers ohne Anwendung von Röntgenstrahlen aufnehmen. Zur Aufnahme der Bilder müssen Sie sich in einem Magnetfeld befinden. Dazu werden Sie in eine Röhre geschoben. Diese Untersuchung dauert ungefähr 50 Minuten und beinhaltet:

- Aufnahmen der Gebiete im Gehirn, die aktiv sind, während Sie das Experiment durchführen (sogenannte funktionelle MRT)
- die Aufnahme genauer Bilder vom Gehirn in Ruhe (sogenannte strukturelle MRT)

Nach dem heutigen Erkenntnisstand der klinischen Forschung gibt es bei der MRT-Untersuchung keine gesundheitlichen Risiken. Wir möchten aber darauf hinweisen, dass durch die Enge und Lautstärke während der Untersuchung Beklemmungsgefühle entstehen können. Während der MRT-Untersuchung haben Sie jederzeit die Möglichkeit, durch einen Knopfdruck zu signalisieren, dass Sie die Untersuchung abbrechen möchten. Dieser Aufforderung wird der Untersucher umgehend Folge leisten. Auch der Untersucher kann Ihre Teilnahme an der Studie jederzeit beenden, wenn ihm dieses erforderlich erscheint.

Bei dieser Untersuchung handelt es sich nicht um eine Untersuchung mit diagnostischer Fragestellung. Deshalb können die Ergebnisse nicht dazu verwendet werden, Gehirnerkrankungen auszuschließen. Trotzdem können manchmal Auffälligkeiten als Zufallsbefunde festgestellt werden. Sollte eine solche Auffälligkeit festgestellt werden, werden wir die Bilder geschulten Neuroradiologen vorlegen und Sie anschließend informieren, ob eine weitere Abklärung des Zufallsbefundes empfohlen wird.

Aufgrund des starken Magnetfeldes dürfen Sie während der Untersuchung keine metallischen Gegenstände am oder im Körper tragen. Träger eines Herzschrittmachers oder bestimmter Metallimplantate können nicht im MRT untersucht werden. Hierzu werden Sie vom Untersucher detailliert befragt und erhalten eine gesonderte Einwilligungserklärung.

**Praktische Durchführung der (neuro-)psychologischen Untersuchung**

Bei dieser Untersuchung werden wir Sie bitten, verschiedene Fragebögen auszufüllen. In diesen Fragebögen werden Persönlichkeitsmerkmale, typische Verhaltensweisen oder Einstellungen erfragt. In den meisten Fällen können Sie ihre Einschätzung durch Ankreuzen eines bestimmten Wertes auf einer Skala angeben. Teilweise werden wir Ihnen diese Fragebögen als Papier-Bleistift-Versionen vorlegen, teilweise können Sie die Fragebögen aber auch am Computer bearbeiten. Bei allen Fragebögen gibt es keine richtigen oder falschen Antworten. Vielmehr geht es darum, dass Sie wahrheitsgemäß die Alternative ankreuzen, die am ehesten auf Sie zutrifft. Genaue Informationen werden Sie vor der Bearbeitung jedes neuen Fragebogens erhalten. Außerdem können Sie jederzeit Fragen an den Untersucher stellen, wenn Unklarheiten auftreten. Die psychologische Untersuchung dauert insgesamt circa 30 Minuten.

**Allgemeines**

Die Verantwortung für die fMRT-Untersuchung liegt beim Direktor der Abteilung, Herrn Prof. Dr. Dr. Henrik Walter.

Es wurde keine Probandenversicherung für die Studie abgeschlossen; die hier beschriebene Untersuchung ist lediglich durch die Haftpflichtversicherung des Uniklinikums Bonn abgesichert. Das bedeutet, dass nur Ansprüche geltend gemacht werden können, wenn eine Schädigung schuldhaft durch Mitarbeiter des Uniklinikums verursacht wurde.

Gelesen:

---

Ort, Datum, Unterschrift (Unterschrift Proband)

---

Ort, Datum, Unterschrift (Unterschrift Mitarbeiter) (Name Mitarbeiter)

**Einschlusskriterien:**

- Gesund
- > 18 Jahre

**Fragen zu Ausschlusskriterien:**

- Neurologische oder psychiatrische Erkrankung** (gehabt), z.B.:
  - Epilepsie
  - Schädelhirntrauma,
  - Schizophrenie,
  - Depression,
  - Multiple Sklerose
  - Migräne (Ausschlusskriterien).

Hilfsfragen: Hatten Sie einen schweren Unfall?  
 Mit oder ohne Bewusstlosigkeit? Hatten Sie Operationen?  
 Waren Sie längere Zeit in ärztlicher Behandlung?

- Erkrankungen in engerer Familie**  
(Eltern, Geschwister)?  
(Ausschluss nur bei starker familiärer Belastung)
- Andere Erkrankungen, z.B.**
  - Schilddrüse,
  - Diabetes,
  - Bluthochdruck,
  - Herzinfarkt,
  - Entzündungen,
  - Magen-Darm,
  - Niere und Harnwege,
 (Ausschluss bei schweren Formen).
- Nehmen Sie zur Zeit **Rauschmittel**, Aufputzmittel, bewusstseinverändernde Substanzen ? (Ausschluss)  
Haben Sie früher schon einmal so etwas ausprobiert, z.B. Haschisch? (Kein Ausschluss).
- Nehmen Sie zur Zeit **Medikamente** ein?  
Haben Sie schon mal regelmäßig Medikamente genommen? (Ausschluss bei stark wirksamen Medikamenten).
- Rauchen Sie? Wie viel **Alkohol** nehmen sie zu sich? (Dokumentation, Ausschluss nur bei starkem Alkoholkonsum).

Wurden Operationen am Herzen oder Kopf durchgeführt?	ja	nein
Tragen Sie einen Herzschrittmacher?	ja	nein
Tragen Sie eine Medikamentenpumpe, z.B. Insulinpumpe?	ja	nein
Tragen Sie einen Neurostimulator?	ja	nein
Waren Sie in einer metallverarbeitenden Branche tätig?	ja	nein
Befinden sich Metallteile in oder an Ihrem Körper?	ja	nein
Tragen Sie ein Hörgerät?	ja	nein
Leiden Sie unter Tinnitus?	ja	nein
Haben Sie herausnehmbaren Zahnersatz?	ja	nein
Leiden Sie unter Angst vor engen Räumen (z.B. beim Aufzugfahren)?	ja	nein
Tragen Sie eine Tätowierung oder Permanent Make-up?	ja	nein
Tragen Sie ein Piercing oder Intimschmuck?	ja	nein
Sind Sie geschminkt?	ja	nein
Befinden sich Metallteile an Ihrer Kleidung	ja	nein
Besteht eine Schwangerschaft?	ja	nein
Verhüten Sie mit Spirale?	ja	nein
Haben Sie Fieber?	ja	nein

**Bitte beachten Sie beim Betreten des Untersuchungsbereiches:**

- Legen Sie alle Metallgegenstände ab, wie z.B. Taschenmesser, Feuerzeuge, Kleingeld, Schlüssel, Haarnadel, usw. Diese könnten in den Magneten hineingezogen werden und zu Verletzungen führen oder die Bildqualität verschlechtern.
- Legen Sie Ihren Schmuck und Ihre Uhr ab. Uhren können im Magnetfeld stehen bleiben oder dauerhaft beschädigt werden.
- Nehmen Sie keine Scheckkarten oder Kreditkarten mit in den Untersuchungsraum. Die Magnetstreifen werden unwiederbringlich gelöscht. Dies gilt auch für Magnetbänder (z.B. von Diktiergeräten)
- Wenn Sie noch weitere Fragen haben, beantworten wir Ihnen diese selbstverständlich gerne.

**Ich bestätige hiermit, dass ich die obigen Fragen gewissenhaft beantwortet und die allgemeinen Informationen zur Kenntnis genommen habe.**

---

Ort, Datum, Unterschrift (Proband)

---

Ort, Datum, Unterschrift (Mitarbeiter)

(Name Mitarbeiter)

Name: \_\_\_\_\_

Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

Das Original dieser Einwilligungserklärung verbleibt bei den Unterlagen. Eine Kopie der Einwilligungserklärung wird dem Probanden ausgehändigt.

Ich (Vorname, Name) \_\_\_\_\_

erkläre, dass ich die Probandeninformation zur wissenschaftlichen Untersuchung:

**„Neurophysiologische Grundlagen sozialer Interaktionen“**

und diese Einwilligungserklärung erhalten habe.

- Ich wurde für mich ausreichend mündlich und schriftlich über die wissenschaftliche Untersuchung informiert.
- Ich weiß, dass die durchgeführte MRT-Untersuchung keine klinische Diagnose ersetzt. Ich erkläre mich aber damit einverstanden, dass mir Zufallsbefunde, die während der MRT-Untersuchung auftreten, mitgeteilt werden.
- Ich weiß, dass ich jederzeit meine Einwilligung, ohne Angaben von Gründen, widerrufen kann, ohne dass dies für mich nachteilige Folgen hat.
- Ich bin damit einverstanden, dass die im Rahmen der wissenschaftlichen Untersuchung über mich erhobenen Daten, sowie meine sonstigen mit dieser Untersuchung zusammenhängenden personenbezogenen Daten, aufgezeichnet werden. Es wird gewährleistet, dass meine personenbezogenen Daten nicht an Dritte weitergegeben werden. Bei der Veröffentlichung in einer wissenschaftlichen Zeitung wird aus den Daten nicht hervorgehen, wer an dieser Untersuchung teilgenommen hat. Meine persönlichen Daten unterliegen dem Datenschutzgesetz.
- Mit der Teilnahme an der oben genannten Untersuchung und der vorstehend geschilderten Vorgehensweise bin ich einverstanden und bestätige dies mit meiner Unterschrift.

\_\_\_\_\_, den, \_\_\_\_\_  
(Ort) (Datum)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift Proband)

\_\_\_\_\_, den, \_\_\_\_\_  
(Ort) (Datum)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift Mitarbeiter)

\_\_\_\_\_  
(Name Mitarbeiter)

## Selbständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt wurde und dass aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommene Gedanken in der Arbeit als solche kenntlich gemacht sind.

Von folgenden Personen erhielt ich wertvolle Unterstützung bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts:

- PROF. DR. PHIL. DR. MED. HENRIK WALTER  
Direktor der Abteilung für Medizinische Psychologie, Universitätsklinikum Bonn
  
- PD DR. MED. SUSANNE ERK  
Leiterin der Forschungsgruppe 'affektive und sozial-kognitive Neurowissenschaft',  
Universitätsklinikum Bonn
  
- DR. MED KNUT SCHNELL  
Oberarzt der Klinik für Psychiatrie, Universitätsklinikum Bonn

Zudem standen mir wissenschaftliche und technische Mitarbeiter der Abteilung für Medizinische Psychologie am Universitätsklinikum Bonn bei der Diskussion inhaltlicher, methodischer und technischer Fragen und Probleme sowie bei der Datenerhebung hilfreich zur Seite.

Martin Dießel

Münster, 12. Dezember 2010

## Handreichung: Ergebnisüberblick der Studien

Im Folgenden sind die Hauptbefunde der fünf Studien, die im Rahmen der vorliegenden Dissertation dargestellt werden, zusammengefasst.

In Studie 1 sollen Versuchspersonen in der Rolle des Prinzipals die Entscheidung treffen, ob sie einen Agenten zur Abgabe eines festgelegten Mindestbetrages zwingen (Option *Zwang $\underline{X}$*  - Misstrauen) oder ihm die freie Wahl bzgl. der Höhe des Abgabebetrages lassen (Option *Frei $\underline{X}$*  - Vertrauen). Von 53 Versuchspersonen, die den Agenten zur Abgabe von 5 Punkten zwingen können, entscheiden sich 51 Probanden für Vertrauen. Von 55 Versuchspersonen, die den Agenten zur Abgabe von 10 Punkten zwingen können, entscheiden sich 43 für die Vertrauen. Von 53 Versuchspersonen, die den Agenten zur Abgabe von 20 Punkten zwingen können, entscheiden sich 44 für Vertrauen.

In Studie 2 nehmen Probanden die Rolle des Agenten im Prinzipal-Agent-Spiel ein und reagieren auf Entscheidungen, die Prinzipale zuvor in Studie 1 getroffen haben. Die Höhe des Mindestbetrages ( $\underline{X}$ ), zu dessen Abgabe verschiedene Prinzipale den Agenten im Scanner zwingen können, variiert zwischen 5, 10 und 20 Geldeinheiten. Die Probanden reagieren also in mehreren one-shot-Interaktionen auf Vertrauen oder Misstrauen, während sie im fMRT-Scanner liegen und ihre Hirnaktivität aufgezeichnet wird. Nach dem Experiment geben sie schriftlich zu ihren Empfindungen während der Spiele Selbstauskunft und bearbeiten Persönlichkeitsfragebögen zu Reaktanz und Empathie.

Die Selbstauskünfte der Versuchspersonen zeigen, dass *Frei $\underline{X}$*  von den Probanden in der Regel als angenehmes soziales Signal des Vertrauens und *Zwang $\underline{X}$*  als unangenehmes Signal des Misstrauens wahrgenommen werden. Ersteres erweckt in den Teilnehmern zumeist den Wunsch, das Gegenüber zu belohnen, während Letzteres die Neigung zur Bestrafung erhöht. Diese individuellen Empfindungen spiegeln sich im Verhalten der Probanden wieder: Sie überweisen in Reaktion auf Vertrauen (*Frei $\underline{X}$* ) signifikant mehr Geldeinheiten an das Gegenüber als in Reaktion auf Misstrauen (*Zwang $\underline{X}$* ). Während die Teilnehmer diese Handlungsentscheidung treffen, sind vor allem Areale aktiviert, die mit Konfliktverarbeitung (dACC und AI), kognitiver Kontrolle (DLPFC) und Belohnungsempfinden (Striatum) assoziiert sind. Ähnlich wie die Aktivierung des dACC legen auch höhere Reaktionszeiten bei der Reaktion auf *Frei $\underline{X}$*  in

Vergleich zu ZwangX das Vorliegen eines stärkeren Entscheidungskonfliktes beim Erleben von entgegengebrachtem Vertrauen als beim Erleben von Misstrauen nahe.

Die Höhe von X in FreiX bietet sich als Maß für die Stärke des Vertrauens an. Dass dies zutrifft, zeigt sich darin, dass Agenten subjektiv umso stärkeres Vertrauen empfinden, je höher X in FreiX ist. Diese Stärke des Vertrauens beeinflusst die oben beschriebenen Effekte in dem Sinne, dass sowohl die Abgabebeträge der Agenten, als auch die Reaktionszeitkosten und die Mehraktivierung im Striatum umso größer sind, je höher das empfangene Vertrauen ist. Die neuronale Aktivierung während der Entscheidung, wie viel an das Gegenüber abzugeben sei, weist einen reziproken Zusammenhang zum Verhalten des Gegenübers auf: Areale entlang des pSTS sind umso aktiver, je höher die Abgabe der Agenten in Reaktion auf Vertrauen und je niedriger die Abgabe der Agenten in Reaktion auf Misstrauen ist. Im Hinblick auf Persönlichkeitseigenschaften zeigt sich, dass die Probanden in Reaktion auf ZwangX umso weniger an ihr Gegenüber überweisen, je höher ihre psychologische Reaktanz (die Tendenz, auf eine Einschränkung der Freiheit negativ zu reagieren) ist. Außerdem fällt die Abgabe der Versuchspersonen in Reaktion auf FreiX und ZwangX umso höher aus, je geringer ihr Wert für die Neigung, sozialen Stress zu erleben, ist.

In Studie 3 nehmen Versuchspersonen die Rolle des Prinzipals ein und sollen entscheiden, ob sie einen Agenten zur Abgabe von mindestens 20 Punkten zwingen wollen oder nicht. Nach dieser Entscheidung wird die Versuchspersonengruppe in zwei Teilgruppen untergliedert: Eine Gruppe umfasst diejenigen Probanden, die den Agenten zur Abgabe von mindestens 20 Punkten zwingen möchten (*Gruppe Zwang20*; n=11) und eine zweite Gruppe schließt diejenigen Probanden ein, die dem Agenten freie Wahl hinsichtlich des Abgabebetrages lassen (*Gruppe Frei20*; n=19). Die Probanden beantworten einen ausführlichen Fragebogen zu ihren Beweggründen für die Entscheidung, ihren Empfindungen und Erwartungen an das Gegenüber sowie einen Persönlichkeitsfragebogen zur Erfassung der Empathiefähigkeit. Beim Vergleich der beiden Gruppen wird deutlich, dass Personen in Gruppe Frei20 deutlich positivere Erwartungen an Menschen im Allgemeinen und das Gegenüber im Besonderen haben als Personen in Gruppe Zwang20: Sie nehmen häufiger an, dass Menschen oft bereit sind mit Anderen zu teilen, erwarten einen höheren Abgabebetrag von ihrem Gegenüber und nehmen stärker an, dass ihr Gegenüber sich auch für Vertrauen entscheiden würde, wenn die Rollen im Spiel vertauscht wären. Ebenso haben die Mitglieder von Gruppe Frei20 stärkere Erwartungen an das Gegenüber dahingehend, dass eine Entscheidung für Frei20

als angenehm und vertrauensvoll wahrgenommen wird bzw. eine Entscheidung für Zwang20 als unangenehm und Zeichen von Misstrauen. Darüber hinaus zeigt sich über alle Versuchspersonen hinweg, dass sowohl die Empfindungen als auch die Abgabehöhen, die ein Proband von seinem Gegenüber erwartet, in engem Zusammenhang mit den eigenen Empfindungen und Abgabehöhen (wenn die Rollen im Spiel vertauscht wären) stehen - was die Interpretation nahe legt, dass Versuchspersonen von den eigenen Erwartungen und Einstellungen auf diejenigen ihres Gegenübers schließen. Ausserdem ergeben sich Hinweise darauf, dass in der Gruppe der Versuchspersonen, die sich für Frei20 entscheiden, höhere Werte auf Skalen der Empathiefähigkeit vorliegen als in der Gruppe der Teilnehmer, die sich für Zwang20 entscheiden.

In Studie 4 wird Versuchspersonen in der Rolle von Agenten in computergestützten Prinzipal-Agent-Spielen *vor* der Information, ob sich ihr Gegenüber (Prinzipal) für Frei20 oder Zwang20 entschieden hat, eine Überzeugung des Gegenübers präsentiert. Hierbei wird angegeben, dass das Gegenüber davon überzeugt ist, dass Menschen entweder *selten* oder *oft* bereit sind, mit Anderen zu *teilen* bzw. zu *lernen*. Der Agent soll versuchen, aus dieser Überzeugung vorherzusagen, ob sich das Gegenüber für Vertrauen (FreiX) oder Misstrauen (ZwangX) entscheiden wird und dann, nachdem ihm die Entscheidung des Spielpartners offenbart wird, ihren Abgabebetrag festlegen. Nach dem Experiment beantworten die Probanden Fragen zum Erleben von Frei20 und Zwang20 als Vertrauen bzw. Misstrauen und füllen Persönlichkeitsfragebögen zur Messung von Reaktanz und Empathiefähigkeit aus.

Es zeigt sich unter anderem, dass Agenten in Reaktion auf Frei20 mehr Geldeinheiten an den Prinzipal abgeben als in Reaktion auf Zwang20, womit die Befunde von Studie 2 und Vorbefunde von Falk und Kosfeld (2006) repliziert werden. Die Vorhersage, ob sich das Gegenüber für Vertrauen entscheiden wird oder nicht, hängt davon ab, welche Überzeugungen das Gegenüber hat: Erfährt ein Agent, dass der Prinzipal überzeugt ist, Menschen seien oft bereit mit Anderen zu teilen, so erwartet der Agent sehr häufig eine vertrauensvolle Entscheidung des Prinzipals. Wird dem Agenten hingegen mitgeteilt, dass der Prinzipal überzeugt ist, Menschen seien selten bereit mit Anderen zu teilen, so erwartet der Agent fast nie eine vertrauensvolle Entscheidung des Prinzipals. Und: Die Abgabe eines Agenten in Reaktion auf Frei20 fällt umso höher aus, je stärker er Frei20 subjektiv als Vertrauen empfindet und je mehr er zur Perspektivübernahme neigt.

In Studie 5, in der Versuchspersonen die Rolle des Agenten in computergestützten Prinzipal-Agent-Spielen einnehmen, wird der Einfluss von *framing* - also der Art und Weise, wie eine Spielsituation beschrieben wird - untersucht und außerdem geprüft, welche Rolle die Absichtlichkeit (Intentionalität) der Entscheidung des Gegenübers spielt. Um das *framing* zu untersuchen, wird die herkömmliche Formulierung der Optionen im Prinzipal-Agent-Spiel (d.h. der Wortlaut von *FreiX* und *ZwangX*) so verändert, dass nicht mehr die Formulierungen *freie Wahl* und *zur Mindestabgabe zwingen* verwendet werden (während der effektive Handlungsspielraum der Beteiligten aber trotzdem gleich bleibt). Die in ihrem Wortlaut umformulierte Option *FreiX* wird in Studie 5 als *Spielvariante 1* bezeichnet und die Option *ZwangX* als *Spielvariante 2*. Die Rolle der Intentionalität der Entscheidung des Gegenübers wird untersucht, indem neben dem menschlichen Spielpartner ein 'Computerprogramm' eingeführt wird, welches die Wahlen des Gegenübers festlegt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Umformulierung des Wortlautes der Optionen *FreiX* und *ZwangX* den sowohl von Falk und Kosfeld (2006) beschriebenen als auch in den Studien 2 und 4 der vorliegenden Arbeit beobachteten Effekt zum Verschwinden bringt: Die Abgabe der Agenten in Reaktion auf Spielvariante 1 (Umformulierung von *FreiX*) und Spielvariante 2 (Umformulierung von *ZwangX*) ist jeweils so hoch, dass dem Gegenüber am Ende der Interaktion etwas weniger als die Hälfte des insgesamt zur Verfügung stehenden Budgets ausgezahlt wird. Fazit: Agenten teilen dann, wenn nicht mehr die Formulierungen *freie Wahl* und *zur Mindestabgabe zwingen* verwendet werden, so, dass beiden Spielern ungefähr 80 Punkte Gewinn zufallen. Bei der Prüfung des Einflusses der Intentionalität der Entscheidung des Gegenübers zeigt sich, dass Versuchspersonen auf vom Computer festgelegte Handlungen des Gegenübers weniger ausgeprägt reagieren als auf vom Gegenüber absichtlich gewählte Handlungen. Besonders dann, wenn vom Computer Spielvariante 1 (Pendant zu *FreiX* bzw. Vertrauen) festgelegt wird, geben Versuchspersonen weniger Geldeinheiten an das Gegenüber ab, als wenn sich dieses Gegenüber absichtlich für Spielvariante 1 entscheidet. Ein unerwarteter Befund besteht darin, dass die Versuchspersonen in Studie 5 die Entscheidung des Gegenübers für Spielvariante 1 (Pendant zu *FreiX* in Studie 2) sogar *noch stärker* als Vertrauen wahrnehmen als Versuchspersonen in Studie 2 eine Entscheidung des Gegenübers für *FreiX*. Für die Umformulierung von *ZwangX* zu Spielvariante 2 zeigt sich dagegen der vermutete Effekt: Versuchspersonen in Studie 5 nehmen Spielvariante 2 weniger als Misstrauen wahr als *ZwangX* in Studie 2 als Misstrauen empfunden wird.