AUS DEM LEHRSTUHL
FÜR PSYCHIATRIE UND PSYCHOTHERAPIE
PROF. DR. RAINER RUPPRECHT

DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG

Neuronale Korrelate moralischer Urteile bei forensischen Suchtpatienten: eine fMRT Studie

Inaugural – Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades

der Medizin

der Fakultät für Medizin

der Universität Regensburg

vorgelegt von

Silke Vogt

2012

Dekan:	Prof. Dr. Bernhard Weber
1. Berichterstatter:	Prof. Dr. Göran Hajak
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. Wilhelm Schulte-Mattler
Tag der mündlichen Prüfung:	03. Februar 2012

Zusammenfassung

Die Fähigkeit moralische Entscheidungen treffen zu können wird schon seit Jahrzehnten heftig diskutiert. Die Frage inwiefern emotionale oder kognitive Prozesse die moralische Urteilsfähigkeit beeinflussen, bildet für führende Moralforscher häufig die Grundlage von Diskussionen. Das Interesse, welche neuronalen Prozesse an moralischen Entscheidungen beteiligt sind, hat hingegen erst in den letzten Jahren zugenommen. Bildgebende Studien mit gesunden Probanden oder mit Versuchspersonen mit hirnorganischen Läsionen konnten zeigen, dass moralische Entscheidungen mit verstärkten Gehirnaktivierungen des präfrontalen Cortex (PFC), des anterioren Temporalpols (aTP), des superioren temporalen sulcus (STS), des anterioren cingulären Cortex (ACC), sowie des Präcuneus in Verbindung stehen. Inwiefern diese neuronalen Prozesse während moralischer Entscheidungsaufgaben auch bei einem forensischen, suchtmittelabhängigen Patientenkollektiv im Gegensatz zu gesunden Versuchspersonen aktiviert werden, wurde bisher noch in keiner Studie untersucht.

Dies ist das Ziel der vorliegenden fMRT Studie. Es werden Unterschiede zwischen einem suchtmittelabhängigen, forensischen Patientenkollektiv und nicht-suchtmittelabhängigen, gesunden Probanden hinsichtlich ihrer moralischen Urteilsfindung sowohl auf behavioraler Ebene, als auch mithilfe der modernen Bildgebung untersucht. Dafür wurde eigens ein Paradigma entwickelt, bei dem die Probanden zwischen der Erfüllung eines persönlichen Bedürfnisses (unmoralische Entscheidung) und der Erfüllung einer ethischen Norm (moralische Entscheidung) wählen mussten. Als Vergleichskonflikte wurden den Probanden zudem neutrale Entscheidungen ohne moralischen Inhalt vorgelegt. Insgesamt wurden 28 moralische und 28 neutrale Konflikte erstellt, die den Probanden im funktionellen Magnetresonanztomographen (fMRT) präsentiert wurden, während zeitgleich die Gehirnaktivität aufgezeichnet wurde. Die moralischen Konfliktformen bezogen sich auf alltägliche Situationen mit zwischenmenschlichen und sozialen Interaktionen. Anders als die bei bisherigen Studiendesigns verwendeten moralischen Dilemmata, bei denen die getroffenen Entscheidungen immer eine direkte oder indirekte Schädigung von Mitmenschen zur Folge hat, wurde in dieser Studie das Augenmerk auf die Verwendung moralischer Konflikte gelegt, bei denen die Entscheidungen keinerlei strafrechtliche Relevanz nach sich zogen.

An der Studie nahmen insgesamt 12 gesunde Probanden, sowie 12 Patienten der forensischen Fachklinik am Bezirksklinikum Regensburg teil. Eine psychopathische Störung, die laut bisheriger Studienlage zu enormen Defiziten moralischer und sozialer Verarbei-

tungsprozesse führt, wurde mittels der sog. Psychopathy Checklist-Revised Version (PCL-R) nach Hare ausgeschlossen.

Die statistische Auswertung zeigte signifikante Unterschiede zwischen der gesunden Kontrollgruppe und der forensischen Gruppe sowohl auf Verhaltensebene, als auch in der Bildgebung. Die Verwendung alltäglicher, nicht strafrechtlich relevanter, moralischer Konflikte ist somit geeignet um Unterschiede in der Verarbeitung neuronaler Prozesse der Moral abzubilden. Die häufig in der Literatur beschriebenen impulsiven Verhaltensdefizite suchtmittelabhängiger Probanden konnten jedoch nicht verifiziert werden. Die gesunde Kontrollgruppe zeigt bei moralischen Entscheidungen gegenüber der forensischen Gruppe signifikante Mehraktivierungen in Bereichen des Temporallappens (superiorer und mittlerer temporaler Gyrus; BA 21, 22, 38), sowie frontaler Areale (superiorer und medialer frontaler Gyrus; BA 8, 9, 10). Die gefundenen Ergebnisse bestätigen z.T. die Befunde neurowissenschaftlicher Moralstudien, stellen jedoch vor allem eine wichtige Erweiterung bisheriger Studien dar. Die verminderten frontalen Aktivierungen deuten auf eine geringere emotionale Einbindung und introspektive Wahrnehmung der forensischen Probanden bei moralischen Entscheidungen hin, die jedoch hinsichtlich der behavioralen Daten womöglich durch Kompensationsmechanismen ausgeglichen werden. Desweiteren weißen die Ergebnisse auf neuronale Defizite hin, die höchstwahrscheinlich in Verbindung mit einer Substanzabhängigkeit gesehen werden müssen. Zudem könnten die Minderaktivierungen auf eine gewisse Prädisposition für aggressive und impulsive Verhaltensauffälligkeiten der forensischen Versuchspersonen hindeuten.

In zukünftigen Studien wäre es sinnvoll, die in dieser Studie erstellten Konflikte bei Patienten anzuwenden, die bereits vordiagnostizierte Beeinträchtigungen ihrer moralischen Urteilsfindung aufweisen. Dies würde verifizieren, inwieweit das vorliegende Paradigma tatsächlich geeignet ist, um Defizite der moralischen Entscheidungsfähigkeit abzubilden.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung ..... **III**

Inhaltsverzeichnis ..... **V**

Tabellenverzeichnis ..... **VIII**

Abbildungsverzeichnis ..... **X**

Abkürzungsverzeichnis ..... **XII**

0. Einleitung **1**

1. Theoretischer Überblick **3**

1.1 Moralforschung im 20. Jahrhundert *3*

1.2 Theorien zur Moralentwicklung *4*

1.2.1 Die kognitive Theorie der Moralentwicklung nach Kohlberg 4

1.2.2 Das „soziale intuitionistische Modell“ 7

1.3 Moralische Motivation *8*

1.3.1 Die Bedeutung von Emotionen als Grundlage für moralische Motivation 8

2. Neuronale Korrelate der Moral **11**

2.1 Ergebnisse neurowissenschaftlicher fMRT-Studien *12*

2.2 Funktionen der „moralischen“ Hirnareale *15*

2.2.1 Der Präfrontalcortex 15

2.2.2 Der Temporallappen 18

2.2.3 Präcuneus 19

3. Theory of Mind und Moral **22**

3.1 “Theory of Mind“ (ToM) *22*

3.2 Zusammenhang zwischen Theory of Mind und moralischen Entscheidungen *23*

4. Abhängigkeit und Moral **27**

4.1 Neurologische Veränderungen bei Abhängigkeitserkrankungen *27*

4.2 Einfluss von Abhängigkeit auf Entscheidungsprozesse *29*

5. Ziel der vorliegenden Studie **32**

6. Methoden 34

6.1 Datenerhebung 34

6.1.1 Probandenstichprobe 34

6.1.2 Psychopathy Checklist-Revised Version (PCL-R) 38

6.2 Material 39

6.2.1 Stimuli 39

6.3 Ablauf des fMRT-Experiments 42

6.3.1 fMRT Datenerhebung im vorliegenden Experiment 42

6.4 Statistische Auswertung 43

6.4.1 Analyse der Verhaltensdaten 43

6.4.2 Analyse der fMRT-Daten 45

6.4.2.1 Datenvorverarbeitung 45

6.4.2.2 Statistische Analyse der fMRT-Daten 46

7. Ergebnisse 48

7.1 Behaviorale Daten 48

7.1.1 Statistische Auswertung des Fragebogens 48

7.1.2 Ergebnisse Fragebogen gesunde Kontrollgruppe 48

7.1.3 Ergebnisse Fragebogen forensische Gruppe 49

7.1.4 Vergleich der behavioralen Daten der gesunden und forensischen Gruppe 49

7.2 fMRT-Daten 52

7.2.1 Gesunde Kontrollgruppe 52

7.2.1.1 Der Kontrast M > N 52

7.2.1.2 Der Kontrast N > M 54

7.2.2 Forensische Patientengruppe 56

7.2.2.1 Der Kontrast M > N 56

7.2.2.2 Der Kontrast N > M 58

7.2.3 Mehraktivierungen der gesunden Gruppe im Vergleich zur forensischen Gruppe im Kontrast M > N 59

8. Diskussion 62

8.1 Diskussion der Verhaltensdaten beider Testgruppen 63

8.2 Diskussion der fMRT Daten 64

8.2.1 FMRT Daten innerhalb beider Testgruppen bei M > N 64

8.2.2 Diskussion der Mehraktivierungen von Hirnarealen bei der gesunden Gruppe gegenüber der forensischen Gruppe im Kontrast M > N 68

9. Kritik und Ausblick 71

10. Literaturverzeichnis i

11. Anhang vii

Danksagung xv

Eidesstattliche Erklärung ..... p

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1. Stufenmodell der Moralentwicklung nach Kohlberg (1969) 5

Tabelle 2.1. (Angelehnt an Greene & Haidt, 2002) Zusammenfassung von Hirnarealen, die mit moralischen Entscheidungen in Verbindung gebracht werden. Zusätzlich werden die Funktionen der Areale beschrieben, sowie ausgewählte „Moral"-Studien mit den dazugehörigen Kontrasten aufgelistet, bei denen das jeweilige Hirnareal signifikant stärker aktiviert wurde. 21

Tabelle 4.1. Neuronale Veränderungen bei ausgewählten Suchtmittelstudien. 31

Tabelle 6.1. Demographische und klinische Daten der gesunden und forensischen Probanden. 37

Tabelle 7.1. Signifikante Mehraktivierungen von Gehirnarealen der gesunden Gruppe im Kontrast M > N. In der Tabelle sind die Namen der jeweiligen Hirnregionen mit zugehörigen Brodmann-Arealen, sowie Clustervolumen in Voxel, MNI-Koordinaten und T-Werten aufgelistet. 53

Tabelle 7.2. Signifikante Mehraktivierungen von Gehirnarealen der gesunden Gruppe im Kontrast N > M. Aufgeführt sind die Namen der jeweilig aktivierten Hirnregionen mit zugehörigen Brodmann-Arealen, sowie Clustervolumen in Voxel, MNI-Koordinaten und T-Werten. 55

Tabelle 7.3. Signifikante Mehraktivierungen von Gehirnarealen der forensischen Gruppe im Kontrast M > N. In dieser Tabelle findet sich eine Auflistung der jeweiligen aktivierten Hirnregionen mit zugehörigen Brodmann-Arealen, sowie Clustervolumen in Voxel, MNI-Koordinaten und T-Werten. 57

Tabelle 7.4. Signifikante Mehraktivierungen der gesunden Gruppe gegenüber der forensischen Gruppe im Kontrast M > N. In dieser Tabelle sind die Namen der jeweiligen aktivierten Hirnregionen mit zugehörigen Brodmann-Arealen, sowie Clustervolumen in Voxel, MNI-Koordinaten und T-Werten aufgelistet. 59

Tabelle 11.1. Auflistung der moralischen Konflikte des Experiments. In der linken Spalte sind die moralischen Konflikte aufgelistet, die in der vorliegenden Studie verwendet wurden. In der rechten Spalte finden sich die beiden jeweiligen Antwortalternativen zu jedem Konflikt. Die moralische Entscheidung ist in dieser Tabelle grau unterlegt. Die Reihenfolge der Konflikte entspricht nicht der Reihenfolge in der fMRT Studie. vii

Tabelle 11.2. Auflistung der neutralen Konflikte des Experiments. In der linken Spalte finden sich die neutralen Konflikte, die in der vorliegenden Arbeit verwendet wurden. In der rechten Spalte sind die beiden jeweiligen Antwortalternativen zu jedem Konflikt aufgelistet. Die Reihenfolge der Konflikte in dieser Tabelle entspricht nicht der Reihenfolge in der fMRT Studie. x

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1. Mit moralischen Entscheidungen in Verbindung stehende Areale (aus Greene & Haidt, 2002). 14

Abbildung 4.1. (Übernommen aus Volkow et al., 2003) Kreislauf einer Abhängigkeitssymptomatik aus 4 miteinander in Beziehung stehender Bereiche: Belohnung, Motivation/ Antrieb, Gedächtnis/ Lernen und Kontrolle. Drogenabhängigkeit führt zu einer verstärkten Aktivierung des Motivations- und Belohnungskreislaufes, sowie damit assoziierten Lernprozessen. Dadurch werden inhibitorische Kontrollprozesse im PFC unterdrückt und eine positive Feedback Schleife eingeleitet, die zu erneutem Drogenkonsum und somit zu einer weiteren Verstärkung des Motivations- und Belohnungskreislaufes führt. 29

Abbildung 6.1. Graphische Darstellung der Versuchspersonendaten Alter, BDI und MWT-B Werte der gesunden (GK) und forensischen Gruppe (FG). Dabei ergaben sich signifikante Unterschiede hinsichtlich des Alters ($t(22) = 3{,}40$, $p = 0{,}003$), der BDI-Werte ($t(22) = 4{,}41$, $p = 0{,}00025$) und der MWT-B Werte ($t(22) = -7{,}19$, $p < 0{,}00001$) zwischen beiden Gruppen. 36

Abbildung 6.2. Schematische Darstellung des Experiments im fMRT Scanner. Präsentation der Konflikte für eine Zeitdauer von 15 Sekunden. Danach Einblendung der 2 Antwortalternativen für 5 Sekunden mit anschließendem Erscheinen der Buchstaben „A“ und „B“ für 2 Sekunden. Während dieser Zeit mussten die Probanden die gewünschte Antwort mittels Tastendruck bestätigen. Im Anschluss wurde ein Fixationskreuz für 8 bis 12 Sekunden eingeblendet. 41

Abbildung 7.1. Auswertung des Fragebogens bezüglich Antwortverhalten, Gefühl und Sicherheit der Konflikte bei der gesunden (GK) und forensischen (FG) Gruppe. Signifikante Unterschiede beider Gruppen bei $p < 0{,}05$ sind in den Graphiken A, B und C eingezeichnet. **A:** Anzahl der moralischen und unmoralischen Antworten; **B:** Sicherheit bei den moralischen, unmoralischen und neutralen Antworten; **C:** Gefühl bei den moralischen, unmoralischen und neutralen Antworten. 51

Abbildung 7.2. FMRT Schnittbilder der signifikanten Mehraktivierungen von Gehirnarealen der gesunden Kontrollgruppe im Kontrast M > N. Superiorer (BA 8,9), medialer (BA 10) und inferiorer frontaler Gyrus (BA 44, 45, 47), rechter mittlerer frontaler Gyrus (BA 9, 46), mittlerer (BA 21) und superiorer temporaler Gyrus (BA 22,

38), TPJ (BA 39, 40), PCC (BA 23), Gyrus cingulus (BA 31), Präcuneus (BA 7) und Cuneus (BA 18). 54

Abbildung 7.3. FMRT Schnittbilder der signifikanten Mehraktivierung von Gehirnarealen der gesunden Kontrollgruppe im Kontrast N > M. Superiorer (BA 47), mittlerer (BA 11, 46) und inferiorer frontaler Gyrus (BA 10, 11 und 44), sowie superiorer (BA 2 und 7) und inferiorer Parietallappen (BA 19, 39 und 40), PCC (BA 7) und Präcuneus (BA 7). 56

Abbildung 7.4. FMRT Schnittbilder signifikanter Mehraktivierungen von Gehirnarealen der forensischen Gruppe im Kontrast M > N. Medialer (BA 10) und superiorer frontaler Gyrus (BA9), superiorer temporaler Gyrus (BA 22, 38) rechts, mittlerer (BA 21) und inferiorer temporaler Gyrus (BA 20) bilateral, sowie die TPJ (BA 39, 40). 58

Abbildung 7.5. FMRT Schnittbilder signifikanter Mehraktivierungen von Gehirnarealen der gesunden Kontrollgruppe gegenüber der forensischen Gruppe im Kontrast M > N. Rechter superiorer (BA 22, 38) und mittlerer temporaler Gyrus (BA 21), sowie superiorer (BA 9, 10) und medialer frontaler Gyrus (BA 8). 60

Abbildung 7.6. Überlagerung der Gehirnaktivierungen der gesunden (rot dargestellt) und der forensischen Gruppe (grün dargestellt) im Kontrast M > N auf einem standardisierten Template Gehirn. 61

Abkürzungsverzeichnis

ACC	Anteriorer cingulärer Cortex
AC-PC	Anteriore Commissur-Posteriore Commissur
aTL	anteriorer Temporallappen
aTP	anteriorer Temporalpol
BA	Brodmann Areal
BDI	Beck-Depressions-Inventar Test
BOLD	Blood-Oxygen-Level Dependent
CT	Computertomographie
CRB	cerebraler Blutfluss (cerebral blood flow)
DA	dopaminerg
df	degrees of freedom
DLPFC	Dorsolateraler präfrontaler Cortex
EPI	Echo-Planar Imaging
fMRT	funktionelle Magnetresonanztomographie
FoV	Field-of-View
FPC	frontopolarer Cortex
FWHM	Full-Width Half Maximum
GLM	General Linear Model (Allgemeines Lineares Modell)
M	Mittelwert
MNI	Montreal Neurological Institute
MNS	Mirror Neuron System
mPFC	medialer Präfrontalcortex
MPRAGE	Magnetization Prepared Rapid Acquisition Gradient Echo
MWT-B	Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest
n.s.	nicht signifikant
N/A	Not Applicable
NIfTI	Neuroimaging Informatics Technology Initiative

OFC ..... Orbitofrontaler Cortex

PCL-R ..... Psychopathy Checklist-Revised Version

PET ..... Positronen-Emissionstomographie

PFC ..... Präfrontaler Cortex

RT ..... Reaktionszeit (Reaction Time)

SD ..... Standardabweichung

SNR ..... Signal-to-Noise Ratio

SPM ..... Statistical Parametric Mapping

StGB ..... Strafgesetzbuch

STS ..... Superiorer temporaler Sulcus

TE ..... Time-to-Echo

ToM ..... Theory of Mind

TPJ ..... Temporo-Parietale Junction

TR ..... Time-to-Repeat

VMPFC ..... ventromedialer Präfrontalcortex

0. Einleitung

Man stelle sich folgende Situation vor: Man findet auf der Straße einen Geldbeutel mit 50 €. In diesem Geldbeutel befinden sich keine Papiere, mit denen man auf den Eigentümer schließen könnte. Wie würden Sie sich verhalten? Behalten Sie das Geld oder bringen Sie den Geldbeutel ins Fundbüro?

Solche oder ähnliche Situationen begegnen uns täglich. Jeden Tag müssen wir zwischenmenschliche und soziale Interaktionen meistern und dabei Entscheidungen treffen, die entweder einer ethischen Norm entsprechen, oder dieser zuwiderhandeln. Die Fragen die sich dabei stellen sind: Was befähigt uns dazu, moralische bzw. unmoralische Entscheidungen zu treffen? Wie entwickelt sich unser Moralverständnis? Mit solchen Fragen der menschlichen Moral setzen sich viele Fachbereiche der Theologie und Philosophie, als auch der Psychologie schon seit Jahrhunderten auseinander. Erste wissenschaftliche Betrachtungsweisen der Moralentwicklung entstanden erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts durch die psychoanalytischen Theorien Freuds und durch Verhaltensstudien an Kindern u.a. von Hartshorne, May, und Shuttleworth (vgl. Edwards & Carlo, 2005).

Diese psychologischen Studien konnten die Natur der menschlichen Moral jedoch nur auf Verhaltensebene abbilden. Erst mit Entwicklung bildgebender Verfahren, wie der Positronen-Emissionstomographie (PET) oder der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) konnten Veränderungen von neuronalen Aktivierungen während moralischer Verhaltensprozesse genauer quantifiziert werden. Seitdem wurden viele bildgebenden Studien durchgeführt um die neuronalen Prozesse menschlicher Moral zu beschreiben. In jüngster Vergangenheit konnten viele Studien mit unterschiedlicher Methodik recht konsistente Ergebnisse hinsichtlich der gefundenen Hirnaktivierungen erzielen. Darunter besonders Bereiche wie etwa der präfrontale Cortex (PFC), der anteriore Temporalpol (aTP), der superiore temporale sulcus (STS), der anteriore cinguläre Cortex (ACC), sowie der Präcuneus. Bisherige Studien verwendeten hauptsächlich wirklichkeitsfremde moralische Dilemmata, bei der jede Entscheidung erhebliche strafrechtliche Relevanz nach sich zieht. Ob jedoch auch bei alltäglichen moralischen Entscheidungen ähnliche neuronale Netzwerke beteiligt sind, wurde bisher noch nicht untersucht.

Die bisherigen Studien zur Moralforschung untersuchten außerdem hauptsächlich gesunde Probanden oder Menschen mit hirnorganischen Schädigungen. Studien mit suchtmittelabhängigen Patienten konnten hingegen zeigen, dass auch diese Personen enorme Verhaltensdefizite bei Entscheidungsaufgaben, sowie verminderte Aktivierungen präfrontaler Areale aufweisen. Inwieweit sich diese neuronalen Defizite suchtmittelabhängiger Probanden auch bei moralischen Entscheidungsaufgaben quantifizieren lassen, wurde bisher noch nicht untersucht. Dies stellt das Ziel der vorliegenden Studie dar. Dabei werden suchtmittelabhängigen forensischen Probanden moralische Konflikte im fMRT präsentiert, bei denen sie sich zwischen der Erfüllung eines persönlichen Bedürfnisses und einer gesellschaftlichen Norm entscheiden mussten. Die gemessenen Gehirnaktivitäten wurden im Anschluss mit den Aktivierungen eines gesunden Probandenkollektivs verglichen und statistisch ausgewertet. Durch ihre Einzigartigkeit stellt diese Studie einen großen Wissenszuwachs hinsichtlich neuronaler Veränderungen bei suchtmittelanhängigen Probanden während moralischer Entscheidungsaufgaben dar.

In *Kapitel 1* wird ein genauerer Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Moralforschung im 20. Jahrhundert dargelegt. Dabei werden die wichtigsten konkurrierenden psychologischen Ansätze der Moralforschung näher vorgestellt. Darunter die eher kognitive Sichtweise von Lawrence Kohlberg mit Erläuterung seines von Piaget geprägten Stufenmodells, sowie die Theorien Jonathan Haidts.

Kapitel 2 stellt kurz die wichtigsten bildgebenden Studien zur Moralforschung dar und gibt einen Überblick über die gefundenen Ergebnisse, sowie eine Darstellung der postulierten Funktionen der einzelnen Hirnareale.

In den *Kapiteln 3 und 4* werden die Überschneidungspunkte zwischen Theory of Mind (ToM) und moralischen Entscheidungen, sowie die Auswirkungen einer Suchtmittelabhängigkeit auf den moralischen Entscheidungsprozess erläutert.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde eine Studie entwickelt, die neuronale Prozesse bei moralischen Entscheidungsaufgaben untersucht. Dazu wurden alltagsrelevante, moralische Geschichten konstruiert, die in Konkurrenz zu einem persönlichen Bedürfnis standen. Das Ziel der vorliegenden Arbeit wird in *Kapitel 5* näher erläutert. Der Ablauf der vorliegenden Arbeit, sowie das Studiendesign werden in *Kapitel 6* dargestellt. In *Kapitel 7* werden anschließend die Ergebnisse der Studie beschrieben und diese in *Kapitel 8* diskutiert. Eine kritische Beurteilung, sowie ein Ausblick für zukünftige Studien finden sich in *Kapitel 9.*

1. Theoretischer Überblick

1.1 Moralforschung im 20. Jahrhundert

In der Moralforschung lassen sich zwei unterschiedliche Strömungen beobachten. Die erste entstand basierend auf den entwicklungspsychologischen Verhaltensforschungen mit Kindern durch den Schweizer Psychologen Jean Piaget (1965/1932). Dabei standen hauptsächlich kognitive Ansätze im Mittelpunkt, die versuchten mithilfe von Beobachtungs- und Befragungsmethoden, Rückschlüsse auf die moralische Entwicklung von Kindern zu ziehen (Edwards & Carlo, 2005; Haidt, 2008). Basierend auf diesen Studien legte der Psychologe Lawrence Kohlberg mit der Entwicklung seiner „kognitiven Stufentheorie" während der 50er und 60er Jahre den ersten Grundstein für die Entstehung der modernen entwicklungspsychologischen Moralforschung. Man spricht auch von der sogenannten „kognitiven Revolution" der 60er Jahre. Mit seinen moralischen Ansätzen schuf Kohlberg einen radikalen Widerspruch zu der damals vorherrschenden psychoanalytischen Theorie Freuds (Freud & Strachey, 1989). Kohlbergs Theorie schrieb Emotionen bei der moralischen Urteilsfindung keine grundlegende Bedeutung zu. Gemäß Freud, bewege jedoch erst das Zusammenspiel komplexer Emotionen einen Menschen dazu, sich an moralische Normen und Regeln zu halten (vgl. Edwards & Carlo, 2005).

Diese neuen Einblicke in die moralische Natur des Menschen ebneten schließlich den Weg für den Beginn der sog. „affektiven Revolution" Anfang der 90er Jahre, die das Prinzip des Automatismus in den Mittelpunkt rückte (Bargh & Chartrand, 1999). Ein zentraler Aspekt ist hier die Bedeutung der moralischen Emotionen und Intuitionen für den moralischen Entscheidungsprozess (Haidt, 2008). Eine Weiterführung dieses Standpunktes ist in der sogenannten „sozialen intuitionistischen" Theorie nach dem Psychologen Jonathan Haidt zu sehen, welche heute zu einer der anerkanntesten Theorien der modernen Moralforschung zählt (Haidt, 2001; Edwards & Carlo, 2005). Zurückgreifend auf die Theorien Freuds entstand außerdem etwa zur selben Zeit die sogenannte „soziale Lerntheorie". Der Mensch wird dabei als sogenannte „black box" gesehen, die sich aufgrund sozialer Lernprozesse an die Regeln und Normen der Gesellschaft anpasst (Haidt, 2001).

1.2 Theorien zur Moralentwicklung

Die Moralforschung ist geprägt von sehr vielen unterschiedlichen psychologischen Erklärungen zur Entstehung der menschlichen Moral. Dabei konkurriert vor allem die sogenannte „soziale-intuitionistische" Theorie von Jonathan Haidt mit den kognitiven Ansätzen Jean Piagets und deren Weiterentwicklung durch den Psychologen Lawrence Kohlberg. Im nachfolgenden Kapitel werden diese beiden konkurrierenden Modelle daher näher erläutert.

1.2.1 Die kognitive Theorie der Moralentwicklung nach Kohlberg

Der Theorie Kohlbergs zufolge bildet die Kognition den Ausgangspunkt für moralische Entwicklung. Nur der logisch denkende und interpretierende Mensch ist demnach in der Lage moralisch zu handeln (Kohlberg, 1969; Piaget, 1965/1932). Dabei durchläuft die Entwicklung moralischen Denkens eine bestimmte Anzahl verschiedener Stufen, die unterschiedliche Entwicklungsstadien menschlicher Moral widerspiegeln. Insgesamt werden 6 Entwicklungsstufen durchlaufen, welche wiederum drei übergeordneten Ebenen zugeteilt werden (siehe *Tabelle 1.1).* Durch Weiterentwicklung der soziomoralischen Perspektive sowie der kognitiven Fähigkeiten wird die nächste moralische Entwicklungsstufe erreicht. Beginnend bei einer egozentrischen Perspektive entwickelt der Mensch durch Übernahme verschiedener Rollen eine allumfassende Sichtweise, die die Bedürfnisse der Mitmenschen und der Gesellschaft berücksichtigt und zu allgemein gültigen Gesetzen und Normen führt (Kohlberg, 1969). Der Einfluss von Emotionen auf diese moralische Entwicklung spielt bei Kohlberg jedoch eine untergeordnete Rolle. Zwar können Emotionen, wie z.B. Empathie, eine Anregung für moralische Entscheidungen darstellen, jedoch sind sie niemals ursächlich für diese (vgl. auch Haidt, 2001).

Kohlbergs Stufenmodell basiert auf der sog. „Dilemma-Diskussions-Methode". In seiner Studie untersuchte er Probanden im Alter zwischen 10 Jahren und dem mittleren Erwachsenenalter, indem er ihnen verschiedene moralische Dilemmata vorlegte. Darunter das berühmte „Heinz-Dilemma". Bei diesem Dilemma stellt sich die Frage, ob es moralisch vertretbar ist, dass Heinz ein Medikament für seine todkranke Frau stiehlt, um damit ihr Leben zu retten, wenn das die einzige Möglichkeit ist. Zu dieser Fragestellung wurden in einem anschließenden Interview die moralischen Gründe und Argumente der Probanden in Hinsicht auf ihre jeweilige moralische Entscheidung erfragt. Anhand dieser wurden die Probanden anschließend einer der 6 Stufen zugeordnet (Kohlberg, 1969).

Tabelle 1.1. Stufenmodell der Moralentwicklung nach Kohlberg (1969)

Präkonventionelle Ebene (Kinder zwischen 4 und 9 Jahren)
Stufe 1: Orientierung an Gehorsam und Strafe In dieser Entwicklungsstufe steht die egozentrische/unilaterale Perspektive im Mittelpunkt. Der Mensch auf dieser Stufe ist nicht in der Lage sich in die Bedürfnisse anderer Menschen hineinzuversetzen und mehrere Sichtweisen anzunehmen. Moralisch gut sein bedeutet für ihn gut zu gehorchen.
Stufe 2: Orientierung an instrumentellen Zwecken und Austausch Der Mensch ist in der Lage als Individuum zu denken und kann seine eigenen Bedürfnisse von denen seiner Mitmenschen abgrenzen. Er versteht, dass jeder unterschiedliche Ansichten vertritt und unterschiedliche Ziele verfolgt. Er ist in der Lage seine eigenen Bedürfnisse zurückzustellen, um ein wechselseitiges Einverständnis zu erzielen. Dabei werden menschliche Beziehungen mit Handelsgeschäften verglichen und die instrumentelle Befriedigung der eigenen Bedürfnisse als oberste Handlungsmaxime betrachtet.
Konventionelle Ebene (Jugendliche und die meisten Erwachsenen)
Stufe 3: Orientierung an interpersonellen Erwartungen, Beziehungen und Konformität Auf dieser Stufe setzt der Mensch seine eigene Perspektive in Relation zu der seiner Mitmenschen und erlebt sich nun als Mitglied einer Gemeinschaft. Er gewinnt die Fähigkeit in andere Rollen zu schlüpfen und versucht die moralischen Erwartungen anderer zu erfüllen. Die Meinung des Kollektivs wird zum Maßstab der eigenen Moralvorstellung. Gefühle wie Empathie und Fürsorge stellen nun einen weiteren Anreiz dar moralisch zu handeln.
Stufe 4: Orientierung an der Erhaltung des sozialen Systems Der Mensch orientiert sich an den moralischen Vorstellungen des sozialen Systems, welches Normen und Regeln vorgibt. Er ist um die Einhaltung dieser Normen und Regeln bemüht.
Postkonventionelle Ebene
Stufe 5: Orientierung am Sozialvertrag Der Mensch setzt sich mit den gesetzlichen Normen kritisch auseinander. Er versucht eigene moralische Prinzipien zu definieren, die unabhängig von Autoritäten und Gruppen gültig sind.
Stufe 6: Orientierung an universellen moralischen Prinzipien Der Mensch erkennt die Universalität der Moral an und folgt nur noch seinen selbsterwählten ethischen Prinzipien. Universale Gerechtigkeit wird zur obersten Prämisse. Diese Stufe wird meist nur theoretisch erreicht.

Wie man anhand der einzelnen Stufen sehen kann, ist der Übergang von einer Stufe zur nächst Höheren laut Kohlberg (1969) nur durch Weiterentwicklung der kognitiven Fähigkeiten möglich. In jeder Stufe entwickelt der Mensch eine bessere moralische Argumentation und Urteilsfähigkeit, sowie bessere Fähigkeiten um universelle moralische Lösungen zu finden.

Auf Stufe 1 orientiert sich die moralische Beurteilung bestimmter Handlungen nur am Gehorsam gegenüber Autoritäten und der Furcht vor Sanktionen. Erreicht der Mensch die zweite Entwicklungsstufe, so spielen sowohl Eigeninteressen, als auch die Interessen der Mitmenschen eine Rolle. Jedoch sind diese Interessen selbstorientiert und pragma-

tisch. Die instrumentelle Befriedigung der eigenen Bedürfnisse stellt die oberste Handlungsmaxime dar. Erst ab der dritten Stufe bilden Gefühle wie Empathie und Fürsorge einen zusätzlichen Anreiz moralisch zu handeln. Der Mensch erlangt die Fähigkeit in verschiedene Rollen zu schlüpfen, und ist in der Lage sich in andere Menschen hineinzuversetzen. Die ursprünglich egoistische und selbst-orientierte Perspektive wird nun reduziert.

Stufe 6 beschreibt einen Idealzustand der menschlichen Moral und kann nur theoretisch erreicht werden (Kohlberg, Levine, & Boyd, 1986). Andere Forschungsergebnisse basierend auf den Theorien Kohlbergs konnten zeigen, dass die erreichten Stufen innerhalb verschiedener Milieus einer Gesellschaft variieren und verschiedenen kulturellen Einflüssen unterliegen (vgl. Keller, 2007).

1.2.2 Das „soziale intuitionistische Modell“

‘A great many people think they
are thinking when they are
merely rearranging their prejudices.’
-William James-

Einer der Hauptbegründer des „sozialen intuitionistischen Modells“ ist der Psychologe Jonathan Haidt. Seiner Meinung nach entwickelt der Mensch zuerst moralische Intuitionen, die im nächsten Schritt zu moralischen Entscheidungen führen (Haidt, 2001). Diese Intuitionen sind geprägt vom Evolutionsprozess, unterliegen aber auch kulturellen Einflüssen. Die Entstehung moralischer Argumentation muss dabei als ein zwischenmenschlicher, sozialer Prozess betrachtet werden. Erst im Zusammenspiel mit unseren Mitmenschen, um diese von unserem Standpunkt zu überzeugen oder um einen Konsens mit ihnen zu finden, entwickeln wir moralische Argumente (Haidt, 2007). Dem „sozialen intuitionistischen Modell“ zufolge laufen bei moralischen Entscheidungen somit zwei unterschiedliche Prozesse ab. Der Erste erfolgt automatisch und basiert auf dem Prinzip der Intuition, d.h. wir hören oder sehen eine Geschichte und haben intuitiv eine Vorstellung darüber, ob sie moralisch vertretbar ist oder nicht, ohne erst das Für und Wider abwägen zu müssen. Anschließend läuft ein kontrollierter Prozess ab, der durch die anfängliche moralische Intuition beeinflusst wird. In diesem Schritt entstehen nun Argumente, die die eigenen Einstellungen und die *bereits* getroffenen moralischen Entscheidungen begründen bzw. rechtfertigen (Haidt, 2001; Greene & Haidt, 2002).

In seiner Studie konfrontierte Haidt (2001) Probanden mit hypothetischen moralischen Konflikten. Er konnte zeigen, dass die Probanden unzulängliche und fehlerhafte Argumente aufführten, um ihre moralischen Entscheidungen zu stützen. Wurden die Probanden etwas unter Druck gesetzt, so führten sie als Argument am Häufigsten an, “I don’t know why, I just know it’s wrong” (Haidt, 2001; Baumeister, Vohs, DeWall, & Zhang, 2007). Mit diesem Ergebnis konnte Haidt seine Theorie stützen. Weiterhin konnten Studien von Haidt, Bjorklund und Murphy (2000) zeigen, dass Menschen nicht von moralischen Entscheidungen abrücken, obwohl sie nicht in der Lage sind, diese durch Argumente zu untermauern.

1.3 Moralische Motivation

Schon Kant unterschied zwischen dem allgemeinen Wissen über moralische Normen und Regeln und der Motivation diese Regeln einzuhalten. Die alleinige Anerkennung von moralischen Regeln stellt zwar objektiv einen triftigen Grund dar, sich an Gesetze zu halten, jedoch erwächst daraus noch lange keine *subjektive* Handlungsmotivation (Patzig, Birnbacher, & Zimmerli, 1996; Kühn, 2006; Billmann-Mahecha & Horster, 2007). Will man das Rätsel um die Natur der menschlichen Moral lösen, so muss man auch klären, was Menschen dazu motiviert, moralisch zu handeln. Dabei scheint die affektive Komponente eine entscheidende Rolle zu spielen. Gemäß dem Philosophen David Hume (1989) stellen Emotionen die Grundlage aller Entscheidungen dar, auch wenn sie letztendlich womöglich aufgrund kognitiver Prozesse getroffen werden (Hume, 1989).

Nunner-Winkler (2007) versuchte bei ihren Forschungen mit Kindern die moralische Handlungsmotivation von dem alleinigen Wissen über moralische Regeln abzugrenzen. Die Ergebnisse legen den Verdacht nahe, dass sich die Moralentwicklung in einem 2-stufigen Lernprozess vollzieht. Dies bedeutet, dass Kinder schon früh von der Richtigkeit moralischer Normen und Regeln überzeugt sind, jedoch erst zwischen dem 6. und 8. Lebensjahr die Motivation entwickeln auch nach diesen Überzeugungen zu handeln (vgl. Nunner-Winkler, 2007).

1.3.1 Die Bedeutung von Emotionen als Grundlage für moralische Motivation

An Kohlbergs Theorie (vgl. *Abschnitt 1.2.1*) wurde bereits früh kritisiert, dass sie fast ausschließlich die Kognition in den Mittelpunkt rückt und die Frage nach moralischer Motivation kaum beantworten kann. Viele Kritiker sind jedoch der Auffassung, dass mithilfe der Vernunft eine Handlung zwar wahrgenommen und verarbeitet werden kann, jedoch reicht sie nicht aus um einen moralischen Standpunkt einzunehmen (Keller, 2007). Erst die Verknüpfung einer Situation mit einer affektiven Komponente, wie z.B. Empathie und Sympathie, führt dazu, dass der Mensch eine moralische Handlungsmotivation entwickelt und die Bedürfnisse der Mitmenschen in seine Handlungen mit einbezieht. Menschen können somit nur einen moralischen Standpunkt einnehmen, wenn sie auch gefühlsmäßig beteiligt sind. Der kognitivistischen Betrachtungsweise zufolge werden Gefühle lediglich als Argumente moralischer Urteile angesehen. Vor allem in Situationen, in denen die eigenen egoistischen Bedürfnisse mit den Bedürfnissen der

Mitmenschen konkurrieren, spielt die affektive Komponente als Handlungsmotivation eine entscheidende Rolle (Hoffman, 1990; Keller, 2007). Der wesentliche Konflikt bei moralischen Entscheidungen beruht damit einerseits auf dem Motiv seine eigenen egoistischen Bedürfnisse zu befriedigen, anderseits auf prosozialen Motiven, d.h. die Interessen Anderer zu berücksichtigen (Hoffman, 1990).

Der Theorie Hoffmans (1990) zufolge stellt die Empathie das zentrale Motiv für moralisches Handeln dar. Erst wenn man Mitleid mit anderen Menschen empfindet, kann man Schuld- und Schamgefühle entwickeln, die wesentlich unsere Handlungen beeinflussen. Gefühle als moralische Motivation setzen ebenfalls kognitive Prozesse voraus. Nur wenn der Mensch zur Selbstkritik und Selbstreflektion fähig ist, d.h. sich selbst z.B. als Verursacher der Situation erkennt, und weiß, dass er eine moralische Regel gebrochen hat, kann er moralische Gefühle entwickeln. Diese müssen jedoch immer auch eine kognitive Komponente beinhalten (vgl. Horster, 2007). So kann das Gefühl an einer bestimmten Situation schuld zu sein beispielsweise dazu führen, dass die eigenen egoistischen Motive unterdrückt und stattdessen moralische Handlungen durchgeführt werden. Ein Mensch muss um moralische Entscheidungen treffen zu können einerseits die Motivation haben, die Bedürfnisse anderer zu berücksichtigen und andererseits in der Lage sein, verschiedene moralische Gefühle zu empfinden. Dazu zählt man neben Schuld- und Schamgefühlen auch Empörung, sowie positive Gefühle wie z.B. Empathie, Stolz und Selbstachtung (vgl. Horster, 2007; Keller, 2007).

Emotionsforschungen mit Kindern haben außerdem gezeigt, dass Emotionen, wie Sympathie und Empathie schon im frühen Kindesalter eine wesentliche Rolle in der Entwicklung des moralischen Denkens spielen (Eisenberg, Cumberland, & Spinrad, 1998; Keller, 2007). Bereits jüngere Kinder sind sich über die Gültigkeit moralischer Verpflichtungen bewusst und in der Lage einem „Übeltäter“ Schuldgefühle zuzuschreiben (Turiel, 1985; Nunner-Winkler & Sodian, 1988). Nunner-Winkler zufolge motiviert erst die Erwartung, dass eine bestimmte Situation negative Gefühle hervorrufen *kann*, Kinder zu moralischen Handlungen. In der sog. „happy-victimizer“ Studie konnte sie ebenfalls zeigen, dass sich der empathische Prozess im Laufe der kindlichen Entwicklung verändert (vgl. Killen, 2006). Vor allem jüngere Kinder im Alter zwischen 4 und 6 Jahren erwarten bei einem Übeltäter, der seine Tat erfolgreich ausführte (z.B. Süßigkeiten stehlen) positive Gefühle. Ihrer Meinung nach empfindet der Täter Freude, weil er sein Ziel erreicht hat. Nunner-Winkler geht davon aus, dass die Emotionszuschreibung hierbei im direkten Zusammenhang zur eigenen moralischen Motivation steht. Vor allem jüngere Kinder schreiben einem Täter die gleichen Gefühle zu, die sie selbst in die-

ser Situation empfinden würden, und geben somit indirekt darüber Auskunft inwieweit es ihnen selbst wichtig ist Normen und Regeln zu befolgen. Erst im Alter von 10 und 11 Jahren erwarten 96% der Kinder negative Gefühle beim Übeltäter. Der Grund hierfür könnte sein, dass sie nun zu einer selbstreflektierten Rollenübernahme fähig sind. Sie wissen also, dass sie bewertet werden und wählen nun die sozial erwünschte Antwort. Sie geben somit keine direkte Auskunft mehr darüber, wie sie sich tatsächlich fühlen würden (Billmann-Mahecha & Horster, 2007). Die Emotionszuschreibung zeigt demzufolge ab diesem Alter nicht mehr die eigene Handlungsmotivation an. Jedoch zeigt sich, dass Kinder angemessene Beweggründe für moralische Handlungen verstanden haben.

2. Neuronale Korrelate der Moral

Diese unterschiedlichen Theorien der menschlichen Moralentwicklung, sowie der Einfluss von affektiven Komponenten auf unsere moralische Urteilsfähigkeit zeigen die moralischen Entwicklungsprozesse nur auf behavioraler Ebene auf. Mit welchen biologischen und neuronalen Verarbeitungsprozessen sind diese jedoch gekoppelt? Welche Hirnbereiche sind an moralischen Aufgaben beteiligt?

Die ersten Hinweise, dass es überhaupt einen Zusammenhang zwischen sozialen bzw. moralischen Entscheidungen und neuronalen Prozessen gibt, lieferte der berühmte Fall des Phineas Gage Anfang des 19. Jahrhunderts. Phineas Gage, ein Vorarbeiter erlangte traurige Berühmtheit, als er sich bei einem Unfall, den vorderen Teil seines Schädels mit einem Eisenstab durchbohrte und daraufhin tragische Persönlichkeitsveränderungen zeigte. Der zuvor recht ausgeglichene und besonnene Gage fiel nun durch sein zunehmendes antisoziales und impulsives Verhalten auf. Er war nicht mehr in der Lage vorausschauend zu planen und angemessene moralische und soziale Entscheidungen zu treffen, obwohl seine intellektuellen Fähigkeiten in keinster Weise beeinträchtigt waren (Damasio, Grabowski, Frank, Galaburda, & Damasio, 1994). Welche funktionellen Schaltkreise dabei verletzt wurden, um solche drastischen Verhaltensänderungen hervorzurufen, konnte im 19. Jahrhundert noch nicht eindeutig geklärt werden.

Erst mit der Entwicklung von nicht-invasiven bildgebenden Verfahren, wie der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) oder der Positronen - Emissionstomographie (PET), ist es der kognitiven Neurowissenschaft gelungen, wesentliche Einblicke in die Funktion und Verarbeitungsprozesse des menschlichen Gehirns zu erlangen. War es früher nur möglich, die Moral des Menschen indirekt über Verhaltens- oder Beobachtungsstudien zu untersuchen, kann man heute mithilfe moderner Verfahren direkt die Bereiche des Gehirns identifizieren, die bei moralischen Verarbeitungsprozessen aktiviert werden..

2.1 Ergebnisse neurowissenschaftlicher fMRT-Studien

In den letzten 10 Jahren wurden viele fMRT Studien durchgeführt, die alle zum Ziel hatten, das neuronale Netzwerk, welches für moralische Urteilsfähigkeit zuständig ist, zu entschlüsseln (Moll, Eslinger, & de Oliveira-Souza, 2001; Greene, Sommerville, Nystrom, Darley, & Cohen, 2001; Moll, de Oliveira-Souza, Eslinger, Bramati, Mourao-Miranda, Andreiuolo et al., 2002; Moll, de Oliveira-Souza, Bramati, & Grafman, 2002; Heekeren, Wartenburger, Schmidt, Schwintowski, & Villringer, 2003; Greene, Nystrom, Engell, Darley, & Cohen, 2004; vgl. Luo, Nakic, Wheatley, Richell, Martin, & Blair, 2006). Um dem „Mysterium" der menschlichen Moral auf die Spur zu kommen, sind dabei viele unterschiedliche Varianten und experimentelle Verfahren eingesetzt worden. Dazu zählen beispielsweise die Präsentation von moralischen Dilemmata in Textform (Greene et al., 2001), passive Betrachtung von moralischen Bildern (Moll et al., 2002; Moll & de Oliveira-Souza, 2007), Bewertung von verschiedenen Sätzen als moralisch oder unmoralisch (Moll et al., 2002; Heekeren, Wartenburger, Schmidt, Prehn, Schwintowski, & Villringer, 2005) oder Bewertung von gewalttätigen Geschichten als moralisch oder unmoralisch im Vergleich zu einer semantischen Beurteilung (Heekeren et al., 2005; vgl. auch Luo et al., 2006). Dabei wurden einerseits einfache moralische Entscheidungen (Moll et al., 2001; Moll et al., 2002; Heekeren et al., 2003), moralische Dilemmata (Greene et al., 2001; Greene et al., 2004), als auch moralische Emotionen (Moll et al., 2002; Berthoz, Armony, Blair, & Dolan, 2002; Greene et al., 2004; Heekeren et al., 2005; Young & Koenigs, 2007) untersucht. Trotz der vielen unterschiedlichen Designs und Forschungsschwerpunkte hat sich ein recht einheitliches Bild von neuronalen Netzwerken herauskristallisiert, welche an der Verarbeitung von moralischen Entscheidungen beteiligt sind. Dazu zählen hauptsächlich kortikale Strukturen, wie der anteriore präfrontale Cortex (PFC), mit dem frontopolaren Cortex (BA 9, 10), dem lateralen und medialen orbitofrontalen Cortex (OFC, BA 10, 11), dem dorsolateralen Präfrontalcortex (DLPFC, BA 9, 10, 46) und dem ventromedialen Präfrontalcortex (VMPFC, BA 10, 11). Desweiteren finden sich Aktivierungen des superioren temporalen sulcus (STS, BA 21, 39), des anterioren Temporalpols (aTP, BA 20, 21, 38), der Insula, des Präcuneus (BA 7, 31) und des anterioren cingulären Cortexes (ACC, BA 24, 32). Auch subkortikale-limbische Strukturen, wie die Amygdala, der Hypothalamus und das ventrales Striatum werden regelmäßig aktiviert (vgl. Moll et al., 2001; Greene & Haidt, 2002; Moll, de Oliveira-Souza, Moll, Ignácio, Bramati, Caparelli-Dáquer et al., 2005; Moll, de Oliveira-Souza, & Zahn, 2008) Für einen genauen Überblick siehe auch *Abbildung 2.1.* Es gibt

jedoch auch Bereiche, bei denen keine konsistenten Ergebnisse in moralischen Patientenstudien erzielt werden konnten. Dazu zählen v.a. der Occipital- und Parietallappen, sowie Bereiche des Frontal- und Temporallappens (Moll et al., 2008).

Diese relativ konsistenten Ergebnisse führten schließlich zu der Annahme des sogenannten „moral brains", d.h. einem Netzwerk eng miteinander verbundener Hirnareale, die die neuronalen Prozesse der moralischen Entscheidungsfähigkeit steuern (Moll & de Oliveira-Souza, 2007).

Die ersten fMRT Studien zur Erforschung der menschlichen Moral wurden mithilfe moralischer vs. nicht-moralischer Bildergeschichten durchgeführt. Dabei wurden den Probanden moralische Bilder (z.B. Misshandlungen) und emotionale Bilder ohne moralischen Inhalt (z.B. Verletzungen) präsentiert (Moll et al., 2002; Young & Koenigs, 2007). Die Probanden mussten nicht aktiv moralische Entscheidungen treffen, sondern betrachteten nur passiv die präsentierten Bilder. Die Ergebnisse konnten zeigen, dass bei der Betrachtung moralischer Bilder im Vergleich zu neutralen Bildern, hauptsächlich ein neuronales Netzwerk aus medialem orbitofrontalem Cortex (mOFC, BA 10, 11), Temporalpol, STS und linker Hemisphäre signifikant stärker aktiviert wurde. Bei dem Vergleich emotionale Bilder ohne moralischen Inhalt > neutrale Bilder, wurde eine signifikante Mehraktivierung in der linken Amygdala, dem linken OFC, sowie in mehreren Bereichen des ventralen visuellen Cortexes beobachtet (Moll et al., 2002).

Sicht auf die rechte Hemisphäre:
3. STS;
4. VMPFC;
5. aTL;
7. DLPFC;
8. Parietallappen/Präcuneus

Sagittalschnitt:
1. medialer frontaler Gyrus;
2. Präcuneus;
4. orbitofrontaler Cortex und VMPFC;
6. Amygdala

Abbildung 2.1. Mit moralischen Entscheidungen in Verbindung stehende Areale (aus Greene & Haidt, 2002).

Bei dem direkten Vergleich moralischer Bilder > emotionaler Bilder fand man keine Mehraktivierung präfrontaler Areale. Auch weitere Studien von Moll et al. (2001), bei denen sie den Probanden Behauptungen mit moralischem (z.B. „Sie haben einen Unschuldigen gehängt“) und nicht-moralischem Inhalt präsentierten, fanden konsistente neuronale Mehraktivierungen bei moralischen Behauptungen im Vergleich zu nicht-moralischen Behauptungen. So konnte man eine verstärkte Aktivierung beider frontaler Pole, des medialen frontalen Gyrus, der rechten Kleinhirnhemisphäre, des rechten Temporalpols, des STS (früher angularer Gyrus), des linken orbitofrontalen Cortex, des linken Präcuneus und des posterioren globus pallidus beobachten (Moll et al., 2001).

Während sich die Studien von Moll et al. (2001, 2002) hauptsächlich der Identifizierung der moralischen Kognition durch Vergleiche von moralischen und unmoralischen Stimuli widmeten, gehen die Forschungen von Greene et al. (2001) noch einen Schritt weiter. In seinen Studien unterscheiden sie nicht nur zwischen moralisch und unmoralisch, sondern differenzieren die moralischen Dilemmata noch weiter in persönliche (d.h. man muss jemandem direkt Schaden zufügen, um damit noch größeren Schaden abzuwenden) und unpersönliche Dilemmata (die Person wird nur indirekt geschädigt, indem man z.B. einen Knopf drückt; Greene et al., 2001). Die Ergebnisse zeigen, dass bei per-

sönlichen moralischen Dilemmata verstärkt Areale aktiviert werden, die für emotionale und soziale Verarbeitungsprozesse zuständig sind: medialer frontaler Gyrus, posteriorer cingulärer Gyrus und bilateraler STS. Bei den unpersönlichen moralischen Dilemmata und den nicht-moralischen Geschichten ergaben sich kaum signifikante Unterschiede. Dies lässt den Schluss zu, dass die neuronale Verarbeitung unpersönlicher moralischer Dilemmata und nicht-moralischer Dilemmata sehr ähnlich verläuft. In beide Fällen zeigen sich im Vergleich zu persönlichen Dilemmata eine Mehraktivierung im dorsolateralen präfrontalen Cortex (DLPFC) und parietaler Bereichen (vgl. Greene et al., 2001).

2.2 Funktionen der „moralischen" Hirnareale

2.2.1 Der Präfrontalcortex

Der Präfrontalcortex umfasst anatomisch die Gebiete anterior des prämotorischen Cortex mit den Brodmann-Arealen 8-13, 24, 32, 46 und 47 (Fuster, 2001). Als besonders wichtige Strukturen für moralische Entscheidungen haben sich jedoch hauptsächlich der mediale Präfrontalcortex (mPFC, BA 9, 10) mit dem ventromedialen Präfrontalcortex (VMPFC), dem orbitofrontalen Cortex (OFC, BA 10, 11) und dem dorsolateralen Präfrontalcortex (DLPFC, BA 10, 11, 46) herauskristallisiert (vgl. Greene & Haidt, 2002).

Aufgrund des berühmten Falles von Phineas Gage ist schon seit Mitte des 19. Jahrhunderts bekannt, dass der Präfrontalcortex mit seinen vielen unterschiedlichen Arealen an der Verarbeitung von kognitiven- und emotionalen Verhaltensprozessen beteiligt ist. Ergebnisse von fMRT Studien an gesunden Probanden konnten jedoch nicht endgültig klären, welche Rolle diese Areale innerhalb der beiden Prozesse spielen. Erst Untersuchungen an Patienten mit Schädigungen bestimmter Areale des Präfrontalcortex (v.a. des VMPFCs) konnten Aufschlüsse über die genaue Funktionsweise geben.

Anderson (1999) untersuchte 2 Patienten mit erworbenen Schädigungen des Präfrontalcortex in der frühen Kindheit und konnte zeigen, dass diese Personen eine enorme Beeinträchtigung in ihren sozialen Fähigkeiten und in ihrer moralischen Urteilsfähigkeit aufweisen. Beide Patienten ähnelten sich stark in ihrem aggressiven, impulsiven, rücksichtslosen und antisozialen Verhalten gegenüber anderen Menschen und Gesetzen (vgl. auch Fuster, 2001). Sie waren nicht in der Lage angemessen auf moralische und soziale Situationen zu reagieren, obwohl ihre intellektuellen Fähigkeiten nicht beeinträchtigt waren. Übertragen auf die kognitive Theorie Kohlbergs würde das bedeuten,

dass diese Patienten in ihrer moralischen Entwicklung auf der „präkonventionellen Ebene“ stehengeblieben sind, was ungefähr Kindern im Alter von 10 Jahren entspräche (Greene & Haidt, 2002). Demzufolge kann man daraus ableiten, dass die geschädigten Strukturen (v.a. der VMPFC und der frontopolare Sektor, FPC) wesentlich an der Verarbeitung von moralischen und sozialen Entscheidungen beteiligt und für den Erwerb sozialen Wissens notwendig sind. Bildgebende Studien deuten außerdem darauf hin, dass der PFC erst bis zur Adoleszenz vollständig ausgereift ist und erst dann höhere kognitive Leistungen möglich sind. Dies würde ebenfalls die charakteristischen Persönlichkeitsveränderungen bei frühen kindlichen Läsionen in diesem Gebiet erklären (Fuster, 2001).

Der ***mediale Präfrontalcortex (mPFC)*** beinhaltet als wesentliche Strukturen den VMPFC, den medialen OFC und den dorsalen medialen PFC. Die Hauptaufgabe des mPFCs besteht im Allgemeinen sowohl in der Verarbeitung von internen und externen Reizen (Zysset, Huber, Ferstl, & von Cramon, 2002), als auch in der Verarbeitung von sozialem Wissen in unterschiedlichen Situationen. Dies ermöglicht es uns vorausschauend zu planen, unsere eigenen Entscheidungen zu bewerten und uns somit auch in andere Menschen hineinzuversetzen. Desweiteren wird diese Region stark bei introspektiven Prozessen, d.h. bei der Wahrnehmung eigener Ideen, Intentionen, Wertvorstellungen und Emotionen aktiviert (Zysset et al., 2002).

Die Funktion des ***ventromedialen Präfrontalcortex (VMPFC)*** besteht im Wesentlichen in der Verarbeitung von sozialen und moralischen Entscheidungen (Anderson et al., 1999). Der „somatic marker hypothesis“ von Damasio und Kollegen (1996) zufolge, spielt der VMPFC eine entscheidende Rolle für die Aktivierung von somatischen Erregungszuständen, die quasi als Frühwarnsystem riskante Entscheidungen anzeigen, noch *bevor* es derjenigen Person durch kognitive Prozesse überhaupt bewusst wird (Bechara, Damasio, Tranel, & Damasio, 1997; Damasio, Everitt, & Bishop, 1996). Der VMPFC ist somit wesentlich an der Integration von Emotionen in den moralischen Entscheidungsprozess beteiligt (vgl. auch Greene & Haidt, 2002). Eine besondere Rolle scheint dieses Areal auch bei persönlichen moralischen Dilemmata zu spielen, wie in *Kapitel 2.1* bereits angesprochen wurde (Greene et al., 2001; Ciaramelli, Muccioli, Ladavas, & Di Pellegrino, 2007).

Der Theorie des „dualen Prozesses“ von Greene (2007) zufolge ist der VMPFC außerdem für die Wahrnehmung negativer Gefühle und Konsequenzen zuständig und bindet diese als Handlungswegweiser in unsere moralischen Entscheidungen ein. Damit wird

die Abneigung verstärkt eine persönliche, unmoralische Handlung auszuführen (Ciaramelli et al., 2007). Ferner wird angenommen, dass dieser Bereich der Inhibierung bestimmter neuronaler Prozessen dient, wodurch wir die Fähigkeit erlangen, unsere momentanen, egoistischen Bedürfnisse zurückzustellen, um langfristig positive Konsequenzen für die Gesellschaft zu erzielen (vgl. Ciaramelli et al., 2007).

Der *orbitofrontale Cortex (OFC)* spielt durch seine enge Verbindung mit Strukturen des limbischen Systems (v.a. Amygdala und Hypothalamus), eine entscheidende Rolle bei motivationalen und emotionalen Lernprozessen (Fuster, 2001; O'Doherty, Kringelbach, Rolls, Hornak, & Andrews, 2001). Er verarbeitet ankommende äußere Reize, wie z.B. Gerüche, visuelle Stimuli, Gefühle, Berührungen und Gesichtsausdrücke, und koppelt jeden Reiz mit Belohnung oder Strafe. Dabei findet man eine Dissoziation der beiden OFC Areale: der mediale Anteil (mOFC) wird hauptsächlich mit Belohnung in Verbindung gebracht, während der laterale Anteil (lOFC) hauptsächlich mit Bestrafung assoziiert wird. Dies kann durch unterschiedliche afferente und efferente Verknüpfungen der beiden Areale mit kortikalen und subkortikalen Strukturen erklärt werden (Elliott, Dolan, & Frith, 2000; O'Doherty et al., 2001). Es wird ebenfalls spekuliert, dass der laterale Anteil erst dann aktiv wird, wenn eine vorherige positive Verknüpfung unterdrückt werden muss (Elliott et al., 2000). Diese Assoziation führt dazu, dass der Mensch rasch auf Veränderungen der äußeren Einflüsse reagieren und seine Handlungen an die jeweilige Situation adäquat anpassen kann. Desweiteren werden unsere Handlungen nach unterschiedlichen Wertigkeiten eingeschätzt (Pritchard, 1984; Smith & Jonides, 1997; Rolls, 1999; Elliott et al., 2000; Rolls, 2000; O'Doherty et al., 2001; Kringelbach & Rolls, 2004). In ähnlichen Situationen wird diese Reiz-Belohnung-Assoziation erneut abgerufen und damit das Verhalten in eine bestimmte Richtung gelenkt. Es wird weiterhin angenommen, dass diese emotionalen Prozesse auch an mentalen Aufgaben beteiligt sind. So brauchen wir den OFC um uns in die emotionale und soziale Situation einer Person hinein zu fühlen (Karnath,-Thier, & Karnath-Thier, 2006).

Durch seine efferenten Verbindungen mit den Basalganglien, dem Hypothalamus und anderen neokortikalen Arealen wirkt der OFC zudem als Kontrollzentrum, welches unterschiedliche Verhaltensweisen inhibiert und somit die Aufmerksamkeit in eine bestimmte Richtung lenkt (Fuster, 2001). Schädigungen führen dazu, dass die positiven und negativen Konsequenzen einer Handlung nicht mehr vorhergesehen werden können und das Verhalten somit nicht adäquat angepasst werden kann (O'Doherty et al., 2001).

Der ***dorsolaterale Präfrontalcortex (DLPFC)*** stellt ebenfalls einen wesentlichen Bereich des Frontallappens dar. Funktionell wirkt dieses Areal hauptsächlich als Komponente des Arbeitsgedächtnisses. Es speichert und verarbeitet ankommende Informationen und beeinflusst zukünftige Handlungen und Entscheidungen, indem es auf die gespeicherten Informationen aus früheren Situationen zurückgreift und sie mit der aktuellen Situation verknüpft. Außerdem scheint es eine wichtige Rolle für die Abschirmung unwesentlicher Informationen zu spielen (Keller, 2007). Der DLPFC wird zudem stark bei rationalen, utilitaristischen Entscheidungen aktiviert (Greene et al., 2001). Greene postulierte, zurückgreifend auf seine Forschungsergebnisse, dass der DLPFC eine wichtige kognitive Kontrollinstanz bei Konfliktsituationen zwischen emotionalen und rationalen moralischen Vorstellungen darstellt. Bei schwierigen moralischen Entscheidungen unterdrückt der DLPFC die emotionale Komponente, wodurch die rationale Komponente die Oberhand gewinnt (vgl. Greene et al., 2004). Diese Theorie ist jedoch nicht ganz unumstritten. Moll (2007) ist eher der Meinung, dass diese strikte Trennung zwischen Kognition (DLPFC) und Emotion (VMPFC) nicht sinnvoll ist. Er geht eher davon aus, dass der DLPFC für die Wahrnehmung der eigenen egozentrischen und aversiven Empfindungen, wie z.B. Trauer, Empörung und Ekel, zuständig ist (vgl. Moll & de Oliveira-Souza, 2007).

2.2.2 Der Temporallappen

Der ***superiore temporale sulcus (STS)*** stellt eine recht komplexe Struktur dar, dessen Funktion noch nicht eindeutig geklärt werden konnte. Erste Erkenntnisse von Allison, Puce, & McCarthy (2000) lassen jedoch darauf schließen, dass der STS wesentlich an der Verarbeitung von körperlichen Empfindungsprozessen beteiligt ist. So zeigten sich bei neurophysiologischen und bildgebenden Untersuchungen an Affen und Menschen, erhöhte Aktivierungen während unterschiedlicher Körperbewegungen, z.B. Augen-, Hand- und Mundbewegungen. Doch auch bei der Zuschreibung von Bewegungsintentionen und Handlungen anderer Menschen spielt der STS eine entscheidende Rolle (Allison et al., 2000; Gallagher & Frith, 2003). Zudem findet man Aktivierungen bei Theory of Mind (ToM) Aufgaben (Gallagher & Frith, 2003). Gallagher et al. (2000) gehen jedoch eher davon aus, dass dem STS dabei nur eine helfende Funktion zukommt und er nicht als wesentlicher Grundbaustein des „Mentalisierens“ dient. Ihrer Meinung nach besteht die Funktion des v.a. rechten STS während ToM Aufgaben eher darin, die präsentierten Geschichten und Cartoons zu verstehen. Der rechte STS dient also dazu (Gallagher,

Happé, Brunswick, Fletcher, Frith, & Frith, 2000), das Verhalten unserer Mitmenschen zu verstehen und uns ein Bild von der Vertrauenswürdigkeit eines Menschen zu machen, nachdem wir bereits Aufschluss über die mentalen Zustände der jeweiligen Person erlangt haben. Mithilfe des STS wird die Persönlichkeit des Menschen wahrgenommen (Greene & Haidt, 2002).

Der ***anteriore Temporalpol (aTP, BA 38)*** wird im Allgemeinen mit neuronalen Prozessen in Verbindung gebracht, die für die Verarbeitung von Erlebnissen und Gedächtnisinhalten zuständig ist (v.a. der rechte aTP; Dolan, Lane, Chua, & Fletcher, 2000; Greene & Haidt, 2002; Zahn, Moll, Krueger, Huey, Garrido, & Grafman, 2007), für das semantische Verständnis von Texten und/oder Sätzen (Vigneau, Beaucousin, Hervé, Duffau, Crivello, Houdé et al., 2006; Zahn et al., 2007), sowie für ToM Aufgaben (vgl. Greene & Haidt, 2002). Man geht davon aus, dass der aTP, als Teil des paralimbischen Netzwerkes, verschiedene Erfahrungen und Erinnerungen mit einer affektiven Komponente verknüpft (Dolan et al., 2000; Greene & Haidt, 2002). Diese Theorie wird von einigen Forschungsergebnissen gestützt: Personen mit einer Lobektomie des anterioren temporalen Bereiches zeigten starke Beeinträchtigungen in ihrem Geruchs- und autobiographischen Gedächtnis, während bei Stimulierungen dieses Bereiches Flashbacks und das Gefühl von Vertrautheit erzeugt wurden (vgl. Dolan et al., 2000). Zusätzlich fand man eine verstärkte Aktivierung des aTP bei Assoziation eines Wortes, wie z.B. „tapfer" oder „Ehre", mit einer sozialen Komponente, was den Verdacht nahe legt, dass dieser Bereich für das begriffliche Verständnis von sozialem Verhalten wichtig ist (vgl. Zahn et al., 2007).

2.2.3 Präcuneus

Ein weiteres Hirnareal, welches bei moralischen Entscheidungen regelmäßig aktiviert wird ist der ***Präcuneus (BA 7, 31.)***. Einigen PET-Studien zufolge scheint der Präcuneus wichtige Prozesse bei der Verarbeitung von unterschiedlichen bildlichen Darstellungen und episodischen (autobiographischen) Gedächtnisinhalten zu steuern (Fletcher, Frith, Baker, Shallice, Frackowiak, & Dolan, 1995). Fletcher bezeichnete diesen Bereich, als sogenanntes *„minds eye"*, d.h. als einen Bereich, der für die *bewusste* Wahrnehmung von bildlichen Darstellungen eine wesentliche Rolle spielt. Weiteren Forschungsergebnissen entsprechend scheint die enge Interaktion zwischen DLPFC und Präcuneus außerdem für Stimulus assoziierte, visuelle Aufmerksamkeitsprozesse, sowie für die Wahrnehmung des eigenen Ichs zuständig zu sein (Kjaer, Nowak, Kjaer, Lou, & Lou, 2001).

Einen Überblick über die Gehirnbereiche, die mit moralischen Prozessen in Verbindung gebracht werden, deren Funktion, sowie die dazugehörigen Studien sind in *Tabelle 2.1* aufgeführt.

Tabelle 2.1. (Angelehnt an Greene & Haidt, 2002) Zusammenfassung von Hirnarealen, die mit moralischen Entscheidungen in Verbindung gebracht werden. Zusätzlich werden die Funktionen der Areale beschrieben, sowie ausgewählte „Moral"-Studien mit den dazugehörigen Kontrasten aufgelistet, bei denen das jeweilige Hirnareal signifikant stärker aktiviert wurde.

Hirnareal	**Wahrscheinliche Funktion**	**Studie**	**Studiendesign**
Medialer Präfrontalcortex (mPFC, BA 9, 10)	Verarbeitung von sozialem Wissen, Wahrnehmung von Intentionen, Ideen, Emotionen, Vorausschauendes Handeln, ToM	Greene et al., 2001, Greene et al., 2004	Persönliche > unpersönliche moralische Dilemmata
		Moll et al., 2002; Luo et al., 2006; Moll et al., 2001	Einfache moralische Entscheidungen
Ventromedialer Präfrontalcortex (VMPFC, BA 10, 11)	Integration von Emotionen in den moralischen Entscheidungsprozess, Inhibierung von unangemessenem Verhalten, ToM	Moll et al., 2001	Einfache moralische Entscheidungen
		Heekeren et al,. 2003; Heekeren et al., 2005	Moralische > semantische Entscheidungen
		Greene et al., 2001; Ciaramelli et al., 2007	Persönliche moralische Dilemmata
Dorsolateraler Präfrontalcortex (DLPFC, BA 9, 10, 46)	Arbeitsgedächtnis, Aktivierung kognitiver Prozesse, Wahrnehmung eigener Empfindungen	Greene et al., 2001; Greene et al., 2004	Unpersönliche moralische Dilemmata
		Heekeren et al., 2005	Semantische > moralische Textaufgaben
Orbitofrontaler Cortex (OFC, BA 10, 11)	Bewertung von Handlungsintentionen durch Belohnung- bzw. Bestrafungsassoziation, ToM, vorrauschschauendes Planen	Luo et al., 2006	Moralische > unmoralische Bilder
		Moll et al., 2001	Einfache moralische Entscheidungen
Superiorer temporaler sulcus (STS, BA 21, 39)	Verarbeitung körperlicher Empfindungsprozesse und Handlungsintentionen, ToM, Wahrnehmung von „Persönlichkeit"	Heekeren et al., 2005; Heekeren et al,. 2000	Moralische > semantische Entscheidungen
		Moll et al., 2002	Moralisch > unmoralische Bilder
		Luo et al., 2006; Moll et al., 2002; Greene et al., 2004	Persönliche > unpersönliche moralische Dilemmata
		Moll et al., 2001; Moll et al., 2002a	Einfache moralische Entscheidungen
Präcuneus (BA 7, 31)	Episodisches Gedächtnis, Verarbeitung bildlicher Darstellungen, Selbstwahrnehmung	Kjaer et al., 2001	Visueller verbaler Stimulationstest
		Fletcher et al., 1995	Bildlich vorstellbare Wörter > wenig bildlich vorstellbare Wörter
		Greene et al., 2004	Persönliche > unpersönliche moralische Dil.
Anteriorer Temporalpol (aTP, BA 38)	Verknüpfung von Emotionen mit früheren Erlebnissen, ToM, Begriffsverständnis von sozialem Verhalten	Heekeren et al., 2003; Heekeren et al., 2005	Moralische > semantische Entscheidungen

3. Theory of Mind und Moral

Wie in *Kapitel 2.2* gezeigt, findet man eine starke Überlappung zwischen Hirnarealen, die sowohl bei moralischen Aufgaben aktiviert werden, als auch bei „Theory of Mind" (ToM) Tests. Daher soll in den nachfolgenden Kapiteln ein kurzer Überblick über die Definition und Fähigkeiten der ToM erfolgen, sowie der Zusammenhang zwischen Moral und ToM näher beleuchtet werden.

3.1 "Theory of Mind" (ToM)

„Theory of Mind" (ToM; auch als „mentalizing" bezeichnet; Frith & Frith, 1999) beschreibt die intuitive Fähigkeit die Handlungen einer Person zu interpretieren und vorherzusagen, indem man sich in die Situation dieser Person hineinversetzt und ihr eigene Intentionen, Wünsche und Vorstellungen zuschreibt. Diese können sich von den eigenen Absichten grundsätzlich unterscheiden. ToM beschreibt also das Bewusstsein, dass jeder Mensch ein eigenständig denkendes und fühlendes Individuum darstellt, das in der Lage ist Dinge unterschiedlich wahrzunehmen und unterschiedliche Absichten zu verfolgen (Gallagher & Frith, 2003; Frith & Frith, 2006). Der Ausdruck „Theory of mind" geht dabei zurück auf die beiden Psychologen und Primatenforscher Premack und Woodruff, die diese Fähigkeit zum ersten Mal in Forschungen an Schimpansen im Jahre 1978 beobachten konnten (Premack & Woodruff, 1978).

Die Fähigkeit des „mentalizing" vollzieht sich dabei in einem mehrstufigen Entwicklungsprozess. Studien konnten zeigen, dass sich ein Meilenstein der ToM Entwicklung bei Kindern ab 18 Monaten vollzieht (vgl. Frith & Frith, 2003). So dreht ein Kind den Kopf in die Richtung eines Objekts, das außerhalb seines Blickfeldes liegt, wenn eine andere Person darauf deutet, bzw. es intensiv anstarrt (Frith & Frith, 2003). Das Kind ist somit in der Lage die Wahrnehmung und Aufmerksamkeit einer anderen Person zu erkennen. Bei älteren Kindern werden solche ToM Fähigkeiten vor allem mittels psychologischer „Theory of Mind" Testverfahren, den sogenannte „false-belief" Aufgaben, untersucht, wie beispielsweise die bekannte „Sally-Anne" Aufgabe (Frith & Frith, 1999; vgl. auch Leslie, Friedman, & German, 2004; Saxe, Moran, Scholz, & Gabrieli, 2006). In diesem klassischen „false-belief" Test wird der Versuchsperson eine Bilderabfolge präsen-

tiert, bei der man 2 Kinder (Sally und Anne) sieht. Sally versteckt ihren Ball in einem Korb und verlässt anschließend den Raum. *Unbeobachtet* nimmt Anne den Ball aus dem Korb und steckt ihn in eine Schachtel. Wo wird Sally den Ball nun suchen, wenn sie wieder den Raum betritt? Diese Aufgabe erscheint auf den ersten Blick recht einfach. Man erwartet, dass Sally den Ball im Korb suchen wird, da sie ja nicht weiß, dass Anne ihn in die Schachtel gesteckt hat. Gesunden Personen wird dieser Test sehr einfach erscheinen, jedoch ist er von Kindern unter 4 Jahren, sowie von Kindern mit autistischen Störungen meist nicht lösbar (Frith & Frith, 1999; vgl. Leslie et al., 2004). Denn um diese ToM-Aufgabe bewältigen zu können, benötigt man die Fähigkeit zur Perspektivenübernahme (Fletcher, Happé, Frith, Baker, Dolan, Frackowiak et al., 1995), d.h. man muss in der Lage sein, sich in die Situation anderer hineinzuversetzen und die Annahmen (sog. „beliefs“) derjenigen Person zu erkennen. Jeder Mensch besitzt eigene Überzeugungen und Annahmen (sog. „beliefs“), die sein eigenes Verhalten in eine bestimmte Richtung lenken, auch wenn diese Überzeugungen objektiv falsch sind („false-beliefs“) und sich von unserer selbst wahrgenommenen Realität unterscheiden (Frith & Frith, 2006). Um das Verhalten einer anderen Person vorhersagen zu können, muss dementsprechend ein Perspektivenwechsel stattfinden und die selbst wahrgenommene Realität von den „beliefs“ der anderen Person abgegrenzt werden. Dieser Prozess wird auch als „decoupling“ bezeichnet (Gallagher & Frith, 2003). Gleichzeitig ermöglicht uns dieser Prozess auch Einblicke in unsere *eigenen* Intentionen, Wünsche und Überzeugungen, d.h. die Fähigkeit zur Introspektion (Gallagher & Frith, 2003).

3.2 Zusammenhang zwischen Theory of Mind und moralischen Entscheidungen

Studien zum Thema Moral und ToM lassen Zusammenhänge dieser beiden Bereiche erkennen. Wie in *Kapitel 1.3.* bereits angesprochen durchläuft die Fähigkeit zu moralischen Entscheidungen unterschiedliche Entwicklungsprozesse. Jüngere Kinder sind kaum in der Lage die Intentionen einer Person wahrzunehmen und somit ihr Verhalten adäquat zu bewerten (Piaget, 1965/1932). So beurteilen sie ein Verhalten als moralisch bzw. unmoralisch, eher nach dem Ausgang dieser Verhaltensweise, als nach den ursprünglichen Intentionen. Hilft man z.B. einem Touristen mit einer Wegbeschreibung, lotst ihn jedoch versehentlich in die falsche Richtung, so beurteilen Kinder diese Person als „gemein“, da sie seine eigentlichen Intentionen in ihre moralische Urteilsfähigkeit nicht einbeziehen (Piaget, 1965/1932; vgl. auch Young, Cushman, Hauser, & Saxe, 2007).

Sobald die Konsequenzen einer Handlung bei unterschiedlichen Verhaltensweisen hingegen konsistent sind, findet eine moralische Wertung dieser Handlungen durch vermehrte Einbeziehung der Intentionen statt (vgl. Young et al., 2007). In diesem Schritt vollzieht sich jedoch keine ToM Entwicklung, sondern die Kinder nutzen diese bereits vorhandenen Fähigkeiten um sie - in Bezug auf die Konsequenzen - in ihre moralische Urteilsfindung einzubeziehen (Young et al., 2007). So sind für eine adäquate moralische Verhaltensweise Fähigkeiten nötig, die man wie oben beschrieben als „mentalizing" bezeichnen kann. Denn um in sozialen Interaktionen moralische Entscheidungen treffen zu können, muss eine Person in der Lage sein einen Perspektivenwechsel vorzunehmen um die Bedürfnisse der anderen Person wahrnehmen und verstehen zu können. Erst dann ist es möglich, das Verhalten an unsere Mitmenschen anzupassen. Auch die Fähigkeit zur Introspektion spielt für die moralische Urteilsfähigkeit eine entscheidende Rolle. Nur die Wahrnehmung von negativen Gefühlen (wie Scham- und Schuldgefühle) bzw. empathischen Gefühlen, stellen die Grundlage moralischer Handlungsmotivation dar (Horster, 2007; Hoffman, 2007). Laut Singer (2006) müssen empathische- und ToM-Fähigkeiten, die häufig als Synonyme verwendet werden, klar voneinander abgegrenzt werden. ToM beruht dabei auf dem *Verständnis* von Überzeugungen, Intentionen und Vorstellungen anderer Menschen, während man unter Empathie das *Teilen* von Gefühlen anderer versteht (Singer, 2006).

Betrachtet man die Gemeinsamkeiten von Moral und ToM auf neuronaler Ebene so lassen sich ebenfalls enorme Gemeinsamkeiten aufzeigen. Im Laufe der Zeit wurden mehrere Studiendesigns entwickelt mit dem Ziel, diejenigen Gehirnareale zu bestimmen, die an ToM Aufgaben beteiligt sind. Dabei kristallisierte sich ein recht einheitliches Netzwerk heraus, sowohl bei Studien mit Emotionsverarbeitung (Wicker, Perrett, Baron-Cohen, & Decety, 2003), Zuschreibung von Überzeugungen (sog. Belief Attribution; Gallagher & Frith, 2003; Leslie et al., 2004; Saxe et al., 2006; Sommer, Dohnel, Sodian, Meinhardt, Thoermer, & Hajak, 2007) und Intentionen (Gobbini, Koralek, Bryan, Montgomery, & Haxby, 2007). All diesen Studien ist jedoch gemeinsam, dass sich die Versuchspersonen Gedanken über die mentalen Zustände anderer Personen machen mussten. Dabei ergaben sich regelmäßige Aktivierungen des mPFCs (BA 8), der STS, des Präcuneus, sowie der TPJ (BA 39, 40) bilateral und der aTPs (Fletcher et al., 1995; Gallagher et al., 2000; Frith & Frith, 2003; Wicker et al., 2003; Sommer et al., 2007). Dabei scheint an neuronalen Prozessen der Belief-Attribution hauptsächlich die rechte TPJ beteiligt zu sein. So zeigten sich starke Aktivierungen bei „true"- und „false-belief" Geschichten, im Gegensatz zu Geschichten ohne Belief Attribution (z.B. Geschichten

über den kulturellen Hintergrund einer Person oder dem äußeren Erscheinungsbild; Saxe & Powell, 2006). Der Zusammenhang zwischen Belief-Attribution und moralischer Entscheidungsfähigkeit wurde dabei in der fMRT Studie von Young et al. (2007) untersucht. Den Versuchspersonen wurden mehrere Falldarstellungen präsentiert, bei denen die Verhaltensweise des Protagonisten entweder negative Konsequenzen (z.B. den Tod des Freundes), als auch neutrale Konsequenzen (kein Tod des Freundes) zur Folge hatte. Zusätzlich wurden die Überzeugungen des Protagonisten genannt, die entweder mit den negativen Konsequenzen konform waren („true belief", z.B. seinem Freund Zucker in den Kaffee schütten, mit dem Wissen, dass es sich dabei eigentlich um Gift handelt), oder trotz negativer Überzeugungen zu einem neutralen Ausgang führten („false belief", dem Freund Zucker in den Kaffee schütten mit der Überzeugung das es sich dabei um Gift handelt, es sich dabei tatsächlich jedoch nur um Zucker handelt; Young et al., 2007). Im Anschluss mussten die Versuchspersonen die Verhaltensweisen des Protagonisten in den präsentierten Fällen durch Tastendruck moralisch beurteilen. Dabei bewerteten die Versuchspersonen die Handlungen des Protagonisten bei negativen Überzeugungen, sowie negativen Konsequenzen moralisch verwerflicher, als bei neutralen Überzeugungen und neutralen Konsequenzen. Eine *ungewollte* Schädigung des Freundes (durch Verwechslung von Zucker mit einer giftigen Substanz), wurde als moralisch verwerflicher bewertet, als eine neutrale Verhaltensweise. Keine signifikanten Unterschiede ergaben sich hingegen bei negativen Überzeugungen des Protagonisten. Ein neutraler Ausgang wurde dabei als moralisch ebenso verwerflich eingestuft, als ein negativer Ausgang der Geschichte (vgl. Young et al., 2007). Bei Auswertung der fMRT Daten wurden zunächst die Aktivierungen bei den Geschichten mit Belief Attribution mit den Aktivierungen bei Präsentation von Bildergeschichten ohne Belief Attribution verglichen. Dabei ergaben sich für die Belief-Attribution signifikante Aktivierungen der TPJ bilateral, des MPFCs (darunter dorsale, ventrale und mittlere Bereiche), sowie des Präcuneus. Im Anschluss wurden die negativen bzw. neutralen Überzeugungen mit den jeweiligen negativen bzw. neutralen Konsequenzen verglichen. Dabei ergaben sich signifikante Aktivierungen der rechten und linken TPJ, des Präcuneus, sowie der dorsalen Bereiche des MPFCs. Die ventralen und mittleren Bereiche des MPFCs lagen hingegen unter dem postulierten Signifikanzniveau (Young et al., 2007). Diese Ergebnisse bestätigen die These, dass starke Überschneidungen der neuronalen Netzwerke bei Prozessen der ToM, als auch bei Moral vorhanden sind. Dabei steht vor allem der rechte TPJ im Mittelpunkt, der im Experiment insgesamt die stärksten Aktivierungen zeigte. Dies verdeutlicht erneut die Notwendigkeit von Belief-Attributionen bei moralischen Entscheidungen

(Young et al., 2007). Bei moralischen Entscheidungen sind demnach zwei konkurrierende Prozesse beteiligt. Dabei ist einer für die bewusste Wahrnehmung und Bewertung der Konsequenzen einer Handlungsweise zuständig, während der andere die Intentionen und Überzeugungen in diese Beurteilung mit einbezieht (Young et al., 2007). Bei Kindern sind diese zwei Prozesse während der Entwicklung noch getrennt, da sie zunächst nur die Konsequenzen einer Handlung betrachten (Piaget, 1965/1932). Erst nach vollständiger Entwicklung der ToM, sowie Verbindung dieser zwei Prozesse ist eine adäquate Beurteilung einer moralischen Handlungsweise möglich (Young et al., 2007).

4. Abhängigkeit und Moral

In der vorliegenden Studie, welche in den *Kapiteln 6 und 7* genauer beschrieben wird, wurden die neuronalen Aktivierungen eines suchtmittelabhängigen, forensischen Patientenkollektivs mit einer gesunden Kontrollgruppe ohne Suchtmittelanamnese verglichen. Dies bedeutet, dass der Faktor „Suchtmittel" in die Auswertung der fMRT Daten als wichtige Einflussgröße beim Gruppenvergleich mit einbezogen werden muss. In den folgenden Kapiteln werden daher Studienergebnisse zum Zustandekommen und der Aufrechterhaltung von Suchtmittelabhängigkeiten aus neurowissenschaftlicher Sicht dargestellt. Desweiteren werden die neuronalen Veränderungen beschrieben, die sich durch eine Suchtmittelabhängigkeit ergeben und somit möglicherweise Einfluss auf verschiedene neuronale Aktivierungen während unterschiedlicher Verhaltensaufgaben widerspiegeln.

4.1 Neurologische Veränderungen bei Abhängigkeitserkrankungen

Forschungsergebnisse gehen von einem multifaktoriellen Modell der Abhängigkeitsentwicklung aus, bei dem sowohl exogene, als auch biologische Einflüsse, wie z.B. zerebrale Mechanismen und genetische Dispositionen eine entscheidende Rolle spielen (Volkow et al., 2003).

Durch Weiterentwicklung neurowissenschaftlicher Verfahren in den letzten Jahrzehnten konnten Einblicke in zerebrale Netzwerke und Mechanismen erlangt werden, welche möglicherweise das Zustandekommen der sogenannten „Sucht" erklären (Volkow et al., 2003). Dabei konnten in den Gehirnen suchtmittelabhängiger Probanden, im Vergleich zu Probanden ohne Suchtmittelanamnese, mehrere neuronale Veränderungen beobachtet werden (vgl. Leshner, 1997). In einigen fMRT und PET-Studien werden verschiedene Areale beschrieben, die in unterschiedlichen Stadien des Drogenkonsums, z.B. während akuter Drogeneinwirkung, während des Entzuges oder dem sogenannten „Craving" aktiviert werden und möglicherweise mit unserem Verhalten verknüpft sind (für einen Überblick vgl. Volkow et al., 2003). Basierend auf diesen Forschungsergebnissen gehen Volkow et al. (2003) davon aus, dass das Phänomen der Abhängigkeit durch ein Netzwerk aus vier miteinander in Beziehung stehender Kreisläufe zustande kommt:

(1) das Belohnungssystem im Nucleus accumbens und Globus pallidus, (2) Motivation und Antrieb, welches vom OFC gesteuert wird, (3) Gedächtnis- und Lernprozesse in der Amygdala und dem Hippocampus, sowie (4) kognitive Kontrollprozesse des präfrontalen Cortex und anterioren Cingulums. Diese Bereiche stehen über das dopaminerge Transmittersystem miteinander in direkter Verbindung. Aber auch andere Bereiche, wie der Thalamus oder die Insula sind in dieses komplexe Zusammenspiel verschiedener neuronaler Kreisläufe involviert. Bestimmte Ausfallsmuster in diesen Verbindungen führen dabei vermutlich zu Veränderungen der Entscheidungsfähigkeit. Volkow et al. (2003) postulierten weiterhin, dass Abhängigkeit zu einer Mehraktivierung des Motivations- und Antriebnetzwerkes führt, was letztendlich die Inhibierung des kognitiven Kontrollsystems im PFC zur Folge hat. Dadurch wird ein positiver Rückkopplungsmechanismus gestartet, welcher einen unkontrollierten Drogenkonsum nach sich zieht (siehe *Abbildung 4.1*). Werden einem Abhängigen Drogen präsentiert, kommt es durch die vermehrte Aktivierung des Motivations- und Belohnungskreislaufes zu einer Verstärkung und Aufwertung dieses normalerweise neutralen Stimulus während andere Stimuli abgewertet werden (Volkow et al., 2003). Dabei kann im Nucleus accumbens ein erhöhter Dopamingehalt um das 3- bis 5-fache, als bei natürlichen Verstärkern gemessen werden (Volkow et al., 2003).

Dieses Modell wird durch Ergebnisse einiger fMRT- (Maas, Lukas, Kaufman, Weiss, Daniels, Rogers et al., 1998) und PET-Studien (für einen Überblick siehe Hyman & Malenka, 2001) gestützt, bei denen u.a. ebenfalls Aktivierungen im präfrontalen Cortex, der Amygdala und im Nucleus accumbens bei bestimmten Stimulus – Belohnungs – Assoziationen nachgewiesen werden konnten. Dabei konzentrieren sich die meisten Studien v.a. auf das dopaminerge Transmittersystem, welches durch eine verstärkte Aktivierung des Belohnungs- und Motivationskreislaufes, eine treibende Kraft für die Aufrechterhaltung einer Abhängigkeitssymptomatik zu spielen scheint (Hyman & Malenka, 2001; Volkow et al., 2003). Bei einer Abhängigkeitssymptomatik scheint es zu Veränderungen des dopaminergen (DA) Systems zu kommen. Akuter Drogenkonsum führt dabei zu einer verstärkten Aktivierung des DA - Systems, während chronischer Substanzmittelmissbrauch eine Erniedrigung dopaminerger Funktionen zur Folge hat, einhergehend mit präfrontalen Dysfunktionen (Volkow et al., 2003).

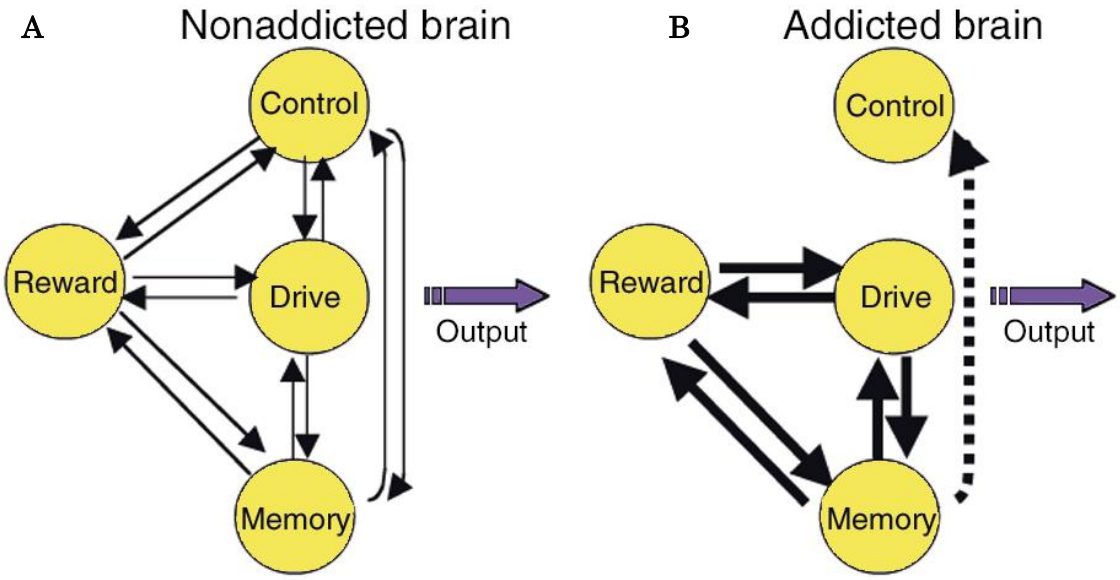


Abbildung 4.1. (Übernommen aus Volkow et al., 2003) Kreislauf einer Abhängigkeitssymptomatik aus 4 miteinander in Beziehung stehender Bereiche: Belohnung, Motivation/ Antrieb, Gedächtnis/ Lernen und Kontrolle. Drogenabhängigkeit führt zu einer verstärkten Aktivierung des Motivations- und Belohnungskreislaufes, sowie damit assoziierten Lernprozessen. Dadurch werden inhibitorische Kontrollprozesse im PFC unterdrückt und eine positive Feedback Schleife eingeleitet, die zu erneutem Drogenkonsum und somit zu einer weiteren Verstärkung des Motivations- und Belohnungskreislaufes führt.

Vermutlich spielen hierbei strukturelle und funktionelle Veränderungen der dopaminerg-stimulierten neuronalen Kreisläufe eine entscheidende Rolle (Goldstein & Volkow, 2002). So wurden bei Alkohol-, Kokain- und Heroinabhängigen Probanden morphologische Veränderungen im Frontallappen nachgewiesen (vgl. Goldstein & Volkow, 2002). Diese Veränderungen fördern laut Goldstein et al. (2002) möglicherweise die Auslebung von automatischen, nicht selbstbestimmten und Stimulus-abhängigen Verhaltensweisen, die bei „gesunden" Menschen normalerweise durch die Kontrollinstanz des PFCs inhibiert werden würden.

4.2 Einfluss von Abhängigkeit auf Entscheidungsprozesse

Wie im vorherigen Kapitel bereits angesprochen, scheint eine enge Verknüpfung zwischen funktionellen und strukturellen Veränderungen verschiedener neuronaler Strukturen (v.a. des präfrontalen Cortexes) und einer Abhängigkeitssymptomatik zu bestehen. Dabei rückt vor allem der OFC in den Mittelpunkt der Forschung, der Verhaltensweisen durch Integration von positiven oder negativen Erfolgserwartungen entweder

fördert oder inhibiert (Volkow et al., 2003; Schoenbaum, Roesch, & Stalnaker, 2006). Diese entscheidende Verhaltenskontrolle scheint suchtmittelabhängigen Menschen zu fehlen, da ihr Verhalten oft als zwanghaft und impulsiv beschrieben wird. Tatsächlich konnte diese Hypothese durch einige Studien verifiziert werden, die pathologische Veränderungen des zerebralen Blutflusses (CRB) innerhalb des OFCs bei Abhängigen nachwiesen. Während eines akuten Entzugs oder bereits länger andauernder Abstinenz, zeigen sowohl Alkohol-, als auch Kokainabhängige Patienten verminderte Aktivierungen des OFCs. Bei einer akuten Suchtmittelintoxikation konnte hingegen eine Überstimulierung des OFCs beobachtet werden (für einen Überblick vgl. Schoenbaum et al., 2006).

Suchtmittel scheinen außerdem nicht nur einen enormen Einfluss auf die Verhaltenskontrolle auszuüben, sondern auch auf Entscheidungsprozesse. So konnten Bechara et al. (2001) mittels des „Iowa Gambling Tests“ an jeweils Alkohol-, Metamphetamin- oder Kokainabhängigen Probanden zeigen, dass suchtmittelabhängige Personen ähnliche Entscheidungsdefizite aufweisen, wie Patienten mit bilateralen Schädigungen des VMPFCs. Sie entscheiden sich - im Gegensatz zu gesunden Probanden - häufiger für sofortige Erfolge und Belohnungen, ohne dabei die negativen Konsequenzen ihrer Handlungen abzuschätzen oder wahrzunehmen (Bechara, Dolan, Denburg, Hindes, Anderson, & Nathan, 2001). Auch eine fMRT Studie von Paulus et al. (2002) führte zu ähnlichen Ergebnissen. In dieser Studie untersuchten sie 10 Metamphetaminabhängige Patienten mit einer durchschnittlichen Abstinenzdauer von 25 Tagen mittels des sogenannten „two-choice“-Tests. Das Metamphetamin-abhängige Patientenkollektiv zeigte im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe verminderte Aktivierungen des inferioren und linken präfrontalen Cortex (BA 9, 10), des ventromedialen präfrontalen Cortex beidseits (BA 10), sowie des rechten orbitofrontalen Cortexes (BA 11). Zudem findet man basierend auf MRT und CT Untersuchungen, frontale und temporale Volumenminderungen bei Personen mit Alkohol-, Kokain-, Metamphetamin- und Opiat-Missbrauch und damit assoziierte kognitive Defizite (Zusammenfassung der einzelnen Studien siehe de Mendelssohn, Kasper, & Tauscher, 2004). Einen Studienüberblick über neuronale Veränderungen bei suchtmittelabhängigen Probanden gibt *Tabelle 4.1.*

Es gibt viele Studien, die untersuchen, welchen Einfluss Drogenabusus auf biologische Faktoren, wie Gene oder neuronale Kreisläufe haben. Welche Auswirkungen diese Faktoren jedoch auf unser Verhalten haben ist noch nicht ausreichend geklärt. Auch ist es unklar, inwiefern die Umwelt diese Faktoren beeinflusst und zu Verhaltensmodifikationen führt (Volkow et al., 2003).

Tabelle 4.1. Neuronale Veränderungen bei ausgewählten Suchtmittelstudien.

Studie	**untersuchtes Suchtmittel**	**Befunde**	**Einfluss auf Verhalten**
Goldstein et al., 2002	Alkohol, Kokain und Heroin	Morphologische Veränderungen des Frontallappens	Verminderte Verhaltensinhibierung
Schönbaum et al., 2006	Alkohol, Kokain (längere Abstinenz)	Veränderungen des zerebralen Blutflusses im OFC	Kognitive Defizite
Bechara et al., 2001	Alkohol, Metamphetamin, Kokain	Defizite beim Iowa Gambling Test	sofortige Erfolge und Belohnungen wichtiger
Paulus et al., 2002	Metamphetamin (25 Tage Abstinenz)	two-choice Test: verminderte Aktivierungen des inferioren und linken PFC (BA 9, 10), des VMPFC beidseits (BA 10), sowie des rechten OFC (BA 11)	Entscheidungsdefizite

5. Ziel der vorliegenden Studie

In *Kapitel 2* wurde ein theoretischer Überblick über die bisherigen Forschungsschwerpunkte zur moralischen Urteilsfähigkeit dargestellt. Um sich bewusst von den dabei verwendeten abstrakten moralischen Dilemmata abzugrenzen, wurden in dieser Studie 28 realistische moralische Konflikte mit der Zielsetzung entwickelt, funktionelle Korrelate alltäglicher moralischer Entscheidungen mithilfe der funktionellen Magnetresonanztomographie (fMRT) zu bestimmen. Die Verwendung alltäglicher moralischer Entscheidungsaufgaben zur Messung von neuronalen Prozessen der Moral ist bisher einzigartig. In diesen Konflikten müssen die Versuchspersonen zwischen einer moralisch geprägten Verhaltensweise und einem hedonistischen Verhalten wählen. Bei bisherigen Studien wurden v.a. gesunde Versuchspersonen, Patienten mit verschiedenen hirnorganischen Läsionen oder Probanden, die die Kriterien einer „Psychopathie“ nach Hare (1991) erfüllten, untersucht. Aufgrund fMRT - Studien mit Psychopathen ist bekannt, dass diese Personen Veränderungen präfrontaler Areale (Lapierre, Braun, & Hodgins, 1995; Raine, Lencz, Bihrle, LaCasse, & Colletti, 2000), sowie enorme Defizite emotionaler Verarbeitungsprozesse aufweisen (Hare et al., 1991). Dies führt wiederum zu enormen Verhaltensdefiziten bei Entscheidungsaufgaben (Raine et al., 2000). Inwieweit sich diese Beeinträchtigungen auch auf ein forensisches Patientenkollektiv, ohne psychopathische Störung quantifizieren lassen wurde laut bisheriger Studienlage noch nie untersucht. Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht somit darin, mögliche Unterschiede neuronaler Aktivierungen zwischen einem suchtmittelabhängigen, forensischen Patientenkollektiv und gesunden Probanden zu messen. Um Unterschiede auch auf Verhaltenseben zu bestimmen wurde ein Fragebogen entwickelt, bei dem das Gefühl und die Sicherheit der gewählten Entscheidungen aller Probanden evaluiert wurden. Diese Arbeit stellt eine wichtige Erweiterung bisheriger Moralstudien dar, da sie Unterschiede hinsichtlich neuronaler Prozesse während moralischer Entscheidungsaufgaben zwischen einem suchtmittelabhängigen, forensischen Patientenkollektiv und gesunden Probanden abbildet.

Aufgrund von bisherigen Forschungsergebnissen mit suchtmittelabhängigen Probanden werden Entscheidungsdefizite der forensischen Gruppe bei den moralischen Konflikten erwartet. Gemäß den in der Literatur beschriebenen impulsiven Verhaltensdefiziten,

entscheidet sich die forensische Gruppe womöglich öfter für hedonistische Verhaltensweisen als die gesunde Vergleichsgruppe.

Auf neuronaler Ebene werden bei moralischen Entscheidungsaufgaben vor allem Bereiche des PFC, mit ventromedialen (VMPFC) und dorsolateralen Anteilen (DLPFC), sowie der STS, der aTP, der Präcuneus und der ACC verstärkt aktiviert. Wie in *Abschnitt 1.3.1* postuliert stellen Emotionen die Motivationsgrundlage dar, moralisch zu handeln. Darauf aufbauend wird erwartet, dass die Probanden während moralischer und unmoralischer Entscheidungen vermehrt Areale aktivieren, die an der Verarbeitung von emotionalen Verhaltensprozessen beteiligt sind. Diese Funktion wird hauptsächlich präfrontalen Bereichen zugeschrieben, darunter vor allem dem VMPFC und dem OFC (Greene & Haidt, 2002). Es ist davon auszugehen, dass diese Bereiche somit auch stark in der vorliegenden Studie aktiviert werden. Jedoch sind für moralische Entscheidungen nicht allein affektive, sondern ein Zusammenspiel an emotionalen und kognitiven Verarbeitungsprozessen nötig. Für die Wahl einer moralischen Verhaltensweise ist womöglich zeitweise sogar die Inhibierung von emotionalen Einflussfaktoren notwendig. Dies würde für eine stärkere Aktivierung dorsolateraler Anteile des Präfrontalcortex (DLPFC) sprechen, die eine entscheidende Rolle bei utilitaristischen Entscheidungen zu spielen scheinen (Greene et al., 2004). Aufgrund einiger Suchtmittelstudien (siehe *Kapitel 4*) wird jedoch erwartet, dass die forensische Gruppe zwar frontale Areale aktiviert, jedoch in signifikant geringerer Ausprägung, als die gesunden Probanden. Dabei werden hauptsächlich von verminderten Aktivierungen der Brodmann-Areale 9, 10 und 11 ausgegangen. Obwohl eine psychopathische Störung der forensischen Probanden in der vorliegenden Studie anhand des PCL-R Wertes ausgeschlossen wurde, weißen diese Probanden möglicherweise dennoch enorme emotionale Defizite und antisoziale Verhaltenstendenzen auf. Es ist womöglich davon auszugehen, dass die Probanden ähnliche neuronale Veränderungen wie Personen mit einer psychopathischen Persönlichkeitsstörung zeigen. Das würde ebenfalls für verminderte Aktivierungen präfrontaler (Raine et al., 2000), sowie temporaler Bereiche (v.a. BA 38; Müller, Gänßbauer, Sommer, Döhnel, Weber, Schmidt-Wilcke et al., 2008) sprechen.

6. Methoden

Dieses Kapitel beschreibt zunächst die Datenerhebung, wobei die Probandenstichprobe, sowie die Psychopathy Checklist - Revised Version näher erläutert werden. Im Anschluss werden das für die vorliegende Arbeit entwickelte Studiendesign, sowie der experimentelle Ablauf dargestellt. Zuletzt wird die statistische Auswertung der behavioralen und fMRT Daten beschrieben.

6.1 Datenerhebung

6.1.1 Probandenstichprobe

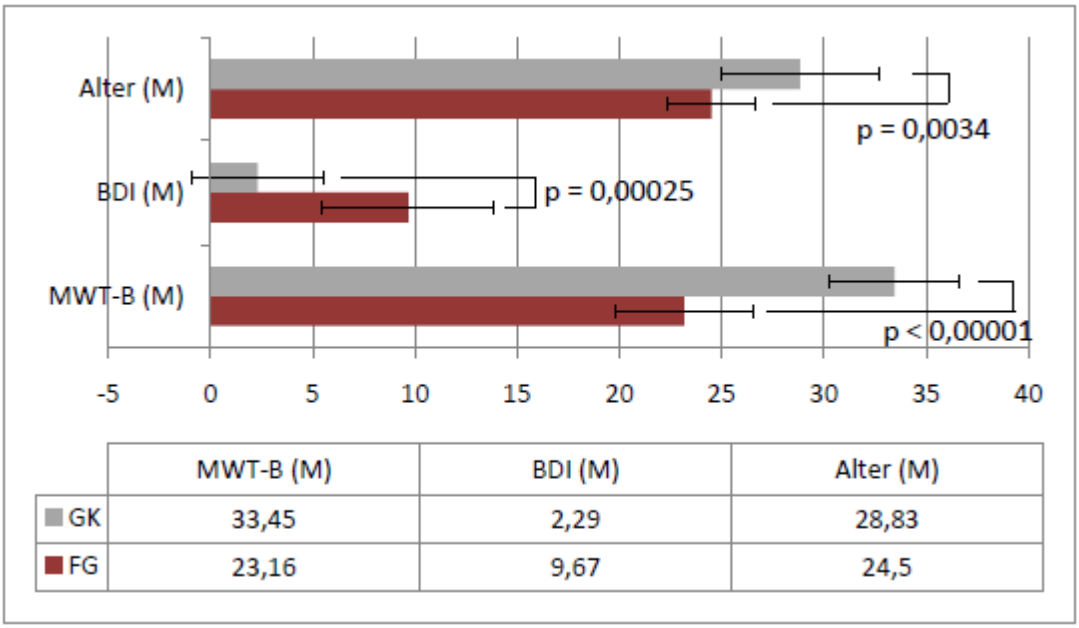
Insgesamt nahmen 12 gesunde Probanden, sowie 12 Patienten der forensischen Fachklinik des Bezirksklinikums Regensburg innerhalb eines Untersuchungszeitraums von 5 Monaten an der Studie teil. Die gesunde Vergleichsgruppe bestand dabei aus 7 weiblichen und 5 männlichen Versuchspersonen im Alter zwischen 22 und 29 Jahren (N = 12; mittleres Alter (M) = 24,5 Jahre; Standardabweichung (SD) = 2,11). Keiner der gesunden Probanden gab an, an einer neuropsychiatrischen Erkrankung zu leiden oder diesbezüglich in einer psychiatrischen Einrichtung behandelt zu werden.

Die forensische Gruppe setzt sich ausschließlich aus männlichen Teilnehmern im Alter zwischen 23 und 36 Jahren (N = 12; M = 28,83; SD = 3,88) zusammen. Alle 12 forensischen Patienten gaben an, vor Inhaftierung und psychiatrischer Therapie unter verschiedenen Arten von Substanzmissbrauch und Abhängigkeitssyndromen gelitten zu haben. Dabei wurde durch das medizinische Fachpersonal der forensischen Klinik 7 x multipler Substanzmissbrauch (sogenannte Polytoxikomanie, F19.2), 4 x Alkoholabhängigkeit (F10.2) und 3 x Abhängigkeitssyndrome (v.a. Cannabinoide F12.2 und Opiate F11.2)[1] bei den Probanden diagnostiziert. Diese waren nach § 64 Strafgesetzbuch (StGB) in der forensischen Klinik untergebracht. Eine psychopathische Störung der forensischen Probanden wurde vor Teilnahme an der fMRT Studie mittels der „Hare Psychopathy Checklist-Revised Version“ (PCL-R; Hare et al., 1991) ausgeschlossen. Für

[1] Dabei litten zwei Patienten unter mehreren Abhängigkeitssyndromen

weitere Informationen hierzu siehe auch *Abschnitt 6.1.2.* Als Ausschlusskriterium wurde dabei ein PCL-R Wert von > 15 Punkte festgesetzt. Die PCL-Werte, ICD-10 Diagnosen und Dauer der Suchtmittelabstinenz aller forensischen Probanden, sowie die Schulbildung aller Versuchspersonen sind in *Tabelle 6.1* zusammengefasst. Weitere Ausschlusskriterien für die Studienteilnahme waren hirnorganische Störungen, Depressionen, Pädophilie, Tätowierungen im Kopfbereich, metallische Implantate, sowie Minderbegabung. Bei den insgesamt 24 Probanden lag keines der genannten Ausschlusskriterien vor. Für die ausschließlich freiwillige Studienteilnahme bekamen beide Gruppen keinerlei finanzielle Vergütung, jedoch wurde den Probanden auf Wunsch ein fMRT Bild ihres Gehirns ausgehändigt. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Universität Regensburg genehmigt.

Die statistische Auswertung der Versuchspersonendaten (Alter, BDI, MWT-B, Intelligenzquotient; siehe *Abbildung 6.1*) ergab signifikante Unterschiede zwischen den beiden Probandengruppen mit einem p-Wert < 0,01. Ein hoch signifikanter Unterschied ergibt sich bezüglich des Intelligenzquotienten (IQ), der sich anhand der MWT-B Werte mittels einer Normtabelle bestimmen lässt. Die gesunde Kontrollgruppe erreicht dabei mit einem durchschnittlichen IQ von 124,6 (entspricht einem MWT-B Wert von 33,45; SD = 13,98) einen hohen Intelligenzbereich, während die forensische Gruppe mit einem durchschnittlichen IQ von 94,0 (MWT-B = 23,16; SD = 4,89, $t(22) = -7{,}19$, $p < 0{,}0001$) eher im durchschnittlichen Bereich einzuordnen ist. Hierbei muss jedoch angemerkt werden, dass innerhalb der forensischen Gruppe sechs Probanden keine deutschen Muttersprachler waren, wodurch es möglicherweise zu einer Verzerrung der MWT-B Ergebnisse innerhalb dieser Gruppe gekommen sein könnte. Beim BDI Test konnte bei allen Probanden anhand der Punktwerte (< 15) eine Depression ausgeschlossen werden, die forensische Gruppe zeigte jedoch signifikant höhere Punktwerte (M = 9,67, SD= 4,21) als die gesunde Gruppe (M= 2,29, SD = 3,23, $t(22) = 4{,}41$, $p = 0{,}00025$). Die zugrunde liegende Teststatistik wird in *Abschnitt 6.4.1* näher beschrieben.



	MWT-B (M)	BDI (M)	Alter (M)
GK	33,45	2,29	28,83
FG	23,16	9,67	24,5

Abbildung 6.1. Graphische Darstellung der Versuchspersonendaten Alter, BDI und MWT-B Werte der gesunden (GK) und forensischen Gruppe (FG). Dabei ergaben sich signifikante Unterschiede hinsichtlich des Alters ($t(22) = 3{,}40$, $p = 0{,}003$), der BDI-Werte ($t(22) = 4{,}41$, $p = 0{,}00025$) und der MWT-B Werte ($t(22) = -7{,}19$, $p < 0{,}00001$) zwischen beiden Gruppen.

Tabelle 6.1. Demographische und klinische Daten der gesunden und forensischen Probanden.

N	ICD 10 Diagnosen	Alter (Jahre), Geschlecht	Schulausbildung (Jahre)	Suchtmittelabstinenz (Monate)	PCL-R (gesamt)	PCL-R (Faktor 1)	PCL-R (Faktor 2)
forensische Gruppe							
1	F 11.2, F19.2	30, m	9	ca. 5	10	0	9
2	F 12.2	27, m	9	ca. 4	11	5	6
3	F 10.2	23, m	k. Abschluss	ca. 9	11	2	7
4	F 19.2	27, m	9	ca. 5	10	2	6
5	F 19.2	23, m	k. Abschluss	> 12	15	1	11
6	F 19.2	36, m	13	> 20	2	2	0
7	F 10.2	27, m	9	> 12	14	2	10
8	F 11.2	30, m	9	k.A.	11	0	9
9	F 10.2	28, m	10	> 12	15	5	8
10	F 19.2	31, m	9	ca. 7	14	3	9
11	F 10.2, F 19.2	30, m	9	ca. 7	13	6	7
12	F 19.2	34, m	13	> 20	2	1	0
Mittelwert		28,83	9,9	10,27	10,67	2,24	6,83
SD		3,88	1,66	5,62	4,44	1,98	3,54
gesunde Kontrollgruppe							
1		22, w	13				
2		23, w	13				
3		26, w	13				
4		24, m	13				
5		25, m	13				
6		22, w	13				
7		26, w	13				
8		25, m	13				
9		22, m	13				
10		26, w	13				
11		29, m	13				
12		24, w	13				
Mittelwert		24,5	13				
SD		2,11	0				

ICD-10 Diagnosen (F19.2 = Psychische und Verhaltensstörungen durch multiplen Substanzgebrauch und Konsum anderer psychotroper Substanzen: Abhängigkeitssyndrom; F10.2 = Psychische und Verhaltensstörungen durch Alkohol: Abhängigkeitssyndrom, F11.2 = Psychische und Verhaltensstörungen durch Opioide: Abhängigkeit; F12.2 = Psychische und Verhaltensstörungen durch Cannabinoide: Abhängigkeitssyndrom), Alter, Geschlecht (w = weiblich; m = männlich) und Schulbildung (9 = Hauptschule; 10 = Realschule; 13 = Gymnasium) für beide Kollektive.

6.1.2 Psychopathy Checklist-Revised Version (PCL-R)

Das Vorliegen einer dissozialen Persönlichkeitsstörung nach ICD 10 wurde bei der forensischen Patientengruppe mittels der sogenannten Psychopathy Checklist-Revised Version (PCL-R) nach Hare (1991) ausgeschlossen. Hierbei handelt es sich um ein semistrukturiertes Interview, bei dem insgesamt 20 Items hinsichtlich Persönlichkeitsstruktur und kriminelles Verhalten des Patienten abgefragt werden. Diese „Checklist" hat sich als Standardmethode zur Feststellung, inwieweit ein inhaftierter Straftäter dem „Prototypen" eines Psychopathen entspricht, etabliert. So werden Patienten mit einer psychopathischen Störung gemäß Hare (1991) als oberflächliche, manipulative, verantwortungslose Persönlichkeiten beschrieben. Sie werden zudem durch Mangel an Empathie und emotionaler Beteiligung charakterisiert, wodurch sie selten langanhaltende zwischenmenschliche Bindungen eingehen. Sie haben eine niedrige Frustrationsgrenze und neigen zu impulsiven Ausbrüchen, was häufig zu multiplen strafrechtlichen Verhaltensauffälligkeiten führt. Das emotionale Reaktionsvermögen scheint bei diesen Personen gestört zu sein, da sie auch kaum in der Lage sind durch Bestrafung aus ihren Fehlern zu lernen. Dies korreliert wiederum mit einer erhöhten Rückfallwahrscheinlichkeit und einer erschwerter Rehabilitation (Hare et al., 1991). Pro Item können nach dem Schema von Hare maximal 2 Punkte vergeben werden (0 = trifft nicht zu; 1 = trifft wahrscheinlich zu; 2 = trifft voll und ganz zu), wodurch eine Score-Wert zwischen 0 und 40 Punkten erzielt werden kann. Die Items sind ferner in zwei Faktoren unterteilt. Faktor 1 erfasst die gestörte affektive, interpersonelle Persönlichkeitsstruktur (wie z.B. Mangel an Empathie, Manipulation, pathologisches Lügen, oberflächlicher Charme und übersteigertes Selbstbewusstsein), während sich Faktor 2 auf die antisozialen Verhaltensweisen (wie z.B. Jugendkriminalität, Impulsivität und fehlendes Pflichtbewusstsein) bezieht (Hare et al., 1991). Eine exakte Beurteilung der einzelnen Items wurde zudem - nach schriftlicher Einverständniserklärung der Patienten - durch Akteneinsicht der psychologischen Gutachten erreicht. Um dabei die Diagnose einer Psychopathie zu stellen, legte Hare (1991) den „cut off" Wert bei ≥ 30 Punkten (von 40 Punkten) fest. Um eine psychopathische Störung der forensischen Probanden deutlicher ausschließen zu können, wurde in dieser Arbeit ein „cut off" Wert von ≤ 15 Punkten festgelegt.

Der Mittelwert (M) des PCL-Wertes der 12 forensischen Patienten betrug M = 10,67, die Standardabweichung SD = 4,44 und das Intervall [2; 15]. Die Auswertung von Faktor 1 ergab einen Mittelwert von M = 2,42 Punkten (SD = 1,98; Intervall [0; 6]) und bei Faktor 2 einen Mittelwert von M = 6,83 Punkten (SD = 6,83; Intervall [0; 11]). Dabei

können Item 11, 17 und 20 (Promiskuität, viele eheähnliche Beziehungen, kriminelle Vielseitigkeit) weder Faktor 1 noch Faktor 2 zugeordnet werden. Bei Faktor 2 wurden im Durchschnitt mehr Punkte erzielt, als bei Faktor 1 *(Tabelle 6.1)*. Dies spricht für eher gering ausgeprägte emotionale Defizite der forensischen Probanden, obwohl sie gemäß Faktor 2 dennoch enorme kriminelle Verhaltensauffälligkeiten zeigen.

6.2 Material

6.2.1 Stimuli

Für die vorliegende Studie wurden insgesamt 56 Konflikte in Textform generiert, davon 28 Konflikte mit moralischem Inhalt und 28 Geschichten mit neutralem Inhalt. Die moralischen Konfliktformen bezogen sich dabei auf alltägliche Situationen mit zwischenmenschlichen und sozialen Interaktionen. Hier konkurrierten zwei Entscheidungsmöglichkeiten, einerseits die Erfüllung einer ethischen Norm (z.B. ich helfe einer gestürzten Frau), als auch die Befriedigung eines persönlichen Bedürfnisses (z.B. ich helfe der gestürzten Frau nicht, um noch rechtzeitig meinen Zug zu erreichen). Anders als bei bisherigen Moralstudien, zogen unmoralische Entscheidungen jedoch keinerlei strafrechtliche Relevanz nach sich. Bei den neutralen Konflikten hingegen mussten sich die Probanden zwischen zwei konkurrierenden persönlichen Bedürfnissen entscheiden.

Zur Generierung alltagsrelevanter und realistischer Konflikte, die eine möglichst große innere „Spannung“ und persönliche Identifizierung hervorrufen sollten, wurden die Konflikte im Vorfeld durch 23 unabhängige Personen (v.a. Diplomanden und Doktoranden der Universität Regensburg) nach den Kriterien Gefühl und Sicherheit bei der jeweiligen Entscheidung, Realitätsbezug und Alltagsrelevanz bewertet. Anders als bei manch anderen Moralstudien, wurden hier bewusst moralische *Konflikte* statt moralischer *Dilemmata* verwendet, da bei diesen jede Entscheidung eine Übertretung moralischer Normen beinhaltet und somit enorme strafrechtliche Relevanz nach sich zieht (siehe z.B. „footbridge dilemma“; Greene et al., 2001). Entsprechend den Bewertungsergebnissen wurden Konflikte entfernt, die von der Mehrheit beispielsweise als unrealistisch eingestuft wurden oder nicht eindeutig der Kategorie moralischer bzw. neutraler Konflikt zugeordnet werden konnten. Zudem wurde auf eine gute Verständlichkeit aller Konflikte geachtet. Dazu wurden alle in eine einfache Dreisatz-, sowie Ich-Form gebracht.

Die je 28 moralischen bzw. neutralen Konflikte wurden den Probanden im fMRT in randomisierter Abfolge präsentiert. Die Reihenfolge der präsentierten Geschichten war jedoch bei jeder Versuchsperson gleich. Zudem wurden die moralischen bzw. unmoralischen Antworten in gleichem Verhältnis sowohl rechts als auch links eingeblendet, um systematische Reihenfolge-Effekte zu vermeiden.

Abbildung 6.2 zeigt beispielhaft einen moralischen Konflikt, wie er den Probanden im Versuch präsentiert wurde. Zu Beginn wurde der Konflikt für 15 Sekunden (s) präsentiert. Anschließend wurden für 5 Sekunden zwei Antwortalternativen eingeblendet. In diesem Beispiel findet sich links die moralische Antwort: „Ich gebe der Dame meinen Platz“ und rechts die unmoralische Antwort: „Ich bleibe sitzen“. Erst sobald die Buchstaben „A“ und „B“ oberhalb der jeweiligen Antwortalternative aufleuchteten, musste die gewünschte Antwort rasch mittels Tastendruck gewählt werden. Dafür wurden die Buchstaben zwei Sekunden lang eingeblendet. Innerhalb dieser Zeitspanne musste die Antwort gedrückt werden. Ferner waren die Probanden vor Versuchsbeginn genau instruiert worden, sich stark in die präsentierten Geschichten hineinzuversetzen, sowie erst bei Erscheinen der beiden Buchstaben zu drücken, um mögliche motorische Aktivierungen in der statistischen Analyse zu minimieren. Nach Abschluss jedes Trials wurde ein schwarzes Fixationskreuz für 8 bis 12 Sekunden eingeblendet.

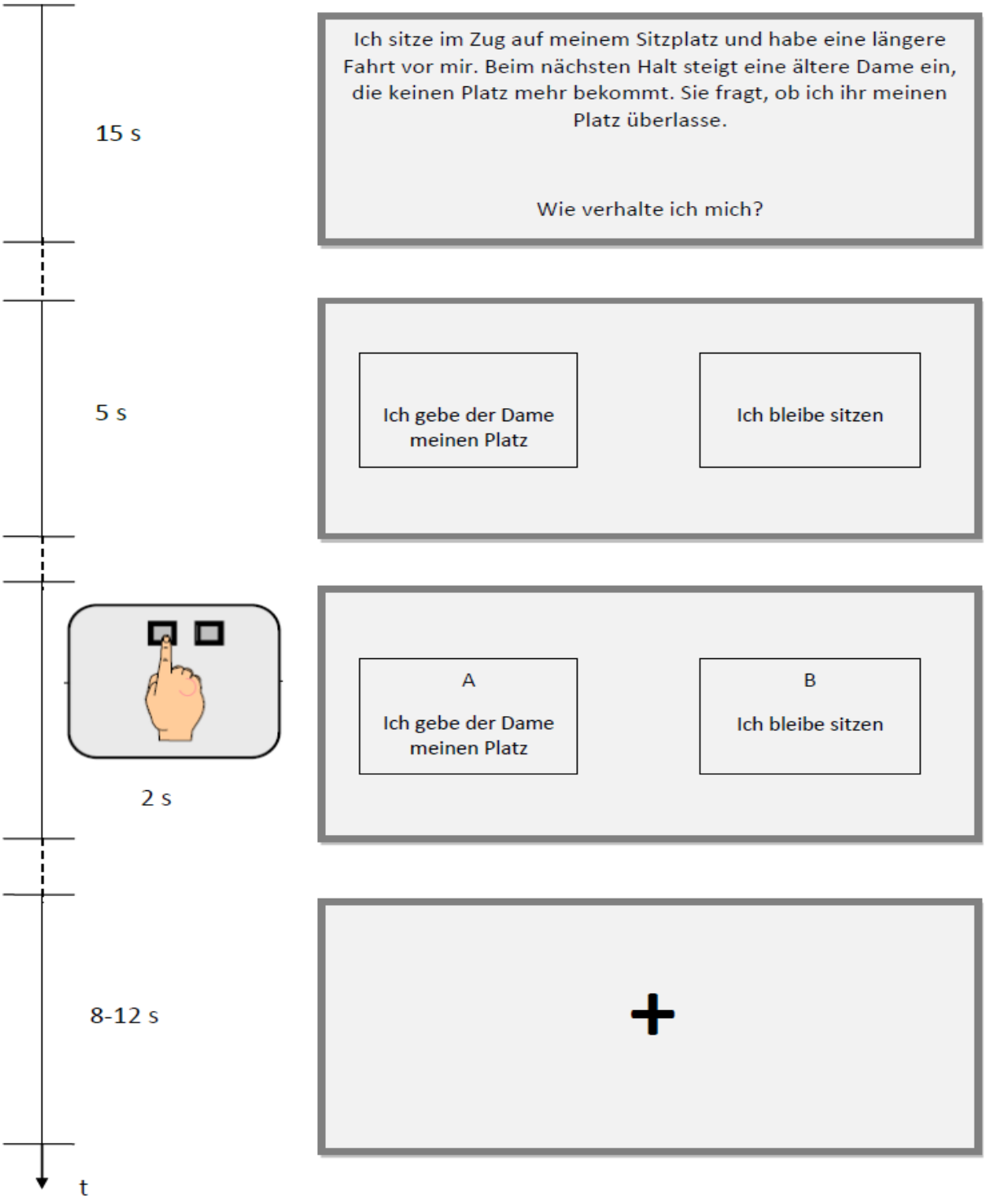


Abbildung 6.2. Schematische Darstellung des Experiments im fMRT Scanner. Präsentation der Konflikte für eine Zeitdauer von 15 Sekunden. Danach Einblendung der 2 Antwortalternativen für 5 Sekunden mit anschließendem Erscheinen der Buchstaben „A“ und „B“ für 2 Sekunden. Während dieser Zeit mussten die Probanden die gewünschte Antwort mittels Tastendruck bestätigen. Im Anschluss wurde ein Fixationskreuz für 8 bis 12 Sekunden eingeblendet.

6.3 Ablauf des fMRT-Experiments

Die Messung wurde in der fMRT-Anlage 2 am Bezirksklinikum Regensburg durchgeführt. Zuvor wurden alle Kontraindikationen (z.B. Herzschrittmacher, metallische Implantate, Platzangst) für eine fMRT-Messung ausgeschlossen und eine Einverständniserklärung für die freiwillige Teilnahme an der Studie von der Versuchsperson eingeholt. Anschließend wurden persönliche Daten, wie z.B. Familienstand und Schulbildung erhoben. Desweiteren wurde zum Ausschluss einer möglichen Depression der sog. Beck-Depressions-Inventar Test (BDI), sowie zur Messung des allgemeinen Intelligenzniveaus der Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest (MWT-B) durchgeführt. Danach bearbeiteten die Probanden jeweils 4 moralische und neutrale Konfliktbeispiele am PC, um sicherzustellen, dass alle Probanden den Versuchsablauf vollständig verstanden hatten. Diese wurden im anschließenden fMRT Experiment nicht verwendet.

Im fMRT wurden den Probanden die unter *Punkt 6.2.1* beschriebenen 28 moralischen und 28 neutralen Konflikte präsentiert. Die Entscheidung wurde mittels Tastendruck des Zeige-oder Mittelfingers der rechten Hand auf einer Reaktionsbox mit der dazugehörigen Reaktionszeit registriert.

Im Anschluss an das Experiment wurden die Probanden gebeten, einen standardisierten Fragebogen auszufüllen. Anhand einer visuellen Analogskala mit einer ordinalen Skalierung von 1 bis 5 mussten die Versuchspersonen erneut alle Konflikte hinsichtlich Gefühl (Wie fühlen Sie sich bei Ihrer Entscheidung?) und Sicherheit (Wie sicher sind Sie sich bei Ihrer Entscheidung?) bewerten, sowie ihre zuvor gewählten Entscheidungen kennzeichnen. Der Wert 1 wurde hierbei der Ausprägung „sehr schlecht“ bzw. „sehr unsicher“ zugeordnet, während dem Wert 5 die Ausprägung „sehr gut“ bzw. „sehr sicher“ entsprach.

6.3.1 fMRT Datenerhebung im vorliegenden Experiment

Die Untersuchung wurde mit einem 3-Tesla Siemens Allegra fMRT Scanner (Siemens Inc., Erlangen) am Bezirksklinikum Regensburg durchgeführt. Der Kopf der Probanden wurde im fMRT mithilfe einer standardisierten Kopfspule und Schaumkörpern fixiert, um Bewegungsartefakte zu minimieren. Die Visualisierung der moralischen bzw. neutralen Entscheidungssituationen erfolgte mittels Projektion auf die Leinwand des Scanners, hinter den Kopf der Versuchspersonen. Diese konnte der Proband über einen an der Kopfspule befestigten Spiegel einsehen.

Vor Erhebung der funktionellen Daten wurde eine Referenzaufnahme durchgeführt, um die korrekte Lage der Versuchsperson zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren. Zur Messung der funktionellen und anatomischen Daten wurden die 32 axialen Schichten mit einer Schichtstärke von 3 mm entlang der AC-PC-Linie (**a**nteriore **C**ommissur - **p**osteriore **C**ommissur) ausgerichtet, so dass alle Strukturen des Großhirns und ein Großteil des Kleinhirns abgedeckt waren. Die Schichten hatten dabei eine definierte Voxelgröße von 3 x 3 x 3 mm. Bei der Durchführung des Experiments wurde eine T2-gewichtete *Echo-planar-imaging* (EPI)-Sequenz (Time to repeat (TR) = 2000 ms; Flip-Winkel = 90°; Time-to-Echo (TE) = 30 ms; Field of view (FoV) = 192 x 192 mm) benutzt. Damit war es möglich den zeitlichen MR-Signalverlauf jedes beliebigen Voxels zu verfolgen (Schneider & Fink, 2007). Die Dauer der Aufnahmen betrug ca. 40 Minuten. Nach Präsentation der Stimuli wurde zum Abschluss eine hochauflösende, strukturelle T1-gewichtete 3D-Aufnahme, mittels einer MPRAGE (Magnetization Prepared Rapid Acquisition Gradient Echo) Pulse Sequenz des Schädels durchgeführt (TR = 2250 ms; TE = 3,93 ms; Flip-Winkel = 9°; FoV = 256 x 256 mm), wobei 160 Schnittbilder mit einer isotropen Voxelgröße von 1 x 1 x 1 mm aufgenommen wurden. Diese Aufnahme nahm weitere sechs Minuten in Anspruch, wodurch sich eine gesamte Messdauer von ca. 46 Minuten ergibt. Während des gesamten Block-Design Experiments wurden 964 funktionelle Schnittbilder, mithilfe einer sogenannten *intervealed*-Messung erhoben. Die einzelnen Schichten wurden hierbei nicht seriell, sondern in der Reihenfolge 1, 3, 5, . . . 29, 31, 2, 4, . . . 30, 32 gemessen, um Erregungsartefakte durch Messung angrenzender Schichten zu minimieren. Die fMRT Aufnahmen zeigten bei beiden Gruppen keinerlei morphologische Auffälligkeiten oder Artefakte, welche zu einem Ausschluss der jeweiligen Versuchsperson geführt hätten.

6.4 Statistische Auswertung

6.4.1 Analyse der Verhaltensdaten

Von allen Probanden wurden Versuchspersonendaten wie Alter, BDI-Wert und MWT-B Wert erhoben. Mittels einer standardisierten Normtabelle wurde anhand des erzielten MWT-B Wertes der entsprechende Intelligenzquotient (IQ) der jeweiligen Versuchsperson bestimmt. Anschließend wurde mittels statistischer Verfahren überprüft, ob sich die Variablenausprägungen (Alter, BDI-Wert, IQ) der zwei Probandengruppen unterscheiden. Dies erfolgte anhand eines Mittelwertvergleiches aller Variablen. Hierzu wurde der

Student's t-Test angewendet, welcher sich in der Literatur als Standardverfahren für solche Problemstellungen durchgesetzt hat (Fahrmeir, Künstler, Pigeot, & Tutz, 2003).

Die hier verwendete Darstellung ist an Crawley (2009) angelehnt. Dabei werden für die Durchführung des Tests implizit folgende Annahmen getroffen:
Die Stichproben sind unabhängig, die Varianzen konstant und die Fehlerterme sind normalverteilt.
Die Testhypothesen lauten folgendermaßen:
H_0: Die Gruppen-Mittelwerte einer Variablen sind identisch
H_1: Die Gruppen-Mittelwerte einer Variablen unterscheiden sich
Bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0{,}05$ wird die Testentscheidung aufgrund folgender Teststatistik getroffen:

$$t = \frac{Unterschied\ der\ zwei\ Mittelwerte}{Standardfehler\ der\ Differenz\ der\ Mittelwerte} = \frac{\bar{y}_A - \bar{y}_B}{SE_{diff}}$$

$$\text{mit } SE_{diff} = \sqrt{\frac{VAR(y_A)}{n_A} + \frac{VAR(y_B)}{n_B}}$$

Wird die Nullhypothese abgelehnt, so unterscheiden sich die entsprechenden Gruppen-Mittelwerte signifikant voneinander ($p < 0{,}05$).

Desweiteren wurden alle von den Probanden im Scanner getroffenen Entscheidungen deskriptiv analysiert. Dazu wurden die Antworthäufigkeiten sowohl für die unmoralischen, als auch für die moralischen Entscheidungen erhoben und Mittelwert und Standardabweichung der beiden Variablen innerhalb der Gruppen bestimmt. Hierfür wurde der nicht-parametrische Wilcoxon-Test verwendet. Für die Auswertung der Entscheidungssicherheit und Emotionen bei den gewählten Entscheidungen wurde ebenfalls der gepaarte t-Test verwendet. Für alle Tests wurde die Software SPSS 16 (SPSS Corp., Chicago, IL) verwendet.

6.4.2 Analyse der fMRT-Daten

6.4.2.1 Datenvorverarbeitung

Die aufgezeichneten fMRT Daten wurden zu Beginn mittels der Software SPM5 (Statistical Parametric Map 5; http://www.fil.ion.ucl.ac.uk/spm/software/spm5/) vorverarbeitet. Dieses Programm wurde vom „Institute of Neurology“ an der Universität London zur Analyse bildgebender Verfahren entwickelt, als Modul für die Matlab-Software (Mathworks, Sherborn, MA, USA).

In der Vorverarbeitung (*Preprocessing)* werden die Daten für die spätere statistische Analyse vorbereitet, d.h. von Bewegungs- und Signalartefakten befreit, sowie in den stereotaktischen Raum (MNI-Koordinaten) übertragen.

Im ersten Schritt wird eine zeitliche Vorverarbeitung, das sogenannte *slice timing* durchgeführt, bei der eine Korrektur der unterschiedlichen Scanzeiten der EPI-Schichten stattfindet. Dies kommt dadurch zustande, dass EPI Messungen die einzelnen Schichten nur sequenziell in mehreren Messvorgängen erfassen können (Schneider & Fink, 2007). Folglich müssen alle Scanzeiten an eine Referenzschicht angepasst werden um Interpolationsfehler zu minimieren. Dazu wird simuliert, dass alle Schichten zum selben Zeitpunkt wie die mittlere Schicht, aufgezeichnet wurden. Um bewegungsabhängige Artefakte bei kleinsten Kopfbewegungen der Versuchspersonen zu korrigieren, wird im Anschluss eine 3D-Bewegungskorrektur (*realignment*) durchgeführt. Dafür werden insgesamt 6 Parameter erhoben (3 Rotations- und 3 Translationsparameter) und die Bilder räumlich transformiert. Bei Translationsbewegungen > 4 mm wurden die Probanden von der Studie ausgeschlossen, da eine sichere Zuordnung des BOLD-Signals zu den einzelnen Hirnarealen in diesem Fall nicht mehr gewährleistet ist. Mithilfe der sog. „Rigid-body“-Transformation ist es möglich die einzelnen Aufnahmen auf ein beliebiges Bild (meistens das erste Bild der Serie) zu reorientieren (Friston, Williams, Howard, Frackowiak, & Turner, 1996). Zusätzlich wird eine Mittelung aller 964 Bilder einer Versuchsperson durchgeführt, und damit ein funktionelles *mean image* erstellt, welches anschließend über das anatomische 3D-Bild der Versuchsperson gelegt wird (*coregistration*). Dadurch können die gefundenen Aktivierungen noch exakter auf die anatomischen Bilder übertragen und optimiert dargestellt werden.

Da sich die Gehirne von Individuen in Größe und Form erheblich unterscheiden können, erfolgt im nächsten Schritt die sog. Normalisierung (*normalization*). Dies ermöglicht es, die Aktivierungen verschiedener Versuchspersonen miteinander vergleichen zu können und sie somit einer statistischen Gruppenanalyse zugänglich zu machen (Schneider & Fink, 2007). Dabei werden die funktionellen Daten an das in SPM5 enthaltene Referenzbild T1.nii des Montreal Neurological Institute (MNI) angepasst (Collins, Neelin, Peters, & Evans, 1994).

Zuletzt findet eine räumliche Glättung (*smoothing*) der einzelnen Voxel mithilfe eines *full-width half maximum* (FWHM) Gaußschen Filters von 8 mm statt. Der Bildgrauwert jedes Voxels wird dabei mit dem Bildgrauwert des benachbarten Voxels verglichen, wobei mithilfe einer dreidimensionalen Gauß-Verteilung festgelegt wird, dass das zentrale Voxel den größten Beitrag liefert (Schneider & Fink, 2007). Ziel ist es das Signal-Rausch Verhältnis (signal to noise ratio) zu verbessern, um die tatsächlichen experimentellen Aktivierungen von möglichen Störeinflüssen abzugrenzen. Dadurch erhöht sich die Sensitivität der Aufnahmen für die nachfolgende statistische Auswertung (Schneider & Fink, 2007).

6.4.2.2 Statistische Analyse der fMRT-Daten

Im nächsten Schritt wird nach Normalisierung der fMRT-Daten und Eliminierung von Störeinflüssen untersucht, ob Korrelationen zwischen den gemessenen Veränderungen der BOLD-Signale und dem gezeigten Stimulusmaterial bestehen. Für die statistische Auswertung (*first-* und *second-level-* Analyse) wurde wiederum das SPM5-Programm verwendet. Die Analyse basiert dabei auf dem Allgemeinen Linearen Modell (*general linear model; GLM*). Mithilfe des GLM können verschiedene experimentelle Bedingungen miteinander verglichen werden.

Im vorliegenden Block-Design wurden zunächst die zu untersuchenden Zeitreihen (als sog. Regressoren) festgelegt, d.h. derjenige Zeitpunkt bestimmt, an welchem eine Stimulationsbedingung erfüllt ist (x = 1), bzw. nicht erfüllt ist (x = 0). Auf diese Studie übertragen bedeutet das, dass man für jede Schicht festlegt, welche Bedingung gerade erfüllt wird (z.B. Präsentation eines moralischen Konflikts) und diese mit einer zeitlichen Komponente (z.B. Dauer der Präsentation) verknüpft. Dazu werden im vorliegenden Experiment jeweils 3 Regressoren für die moralischen Konflikte, sowie 3 Regressoren für die neutralen Konflikte festgelegt. Der erste Regressor entspricht dabei dem Zeitintervall von 15 Sekunden, in dem den Probanden der moralische bzw. neutrale Konflikt

präsentiert wurde. Als zweiter Regressor wird die Zeitspanne der eingeblendeten Antwortalternativen von 5 Sekunden bestimmt. Das Erscheinen der beiden Buchstaben „A“ und „B“ und der geforderte Tastendruck (2 Sekunden) entsprach dem dritten Regressor. Dadurch kann nun die Veränderung des BOLD-Signals im Zeitverlauf für jede Bedingung bestimmt werden. Die Gesamtheit der Regressoren werden in einer Design-Matrix dargestellt. Um nun gezielte Fragestellungen untersuchen zu können, werden sog. Kontraste gebildet. Diese werden nun unterschiedlich gewichtet indem man für einen bestimmten Vergleich uninteressanten Regressoren den Wert 0 zuordnet (Schneider & Fink, 2007). Für die Fragestellung der vorliegenden Studie wurde der Kontrast *Moralisch > Neutral* und *Neutral > Moralisch* berechnet. Dazu wurde der Regressor für die Präsentation der moralischen Konflikte (15 Sekunden) mit den jeweiligen Regressoren der neutralen Konflikte verglichen. Inwieweit die Voxel bei moralischen Konflikten im Gegensatz zu den neutralen Konflikten verstärkt aktiviert werden ergibt sich indem man den Regressor „Moralisch“ auf den Wert 1 setzt und den Regressor „Neutral“ auf -1. Mittels des t-Tests erfolgte nun die Signifikanztestung der zuvor festgelegten Konflikte, wodurch für jedes Voxel ein Wert berechnet wurde, der t-verteilt ist (Schneider & Fink, 2007). Die Signifikanzschwelle wurde dabei auf $T > 4$ festgelegt mit $p \leq 0{,}001$. Signifikante Ergebnisse werden nun auf die sog. *Templates* übertragen, standardisierte Abbildungen des Gehirns, die in der SPM Software enthalten sind. Die bisher beschriebene Auswertung entspricht der sog. *first-level-Analyse*, d.h. die Auswertung der Aktivierungen jedes einzelnen Probanden. In der nachfolgenden *second-level random-effect Analyse* wird der für jede einzelne Versuchsperson berechnete Kontrast für alle Probanden berechnet. Dazu wird die Verteilung der Einzelwerte pro Proband mit Hilfe einer t-Statistik auf signifikante Effekte hin untersucht. Von jedem Kontrast wird somit ein spm map erzeugt, mit einem Voxel-basiertem T-Wert von $T = 4$ und einem korrigierten p-Wert von $p \leq 0{,}05$.

7. Ergebnisse

7.1 Behaviorale Daten

7.1.1 Statistische Auswertung des Fragebogens

Mit Durchführung des Fragebogens soll auf das Gefühl und die Sicherheit der Probanden bei allen 28 moralischen und neutralen Entscheidungen geschlossen werden. Die statistische Auswertung erfolgte mit der Statistiksoftware SPSS. Neben deskriptiver Kennzahlen sollen mithilfe von Signifikanztests (t-Test, Wilcoxon Vorzeichen Rang Test) Unterschiede im Antwortverhalten sowohl innerhalb der beiden Gruppen (gesunde Gruppe: *Abschnitt 7.1.2*; forensische Gruppe: *Abschnitt 7.1.3*) als auch untereinander (*Abschnitt 7.1.4*) analysiert werden. Hierzu wurde auf den Wilcoxon Vorzeichen Rang Test zurück gegriffen. Allen nachfolgenden Tests wird ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0{,}05$ zugrunde gelegt. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse ist in *Abbildung 7.1* dargestellt.

7.1.2 Ergebnisse Fragebogen gesunde Kontrollgruppe

Die gesunde Probandenstichprobe entschied sich signifikant (Wilcoxon $Z = -2{,}7$, $p = 0{,}008$) häufiger für die moralische Entscheidungen ($M = 67{,}9\%$, $SD = 3{,}94$), als für die Erfüllung eines persönlichen Bedürfnisses ($M = 32{,}1\%$, $SD = 3{,}84$). Bei weiterer Auswertung der moralischen Konflikte hinsichtlich Gefühl und Sicherheit, assoziierten die Probanden moralische Konflikte mit signifikant besseren Gefühlen ($M = 4{,}41$, $SD = 0{,}47$, $t(33) = 17{,}26$, $p = 0{,}001$) und mit einer signifikant höheren Entscheidungssicherheit ($M = 4{,}32$, $SD = 0{,}84$, $t(33) = 7{,}54$, $p = 0{,}001$), als unmoralische Entscheidungen (Gefühl unmoralische Entscheidung: $M = 2{,}61$, $SD = 0{,}91$; Sicherheit unmoralische Entscheidung: $M = 3{,}54$, $SD = 0{,}95$).

Bei der Wahl neutraler Entscheidungen zeigten sich die Probanden signifikant sicherer ($M = 4.3$, $SD = 0{,}3$; $t(11) = 2{,}2$, $p < 0.047$), als bei den moralischen Entscheidungen. Hinsichtlich der Gefühlsausprägung ergaben sich bei diesem Vergleich jedoch keine signifikanten Ergebnisse ($M = 4{,}08$, $SD = 0{,}48$, $t(11) = 2{,}1$, $p = 0{,}060$).

7.1.3 Ergebnisse Fragebogen forensische Gruppe

Die forensischen Probanden weißen signifikant häufiger (Wilcoxon Z = -2,94, p = 0,003) moralische (M = 75,1%, SD = 5,32) als unmoralische (M = 24,9%, SD = 5,43) Entscheidungen auf. Hoch signifikante Unterschiede (t(331) = 10,71, p = 0,001) ergeben sich zudem beim Vergleich der Gefühle bei moralischen Entscheidungen (M = 4,41, SD = 0,98) mit den Gefühlen bei unmoralischen Entscheidungen (M = 3,02, SD = 1,14), als auch der Vergleich der Sicherheit bei moralischen Entscheidungen (M = 4,6, SD = 0,73) mit der Sicherheit bei unmoralische Entscheidungen (M = 4,04, SD = 1,03, t(331) = 5,52, p =,001). So fühlten sich die forensischen Probanden bei den gewählten moralischen Entscheidungen signifikant besser als bei unmoralischen Entscheidungen.

Keine signifikante Aussage (t(11) = 0,74, p = 0,47) konnte hingegen beim Vergleich der Gefühle bei moralischen Entscheidungen und der Gefühle bei neutralen Entscheidungen (M = 4,16, SD =0,44) und dem Vergleich der Sicherheit bei moralischen Entscheidungen und der Sicherheit bei neutralen Entscheidungen (M = 4,43, SD = 0,37, t(11) = -0,61, p = 0,554) getroffen werden. Sowohl moralische Entscheidungen, als auch neutrale Entscheidungen riefen tendenziell jedoch positive Gefühle hervor und führten zu einer hohen Entscheidungssicherheit.

7.1.4 Vergleich der behavioralen Daten der gesunden und forensischen Gruppe

Bezüglich des Antwortverhaltens beider Probandenstichproben lassen sich keine signifikanten Ergebnisse feststellen. Die forensischen Probanden entschieden sich jedoch häufiger moralisch (M = 75%), als die gesunde Kontrollgruppe (M = 67,9%; moralische Antworten: Wilcoxon Z = -1,16, p = 0,25; unmoralischer Antworten: Wilcoxon Z = -1,31, p = 0,19). Bei Wahl moralischer Entscheidungen tendieren beide Gruppen dazu, die getroffenen Entscheidungen mit stark positiven Gefühlen zu verbinden. Einen signifikanten Unterschied ergibt sich hier ebenfalls nicht (t(476) = 0,05, p = 0,96).

Ein signifikanter Unterschied ergab sich jedoch bezüglich der Sicherheit mit der die Entscheidungen getroffen wurden. So waren sich die forensischen Probanden sicherer (M = 4,6, SD = 0,73, t(476) = 0,05, p = 0,001) bei den vorgelegten Konflikten moralisch zu handeln, als die gesunde Kontrollgruppe (M = 4,3, SD = 0,84). Nichtsdestotrotz war die Entscheidungssicherheit bei den moralischen Konflikten bei beiden Gruppen sehr hoch.

Einen deutlicheren Unterschied zwischen den Gruppen findet sich hingegen bei Auswertung der unmoralischen Entscheidungen. Die forensischen Probanden zeigten sich im Durchschnitt signifikant sicherer (M = 4,04, SD = 1,03, t(188) = -3,42, p = 0,001) bei manchen Konflikten unmoralisch zu handeln und fühlten sich bei Übertretung von moralischen Normen zudem signifikant besser (M = 3,02, SD = 1,14, t(188) = -2,75, p = 0,008), als die gesunde Kontrollgruppe (Sicherheit: M = 3,54, SD = 0,95; Gefühl: M = 2,62, SD = 0,91). Für eine graphische Übersicht der Verhaltensdaten beider Gruppen siehe auch *Abbildung 7.1*.

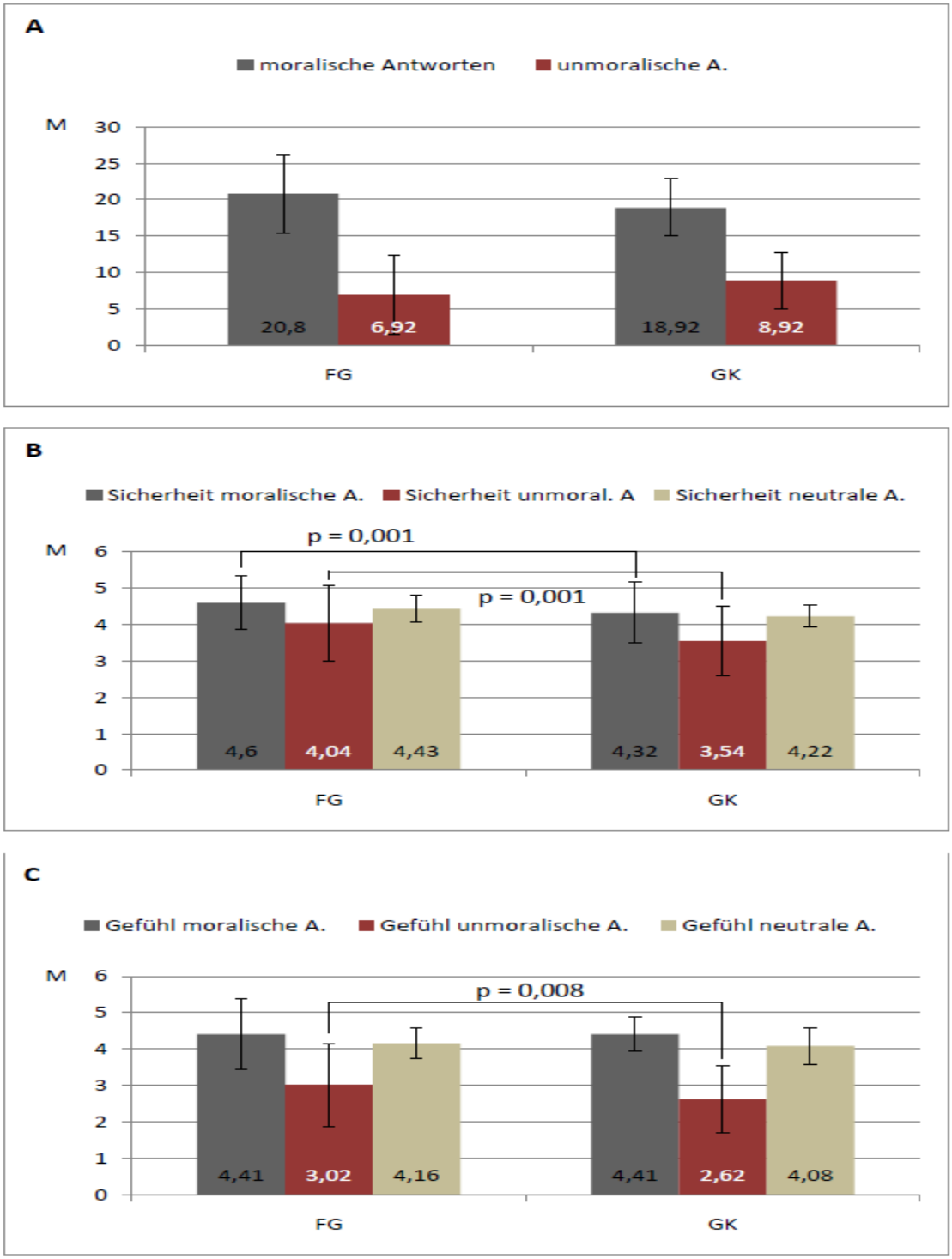


Abbildung 7.1. Auswertung des Fragebogens bezüglich Antwortverhalten, Gefühl und Sicherheit der Konflikte bei der gesunden (GK) und forensischen (FG) Gruppe. Signifikante Unterschiede beider Gruppen bei $p < 0,05$ sind in den Graphiken A, B und C eingezeichnet. **A:** Anzahl der moralischen und unmoralischen Antworten; **B:** Sicherheit bei den moralischen, unmoralischen und neutralen Antworten; **C:** Gefühl bei den moralischen, unmoralischen und neutralen Antworten.

7.2 fMRT-Daten

7.2.1 Gesunde Kontrollgruppe

7.2.1.1 Der Kontrast M > N

Zur Überprüfung der Hypothese, ob moralische Konflikte vermehrt Areale aktivieren, die emotionale und soziale Verarbeitungsprozesse im Sinne des sogenannten „moral brains“ steuern, werden die Hirnaktivierungen während der moralischen Konflikten (M) mit den Aktivierungen während der neutralen Konflikte (N) verglichen (M > N).

Dabei finden sich einige signifikante Mehraktivierungen, die in *Tabelle 7.1* u.a. mit MNI-Koordinaten, T-Werten und Brodmann-Arealen aufgeführt sind. Die moralische Bedingung zeigt signifikante Mehraktivierungen in Arealen des Temporal-, Okzipital-, Frontal- und Parietallappens, sowie des limbischen Systems und des Thalamus im Vergleich zur neutralen Bedingung. Die Aktivierungen erstrecken sich dabei bilateral vom superioren (BA 8,9), medialen (BA 10) und inferioren frontalen Gyrus (BA 44, 45, 47), sowie vom rechten mittleren frontalen Gyrus (BA 9,46) bis zum mittleren (BA 21) und superioren temporalen Gyrus (BA 22, 38) mit Einschluss der temporo-parietalen Junction (TPJ; BA 39, 40). Desweiteren findet man verstärkte Aktivierungen im posterioren cingulus (PCC; BA 23) und im Gyrus cingulus (BA 31) jeweils bilateral, sowie des Präcuneus (BA 7) und Cuneus (BA 18), als Bereiche des Parietal- bzw. Okzipitallappens. In *Abbildung 7.2* sind die signifikanten Mehraktivierungen der verschiedenen Brodmann Areale im fMRT dargestellt.

Tabelle 7.1. Signifikante Mehraktivierungen von Gehirnarealen der gesunden Gruppe im Kontrast M > N. In der Tabelle sind die Namen der jeweiligen Hirnregionen mit zugehörigen Brodmann-Arealen, sowie Clustervolumen in Voxel, MNI-Koordinaten und T-Werten aufgelistet.

Hirnregion	**Rechts, Links**	**Brodmann-Areal**	**Cluster Volumen in Voxel** [a]	**MNI-Koordinaten**			**T-Wert** [b]
				x	**y**	**z**	
sup. temporaler Gyrus	L	39, 40	4177	-42	-46	22	12,99
mittl. temporaler Gyrus	L	21					
inf. temporaler Gyrus	L	20					
supramarginaler + angularer Gyrus	L	39, 40					
sup. temporaler Gyrus	R	22, 38	3198	50	14	-28	11,93
mittl. temporaler Gyrus	R	21					
supramarginaler + angularer Gyrus	R	39, 40					
sup. frontaler Gyrus	R, L	9	2917	0	52	36	20,15
medialer frontaler Gyrus	R, L	10					
Präcuneus	R, L	7	1359	6	-60	38	7,85
Gyrus cingulus	R, L	31					
pos. Cingulum	R, L	29, 30					
Thalamus	R, L	*	438	10	-4	6	6,79
mittl. frontaler Gyrus	R	46	87	60	22	18	7,56
inf. frontaler Gyrus	R	44, 45					

[a] Voxelgröße von 2 x 2 x 2 mm
[b] T-Wert von T = 4,00 auf Clusterebene bei einem korrigierten p-Wert von $p < 0,001$
* keine Brodmann-Areal Zuordnung möglich

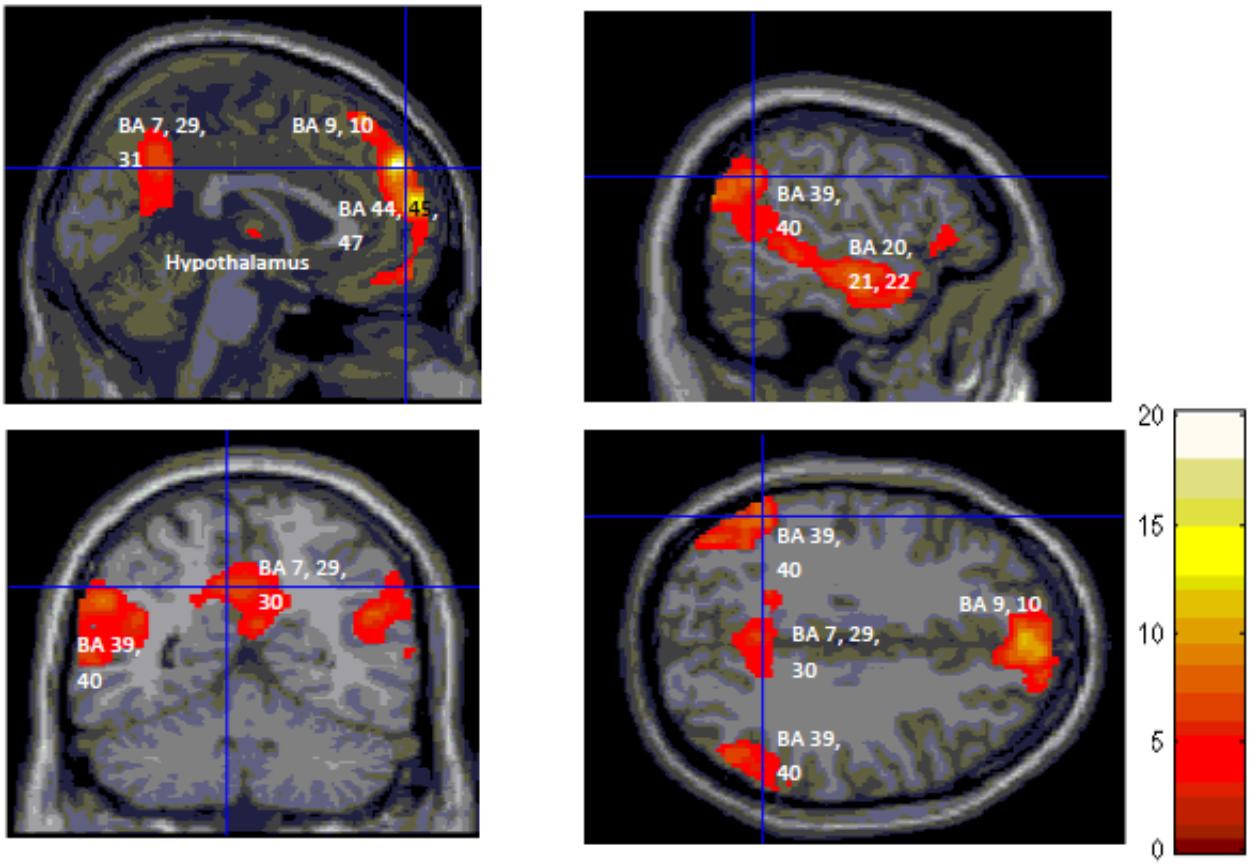


Abbildung 7.2. FMRT Schnittbilder der signifikanten Mehraktivierungen von Gehirnarealen der gesunden Kontrollgruppe im Kontrast M > N. Superiorer (BA 8,9), medialer (BA 10) und inferiorer frontaler Gyrus (BA 44, 45, 47), rechter mittlerer frontaler Gyrus (BA 9, 46), mittlerer (BA 21) und superiorer temporaler Gyrus (BA 22, 38), TPJ (BA 39, 40), PCC (BA 23), Gyrus cingulus (BA 31), Präcuneus (BA 7) und Cuneus (BA 18).

7.2.1.2 Der Kontrast N > M

Um die These zu verifizieren, dass moralische Konflikte vermehrt Areale aktivieren, die emotionale und soziale Verarbeitungsprozesse steuern, wurde die umgekehrte Bedingung *N > M* statistisch ausgewertet.

Die gefundenen signifikanten Mehraktivierungen sind in *Tabelle 7.2* aufgeführt. Dabei finden sich hauptsächlich Areale des Frontallappens, darunter Bereiche des superioren (BA 47), mittleren (BA 11, 46) und inferioren frontalen Gyrus (BA 10, 11 und 44) bilateral, sowie des Parietallappens. Diese Bereiche erstrecken sich vom superioren (BA 2 und 7) und inferioren Parietallappen (BA 19, 39 und 40), über den postcentralen Gyrus (BA 7), bis zum Präcuneus (BA 7). Für einen graphischen Überblick dieser Bereiche siehe auch *Abbildung 7.3.*

Tabelle 7.2. Signifikante Mehraktivierungen von Gehirnarealen der gesunden Gruppe im Kontrast N > M. Aufgeführt sind die Namen der jeweilig aktivierten Hirnregionen mit zugehörigen Brodmann-Arealen, sowie Clustervolumen in Voxel, MNI-Koordinaten und T-Werten.

Hirnregion	**Rechts, Links**	**Brodmann-Areal**	**Cluster Volumen in Voxel** [a]	**MNI-Koordinaten**			**T-Wert** [b]
				x	**y**	**z**	
sup. Parietallappen	R	2, 7	871	32	-62	42	11,12
Präcuneus	R	7					
inf. Parietallappen	R	39, 40					
postcentraler Gyrus	R	7					
mittl. frontaler Gyrus	R	46	392	46	40	16	8,4
inf. frontaler Gyrus	R	44					
mittl. frontaler Gyrus	L	46	296	-46	42	4	7,66
inf. frontaler Gyrus	L	44					
sup. frontaler Gyrus	L	47	188	-26	36	-14	8,97
mittl. frontaler Gyrus	L	11					
inf. frontaler Gyrus	L	11					
sup. Parietallappen	L	7	156	-32	-64	50	5,53
inf. Parietallappen	L	19, 39					
Präcuneus	L	7					
inf. Parietallappen	L	40	108	-48	-40	46	7,76

[a] Voxel Größe von 2 x2 x 2 mm
[b] T-Wert von T = 4,00 auf Clusterebene bei einem korrigierten p-Wert von p = 0,001

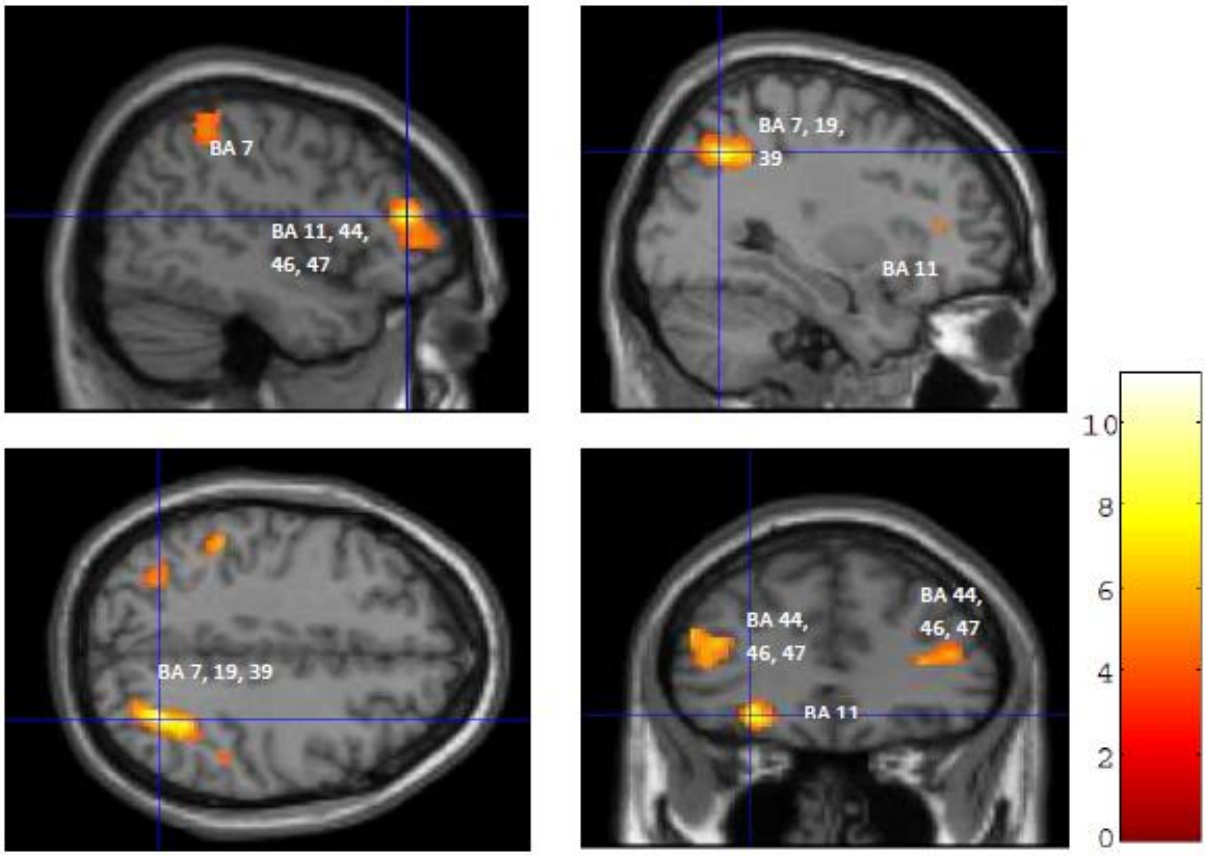


Abbildung 7.3. FMRT Schnittbilder der signifikanten Mehraktivierung von Gehirnarealen der gesunden Kontrollgruppe im Kontrast N > M. Superiorer (BA 47), mittlerer (BA 11, 46) und inferiorer frontaler Gyrus (BA 10, 11 und 44), sowie superiorer (BA 2 und 7) und inferiorer Parietallappen (BA 19, 39 und 40), PCC (BA 7) und Präcuneus (BA 7).

7.2.2 Forensische Patientengruppe

7.2.2.1 Der Kontrast M > N

Analog zur gesunden Kontrollgruppe zeigt der Kontrast M > N innerhalb der forensischen Patientengruppe ebenfalls mehrere signifikante neuronale Mehraktivierungen bei einem T-Wert von T = 4,0 auf Clusterebene und einem korrigierten p-Wert von p = 0,001 (siehe *Tabelle 7.3*). Diese können hierbei in Arealen des Temporallappens, des limbischen Systems, des Parietal- und Okzipitallappens, sowie des Frontallappens beobachtet werden. Das größte zusammenhängende Cluster mit 1338 Voxel umfasst bilaterale Bereiche des Parietal- und Okzipitallappens, sowie des limbischen Systems, die sich vom Cuneus (BA 18) und Präcuneus (BA 7) bis zum Gyrus cingulus (BA 31) und über das posteriore Cingulum (BA 29, 30) erstrecken. Im Temporallappen findet man Aktivierun-

gen entlang des rechten superioren (BA 22,38), des mittleren (BA 21) und inferioren temporalen Gyrus (BA 20) bilateral, sowie des rechten Gyrus supramarginales und angularis, das anatomisch dem Gebiet der temporo-parietalen Junction (TPJ; BA 39, 40) entspricht. Im Frontallappen ergeben sich zudem signifikante Mehraktivierungen im medialen (BA 10) und superioren frontalen Gyrus (BA 9). *Abbildung 7.4* zeigt die gefundenen Aktivierungen in fMRT-Schnittbildern.

Tabelle 7.3. Signifikante Mehraktivierungen von Gehirnarealen der forensischen Gruppe im Kontrast M > N. In dieser Tabelle findet sich eine Auflistung der jeweiligen aktivierten Hirnregionen mit zugehörigen Brodmann-Arealen, sowie Clustervolumen in Voxel, MNI-Koordinaten und T-Werten.

Hirnregion	**Rechts, Links**	**Brodmann-Areal**	**Cluster Volumen in Voxel** [a]	**MNI-Koordinaten**			**T-Wert** [b]
				x	**y**	**z**	
Gyrus cingulus	R, L	31	1338	-4	-46	38	12,88
Präcuneus	R, L	7					
sup. temporaler Gyrus	R	22	896	64	-12	-8	11,99
inf. temporaler Gyrus	R	20					
mittl. temporaler Gyrus	R	21					
sup. frontaler Gyrus	R	9	700	6	58	12	8,24
medialer frontaler Gyrus	R, L	10					
mittl. temporaler Gyrus	L	21	611	-62	-58	20	6,84
Gyrus supramarginalis + Gyrus angularis	L	39, 40					
sup. frontaler Gyrus	L	6	154	-4	12	74	6,83
mittl. temporaler Gyrus	L	21	153	-52	-10	-16	9,06
inf. temporaler Gyrus	L	20					
Cuneus	R	18	98	4	-60	6	6,15
post. Cingulum	R, L	31					

[a] Voxel Größe von 2 x 2 x 2 mm
[b] T-Wert von T = 4,00 auf Clusterebene bei einem korrigierten p-Wert von p = 0,001

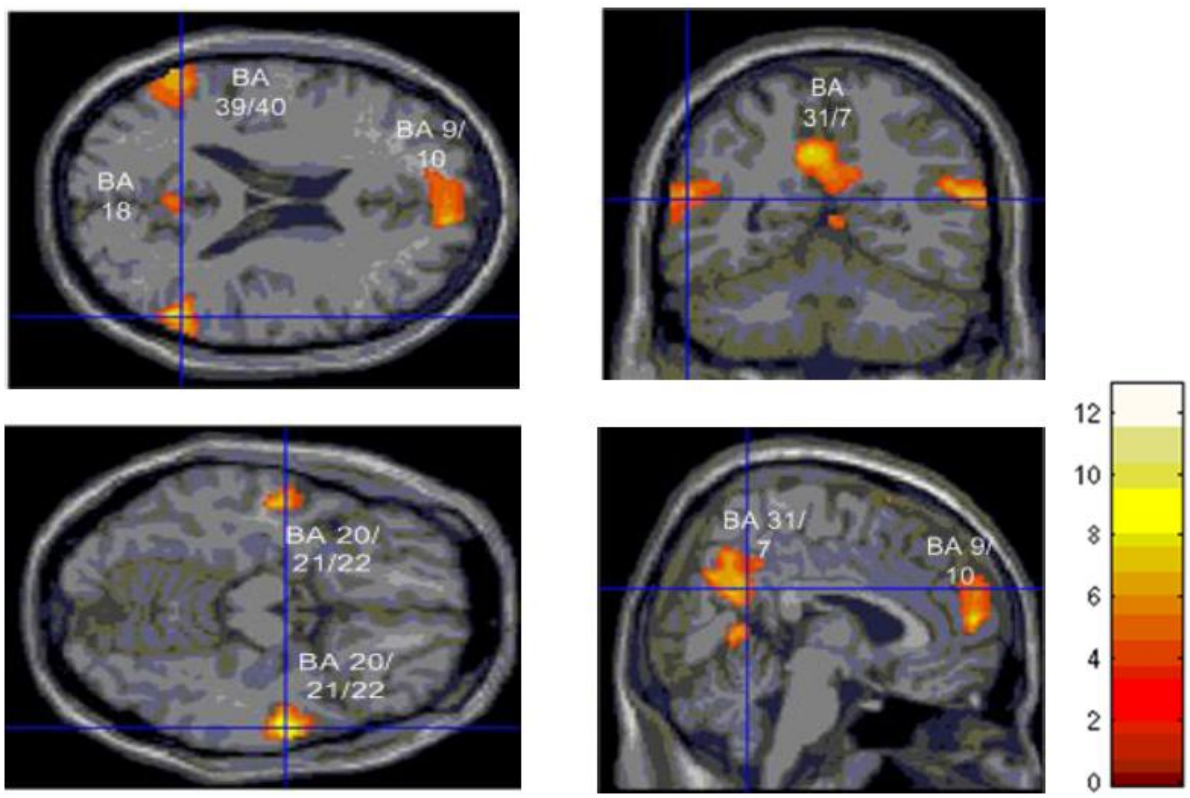


Abbildung 7.4. FMRT Schnittbilder signifikanter Mehraktivierungen von Gehirnarealen der forensischen Gruppe im Kontrast M > N. Medialer (BA 10) und superiorer frontaler Gyrus (BA 9), superiorer temporaler Gyrus (BA 22, 38) rechts, mittlerer (BA 21) und inferiorer temporaler Gyrus (BA 20) bilateral, sowie die TPJ (BA 39, 40).

7.2.2.2 Der Kontrast N > M

Anders als bei der gesunden Kontrollgruppe konnten bei dem Vergleich N > M bei der forensischen Gruppe keine signifikanten Mehraktivierungen bestimmt werden.

7.2.3 Mehraktivierungen der gesunden Gruppe im Vergleich zur forensischen Gruppe im Kontrast M > N

Um Unterschiede bzgl. der Aktivierung zwischen den beiden Gruppen darzustellen, wurde der Kontrasts M > N zwischen beiden Testgruppen berechnet. Dabei ergaben sich bei den gesunden Probanden signifikante Mehraktivierungen folgender Hirnareale gegenüber der forensischen Patientengruppe: Bereiche des rechten superioren (BA 22, 38) und mittleren temporalen Gyrus (BA 21), sowie des superioren (BA 9, 10) und medialen frontalen Gyrus (BA 8) beidseitig. Die genannten Ergebnisse sind in der unten stehenden *Tabelle 7.4* nochmals detailliert aufgeführt. *Abbildung 7.4* zeigt die Mehraktivierungen der gesunden Gruppe gegenüber der forensischen Gruppe.

Tabelle 7.4. Signifikante Mehraktivierungen der gesunden Gruppe gegenüber der forensischen Gruppe im Kontrast M > N. In dieser Tabelle sind die Namen der jeweiligen aktivierten Hirnregionen mit zugehörigen Brodmann-Arealen, sowie Clustervolumen in Voxel, MNI-Koordinaten und T-Werten aufgelistet.

Hirnregion	**Rechts, Links**	**Brodmann -Areal**	**Cluster Volumen in Voxel** [a]	**MNI-Koordinaten**			**T-Wert** [b]
				x	**y**	**z**	
sup. temporaler Gyrus	R	22, 38	1019	60	-32	0	4,6
mittl. temporaler Gyrus	R	21					
sup. frontaler Gyrus	R, L	9, 10	816	4	44	38	11,99
med. frontaler Gyrus	R, L	8					

[a] Voxelgröße von 2 x 2 x 2 mm
[b] T Wert von T = 2,5 auf Clusterebene bei einem korrigierten p-Wert von p < 0,001

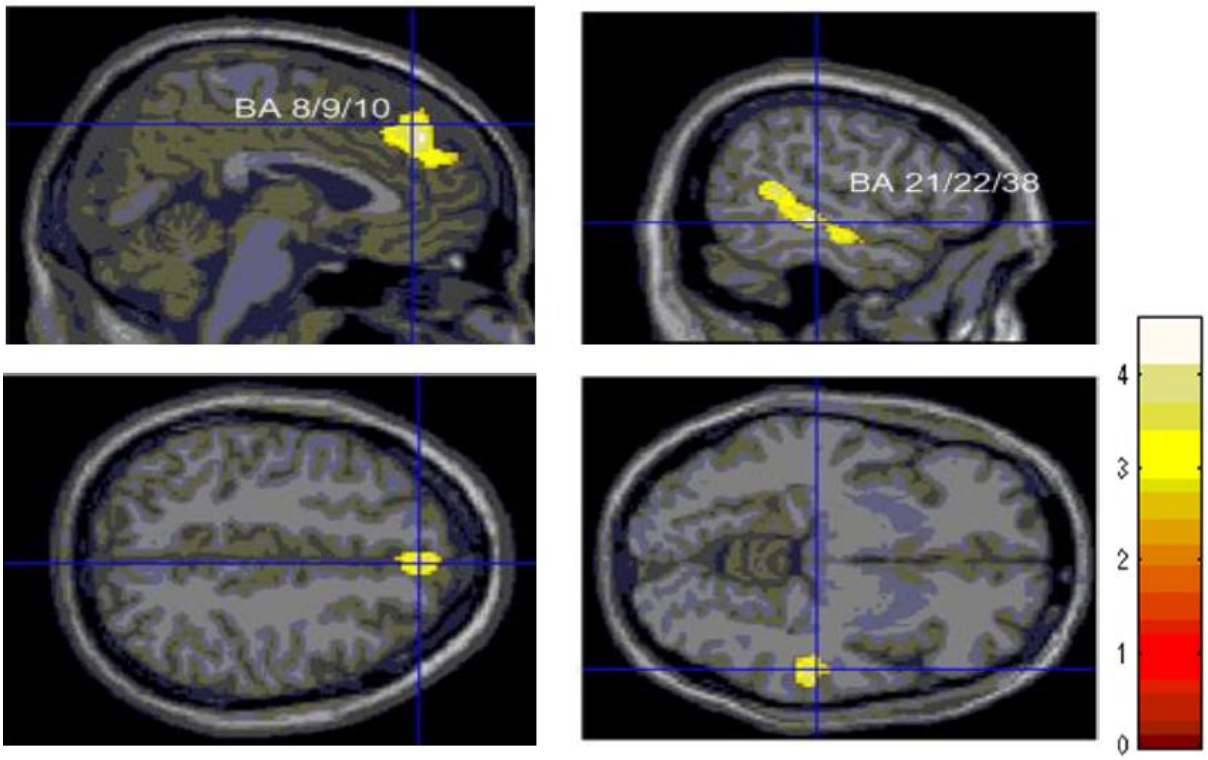


Abbildung 7.5. FMRT Schnittbilder signifikanter Mehraktivierungen von Gehirnarealen der gesunden Kontrollgruppe gegenüber der forensischen Gruppe im Kontrast M > N. Rechter superiorer (BA 22, 38) und mittlerer temporaler Gyrus (BA 21), sowie superiorer (BA 9, 10) und medialer frontaler Gyrus (BA 8).

Betrachtet man die Überlagerungsbilder im fMRT der beiden Gruppen genauer (siehe *Abbildung 7.6*), so fällt auf, dass beide Gruppen zwar ähnliche Areale aktivieren, die gesunde Kontrollgruppe (hier rot dargestellt) jedoch deutlich stärker ausgeprägt als die forensische Gruppe (hier grün dargestellt). Signifikanzen ergaben sich jedoch nur in den oben beschriebenen Arealen.

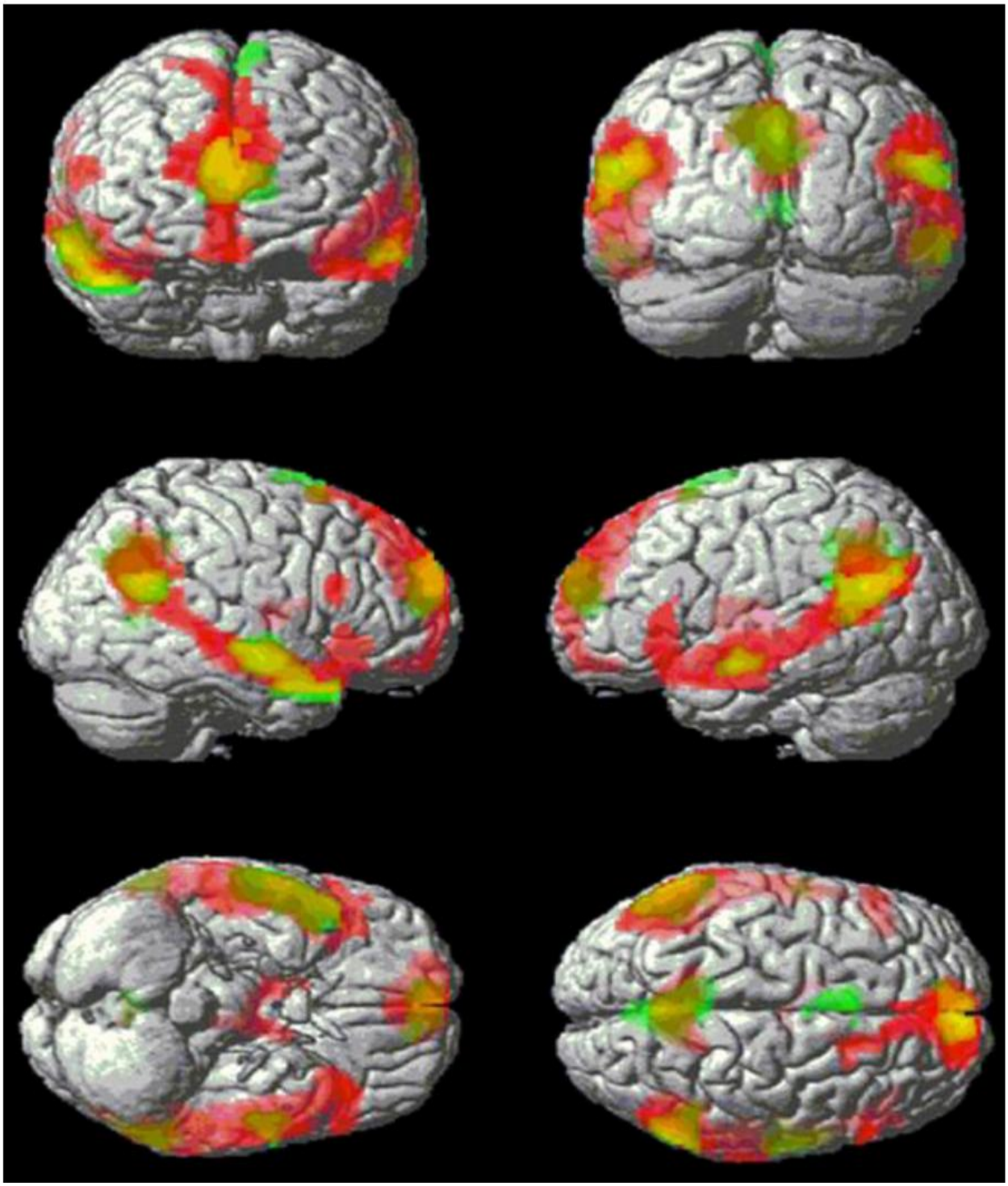


Abbildung 7.6. Überlagerung der Gehirnaktivierungen der gesunden (rot dargestellt) und der forensischen Gruppe (grün dargestellt) im Kontrast M > N auf einem standardisierten Template Gehirn.

8. Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, Unterschiede in der moralischen Urteilsfähigkeit zwischen einem suchtmittelabhängigen, forensischen Patientenkollektiv und einer gesunden Vergleichsgruppe sowohl auf Verhaltensebene, als auch auf neuronaler Ebene abzubilden. Dazu wurden 28 moralische Konflikte und 28 neutrale Vergleichskonflikte generiert. Die moralischen Konflikte beinhalteten alltagsrelevante moralische Entscheidungssituationen mit zwischenmenschlichen Interaktionen, bei denen die getroffenen Entscheidungen keinerlei Schädigung von Mitmenschen implizierten. Dadurch grenzten sich die verwendeten Konflikte der vorliegenden Studie klar von den bisher in der Literatur verwendeten moralischen Dilemmata ab.

Aufgrund neuester Studien mit suchtmittelabhängigen Probanden wurden Entscheidungsdefizite der forensischen Gruppe bei den moralischen Entscheidungsaufgaben erwartet, sowie verminderte Aktivierungen frontaler und temporaler Bereiche (für einen genaueren Überblick siehe *Kapitel 5).*

Bevor die Ergebnisse der Studie in den nachfolgenden Kapiteln näher diskutiert werden, erfolgt zunächst eine erneute Darstellung der wichtigsten Studienergebnisse.

Bei dem Kontrast M > N wurden die Gehirnaktivierungen während moralischer Entscheidungsaufgaben mit den Aktivierungen während neutraler Konflikte verglichen. Dabei ergaben sich sowohl bei der forensischen Gruppe (siehe *Tabelle 7.3*), als auch bei der gesunden Gruppe (siehe *Tabelle 7.1*) hauptsächlich signifikante Aktivierungen des medialen Präfrontalcortex (BA 9, 10), des DLPFC (BA 10, 46), des STS (v.a. BA 21, 22), der TPJ (BA 39, 40), des aTP (BA 38) und Teile des Präcuneus. Bei Vergleich der beiden Gruppen, ergaben sich im Kontrast M > N bei den gesunden Probanden signifikante Mehraktivierungen des rechten superioren (BA 22, 38) und mittleren temporalen Gyrus (BA 21), sowie des superioren (BA 9, 10) und medialen frontalen Gyrus (BA 8) im Gegensatz zur forensischen Gruppe (siehe *Tabelle 7.4).*

In der nachfolgenden Diskussion werden zunächst die behavioralen Daten beider Gruppen erörtert. Im Anschluss werden die Aktivierungen der einzelnen Gehirnareale im Hinblick auf die vorliegende Studie näher diskutiert und zu Schluss die Minderakti-

vierungen der forensischen Gruppe gegenüber der gesunden Kontrollgruppe näher beleuchtet.

8.1 Diskussion der Verhaltensdaten beider Testgruppen

Betrachtet man die Ergebnisse auf behavioraler Ebene, so ergeben sich bezüglich des moralischen bzw. unmoralischen Antwortverhaltens zwischen der gesunden und der forensischen Gruppe keine signifikanten Unterschiede. Auch hinsichtlich der Gefühle bei moralischen Entscheidungen konnten keine signifikanten Unterschiede abgebildet werden. Bei Auswertung der unmoralischen Konflikte zeigt sich hingegen, dass sich die forensischen Patienten bei Übertretung einer ethischen Norm signifikant sicherer und signifikant besser fühlten als die gesunde Kontrollgruppe. Der Grund ist vermutlich in der Konzeption der moralischen Konflikte zu sehen. Sie führen weder zu einer direkten noch indirekten Schädigung von Mitmenschen und haben auch keine langfristigen negativen Konsequenzen zur Folge. Das Auftreten von ähnlich negativen Emotionen bei Treffen einer unmoralischen Entscheidung, wie sie anscheinend die gesunden Probanden verspüren, könnte dadurch bei den forensischen Probanden reduziert sein. Das Antwortprofil der forensischen Probanden weist darauf hin, dass diese den Versuchsaufbau sowohl verstanden, als auch eine Vorstellung darüber haben, was bezüglich Ethik und Moral gesellschaftlich gefordert und sozial erwünscht ist. Es hat den Anschein, als versuche sich die forensische Gruppe mit bevorzugter Wahl der moralischen Entscheidungen vorteilhaft zu präsentieren. Dies könnte zeigen, dass sie die Fähigkeit der Selbstreflektion und Perspektivenübernahme beherrschen. Sie scheinen wie gesunde Menschen in der Lage zu sein, auf ein - zumindest einigermaßen - intaktes Emotionsverarbeitungssystem zurückgreifen zu können, welches normalerweise unerwünschte Verhaltensweisen inhibiert und zu vorausschauendem Handeln befähigt.

Im Vorfeld der Studie wurde der PCL-R Wert (siehe *Abschnitt 6.1.2*) der forensischen Versuchspersonen erfasst, um eine dissoziale Persönlichkeitsstörung auszuschließen. Dabei erzielten sie bei Faktor 1, der die gestörte affektive, interpersonelle Persönlichkeitsstruktur (wie z.B. Mangel an Empathie, Manipulation, pathologisches Lügen usw.) erfasst, durchschnittlich nur eine sehr geringe Ausprägung dieser Persönlichkeitsmerkmale. Affektive Dysfunktionen scheinen bei diesem Patientenkollektiv also kaum eine Rolle zu spielen, was mit den obig genannten Verhaltensdaten im Konsens steht. Umso verwunderlicher ist es, dass sie gemäß Faktor 2 des PCL-R Scores dennoch erhebliche kriminelle Verhaltensauffälligkeiten zeigen.

In unserer forensischen Patientenstichprobe scheint das moralische Verhalten unter neutralen Versuchsbedingungen stark von dem Verhalten im reellen Umfeld zu differieren. Betrachtet man jedoch die Tatsache, dass alle 12 forensischen Patienten die ICD-10 Kriterien eines oder multipler Abhängigkeitssyndrome erfüllen, so ist dies nicht allzu verwunderlich. Studien konnten zeigen, dass die Inhibierung unerwünschter Verhaltensweisen mittels Verknüpfung von negativen Gefühlen bei suchtmittelabhängigen Probanden womöglich gestört ist (Schoenbaum et al., 2006). Wie schon von Hoffman et al. (1990) postuliert, besteht der wesentliche Konflikt bei moralischen Handlungen darin, einerseits seine eigenen persönlichen Bedürfnisse zu befriedigen, als auch darin die Bedürfnisse unserer Mitmenschen in unseren Entscheidungsprozess mit einzubeziehen (Hoffman, 1990). Negative Gefühle führen dadurch meist zu einer Unterdrückung unserer eigenen Bedürfnisse und damit zur Förderung moralischer Verhaltensweisen. Bechara et al. (2001) konnte in seinen Studien mithilfe des „Iowa Gambling Tests“ ebenfalls Defizite im Entscheidungsverhalten suchtmittelabhängiger Probanden aufzeigen. Sie entscheiden sich im Gegensatz zu gesunden Probanden eher für sofortige Erfolge, ohne dabei die langfristigen Konsequenzen abzuschätzen (Bechara et al., 2001).

In unserer Studie konnten wir diese gefundenen Verhaltensdefizite bei den suchtmittelabhängigen, forensischen Probanden nicht eindeutig abbilden. Möglicherweise liegt das an der Tatsache, dass unsere Probanden vor Durchführung der Studie schon mehrere Monate suchtmittelabstinent waren. Inwieweit Drogenabstinenz oder ehemaliger Substanzmittelmissbrauch Auswirkungen auf die moralische Entscheidungsfähigkeit hat, kann mit der vorliegenden Studie jedoch nicht geklärt werden.

8.2 Diskussion der fMRT Daten

8.2.1 FMRT Daten innerhalb beider Testgruppen bei M > N

Betrachtet man die Ergebnisse auf neuronaler Ebene so zeigen die Aktivierungen der Hirnareale beider Gruppen bei Vergleich der moralischen Konflikte gegenüber den neutralen Konflikten (Kontrast M > N) ebenfalls ein recht einheitliches Bild. Aktiviert wurden Areale des Frontalcortexes, darunter der mediale Präfrontalcortex (BA 9 und 10), der dorsolaterale Präfrontalcortex (BA 10, 46) und der ventromediale Präfrontalcortex (BA 44, 45). Desweiteren zeigen sich Mehraktivierungen im Bereich des Temporallappens, wie der STS (v.a. BA 21, 22) und der aTP (BA 38), zudem der posterioren Cingu-

lums, der Präcuneus und Teile der TPJ (BA 39, 40). Die gesunde Kontrollgruppe aktivierte außerdem Bereiche des Thalamus bilateral (siehe *Tabelle 7.4.*)

Vor allem frontale Areale, wie der mPFC, der VMPFC und der DLPFC zeigen regelmäßige Aktivierungen bei unterschiedlichen Moralstudien, aber auch Bereiche des STS (Moll et al., 2001; vgl. z.B. Heekeren et al., 2005; Luo et al., 2006), sowie der aTP (Heekeren et al., 2003; Heekeren et al., 2005). Einen genauen Überblick bietet *Abschnitt 2.1.* Im Weiteren sollen nun die einzelnen Areale genauer diskutiert werden.

Der mPFC scheint nach bisheriger Studienlage stark an introspektiven Verarbeitungsprozessen beteiligt sein, also bei der Wahrnehmung eigener Emotionen und Intentionen (Zysset et al., 2002). Dem VMPFC als Bereich des mPFCs wird eine enorme Beteiligung an Integrationsprozessen von Emotionen bei moralischen Entscheidungen zugeschrieben (Greene & Haidt, 2002). Vor allem die Wahrnehmung negativer Gefühle und Konsequenzen scheint unser Verhalten zu modifizieren (Greene, 2007). In der vorliegenden Studie hatten die Probanden zu entscheiden, ob sie eine moralische Norm erfüllen wollen, oder einem eigenen persönlichen Bedürfnis nachgehen. Dabei entsteht gewöhnlich eine Unmenge konkurrierender Emotionen. Die Aktivierung des VMPFCs verwundert nicht, da die Abwägung beider Entscheidungsmöglichkeiten durch Einbindung von emotionalen Komponenten bei moralischen Urteilen unumgänglich scheint. Desweiteren wird angenommen, dass der VMPFC an der Inhibierung unerwünschter Verhaltensweisen, durch Unterdrückung der eigenen, egoistischen Bedürfnisse beteiligt ist (Ciaramelli et al., 2007). Die Versuchspersonen mussten in der vorliegenden Studie zwischen verschiedenen Handlungsalternativen wählen. Um sich für die moralische Alternative entscheiden zu können ist es nötig die eigenen Bedürfnisse und Ziele zurückzustellen.

Desweiteren werden dorsolaterale Bereiche des Frontallappens aktiviert, die dem DLPFC entsprechen. Man geht davon aus, dass Aktivierungen dieser Areale auf Verarbeitung von kognitiven Prozessen und abstrakter Entscheidungsfähigkeit beruhen (Koechlin, Ody, & Kouneiher, 2003). Der DLPFC wurde in bisherigen Studien von Greene et al. (2001) zudem stark bei rationalen, utilitaristischen Entscheidungen aktiviert (vgl. auch Greene et al., 2004). Dabei zeigte sich nach statistischer Auswertung eine signifikante Mehraktivierung des DLPFCs (BA 10) bilateral bei utilitaristischen Entscheidungen (z.B. die Schädigung einer Person in Kauf nehmen, um eine besseres Gesamtziel zu erreichen) im Gegensatz zu nicht-utilitaristischen Entscheidungen, sowie bei schwierigen persönlichen moralischen Dilemmata im Vergleich zu einfachen persönlichen Dilemmata (Greene et al., 2001; vgl. auch Greene et al., 2004). Die Ergebnisse der Studie

stützen die Theorie, dass der DLPFC v.a. an kognitiven Kontrollprozessen beteiligt ist. Um eine utilitaristische Wahl treffen zu können, ist eine Inhibierung emotionaler Komponenten notwendig (Greene et al., 2004). Bei der Entscheidung moralisch zu handeln und nicht der Erfüllung eines persönlichen Bedürfnisses nachzukommen, laufen vermutlich zwei konkurrierende emotionale und kognitive Verhaltensprozesse ab. Die Mehraktivierung des DLPFCs bei den moralischen Konflikten der vorliegenden Studie spiegelt vermutlich diese Prozesse wider.

Ein weiteres von beiden Gruppen aktiviertes Areal entspricht dem Bereich der TPJ bilateral, einer Übergangszone zwischen Parietal- und Temporallappen. Diese Hirnregion beinhaltet Areale des Gyrus supramarginalis, des Gyrus angularis und des superioren temporalen Gyrus. Aktivierungen der TPJ finden sich auch in ToM Studien (Fletcher et al., 1995; Vogeley, Kurthen, Falkai, & Maier, 1999; Gallagher et al., 2000; für einen Überblick siehe auch Saxe & Powell, 2006). Dabei scheint die rechte TPJ hauptsächlich Prozesse der Belief-Attribution zu steuern (Saxe & Powell, 2006). Studien von Saxe & Powell (2006) zeigen selektive Aktivierungen der TPJ bilateral, wenn den Versuchspersonen Geschichten präsentiert werden, die die mentalen Zustände einer Person beschreiben, im Gegensatz zu Geschichten über den Gesundheitszustand bzw. die sozialen Hintergründe. Den Einfluss der TPJ auf die Belief-Attribution während moralischer Urteile zeigt sich ebenfalls in der Studie von Young et al. (2007), die in *Kapitel 3.2.* bereits näher beschrieben wurde.

Weitere Studien schreiben der TPJ eher Prozesse der Aufmerksamkeitssteuerung zu (für einen Überblick siehe Mitchell, 2008). In alltäglichen Situationen werden wir vielen unterschiedlichen Reizen ausgesetzt. Um unsere Aufmerksamkeit wichtigen Dingen widmen zu können, ist es notwendig die potentiell relevanten Reizeindrücke herausfiltern zu können. Bei Patienten mit Schädigung der TPJ ist diese Fähigkeit hingegen beeinträchtigt (Friedrich, Egly, Rafal, & Beck, 1998). Je nach eintreffendem Stimulus muss dabei ein Aufmerksamkeitswechsel stattfinden, wodurch die gerade ausgeführte Verhaltensweise womöglich inhibiert wird. In der vorliegenden Studie könnten die beobachteten Aktivierungen im Bereich der TPJ ebenfalls Aufmerksamkeitsprozesse widerspiegeln, hinsichtlich der Abwägung negativer bzw. positiver Konsequenzen. Desweiteren könnte die Mehraktivierung der TPJ die Belief-Attribution während der moralischen Konflikte anzeigen, da in diesen Fällen immer zwischenmenschliche Interaktionen beschrieben wurden. Die Einbeziehung des mentalen Zustands dieser Person ist für das Treffen moralischer Entscheidungen vermutlich von großer Bedeutung.

Der Präcuneus wird in der Literatur hauptsächlich mit der Verarbeitung bildlicher Darstellungen in Verbindung gebracht (Kjaer et al., 2001), aber auch für Funktionen des episodischen Gedächtnisses, sowie der Selbstwahrnehmung (Fletcher et al., 1995). Die signifikante Mehraktivierung des Präcuneus bei den moralischen Konflikten könnte auf eine vermehrte Wahrnehmung eigener mentaler Zustände hindeuten. Es ist denkbar, dass diese Fähigkeit vor allem bei den moralischen Konflikten eingesetzt wird, da in diesen Fällen ein moralisches Verhalten mit einem persönlichen Bedürfnis konkurriert. Nichtsdestotrotz findet man bei der gesunden Kontrollgruppe auch Aktivierungen des Präcuneus bei dem Vergleich N > M. Eventuell spiegelt er hier vor allem Prozesse des episodischen Gedächtnisses wider. Die moralischen Konflikte rufen möglicherweise vermehrt Erinnerungen an ähnliche Situationen hervor, die im Anschluss in unsere moralische Urteilsfindung mit einbezogen werden.

Ein weiteres Areal, das bei den moralischen Konflikten stark aktiviert wurde ist der superiore temporale sulcus (STS). Dieser Bereich dient vorwiegend der Verarbeitung körperlicher Empfindungsprozesse, sowie der Zuschreibung von Bewegungsintentionen anderer Personen (Allison et al., 2000; Gallagher & Frith, 2003). Desweiteren verarbeitet er Prozesse, die für das Verständnis der präsentierten Geschichten zuständig sind (Gallagher et al., 2000), sowie Stimuli die die Persönlichkeitsstruktur anderer Personen repräsentieren (Greene & Haidt, 2002). Brothers & Ring (1992) konnten diese Theorie durch ihre Forschungen stützen. Die Mehraktivierung des STS in der vorliegenden Studie könnte vor allem auf Verständnisprozessen hinsichtlich der präsentierten Konflikte beruhen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass sich die Aktivierungen der verschiedenen Hirnareale in der vorliegenden Studie gut in die Erkenntnislage anderer bildgebender Studien zu moralischen Entscheidungsprozessen eingliedern lassen. Nichtsdestotrotz findet man Aktivierungen dieser Areale nicht nur bei moralischen Aufgaben, sondern auch bei Aufgaben, die hohe soziale und zwischenmenschliche Fähigkeiten (wie z.B. ToM) erfordern. Man erlangt somit den Eindruck, dass es eine komplexe Verbindung zwischen neuronalen Prozessen gibt, die einerseits moralische Fragestellungen, als auch soziale Interaktionen verarbeiten. Einige moralische Entscheidungen scheinen erst durch die Verarbeitung von sozialen Informationen zustande zu kommen (vgl. Greene & Haidt, 2002).

8.2.2 Diskussion der Mehraktivierungen von Hirnarealen bei der gesunden Gruppe gegenüber der forensischen Gruppe im Kontrast M > N

Die gesunde Kontrollgruppe zeigt im Vergleich zur forensischen Gruppe hinsichtlich des Kontrastes M > N eine signifikante Mehraktivierung im Bereich des Frontallappens, v.a. des superioren (BA 9, 10) und medialen frontalen Gyrus (BA 8) bilateral, sowie des rechten Temporallappens. Darunter der superiore temporale Gyrus (BA 22, 38) und der mittlere temporale Gyrus (BA 21). Die forensische Gruppe zeigt hingegen keine signifikanten Mehraktivierungen gegenüber der gesunden Kontrollgruppe. Dies führt zu dem Schluss, dass auf neuronaler Ebene Unterschiede in der Verarbeitung von moralischen Entscheidungsprozessen beider Testgruppen vorhanden sind. Wie in *Abschnitt 7.2.2.1* gezeigt, aktiviert die forensische Gruppe alle Areale, die laut bisheriger Studienlage an moralischen Entscheidungsprozessen beteiligt sind, jedoch in einigen frontalen und temporalen Arealen in signifikant geringerer Ausprägung als die gesunde Kontrollgruppe. Wie unter *Punkt 7.1.4* erläutert, lassen sich diese Unterschiede jedoch nicht auf behavioraler Ebene abbilden. Dies lässt den Schluss zu, dass für die neuronale Verarbeitung von moralischen Entscheidungen nicht nur ein einziges System zuständig ist, sondern unterschiedliche ineinandergreifende Netzwerke beteiligt sind. Die neuronale Minderaktivierung der forensischen Gruppe gegenüber den gesunden Probanden im Kontrast M > N zeigt womöglich die Aktivierung der notwendigsten Hirnareale an, die für moralische Verhaltensprozesse benötigt werden. Folgt man der Theorie, dass sich die forensischen Probanden hauptsächlich im Sinne einer sozialen Erwünschtheit verhalten, so lassen sich die verminderten Aktivierungen der Brodmann-Areale 9 und 10, welche hauptsächlich dem mPFC, sowie dem VMPFC entsprechen, bei der forensischen Probandengruppe erklären. Die Bevorzugung von moralischen Entscheidungen gemäß sozialer Erwünschtheit führt gegebenenfalls zu einer Inhibierung der eigenen persönlichen Ziele und Intentionen. Das forensische Patientenkollektiv entscheidet sich somit nicht gemäß ihrer eigenen moralischen Vorstellungen, sondern wie sie sich hinsichtlich gesellschaftlicher Normen entscheiden *sollten*. Eine starke introspektive Wahrnehmung, sowie emotionale Einbindung in den moralischen Entscheidungsprozess würde dabei eher geringer ausgeprägt sein. Für flexiblere und differenziertere moralische Entscheidungsprozesse sind womöglich weitere Bereiche des Gehirns notwendig, z.B. Areale des Frontal- und Temporallappens, die hier von der gesunden Gruppe verstärkt aktiviert werden.

Eine weitere Erklärung für die verminderten Aktivierungen frontaler und temporaler Bereiche bei den forensischen Versuchspersonen lässt sich möglicherweise in der Substanzmittelanhängigkeit dieser Probanden finden. So zeigen Studien, dass eine Korrelation zwischen einer Abhängigkeitssymptomatik und funktionellen, sowie strukturellen neuronalen Veränderungen bestehen (Goldstein & Volkow, 2002). Dabei spielen v.a. Veränderungen des Frontallappens während Entscheidungsaufgaben eine entscheidende Rolle, bei denen sich hauptsächlich Minderaktivierungen präfrontaler Areale (BA 9, 10), sowie des OFCs (BA 11) quantifizieren lassen (Paulus, Hozackk, & Zauscher, 2002). Diese frontalen Dysfunktionen scheinen zum Ausleben von impulsiven und reizgesteuerten Verhaltensweisen zu führen (Volkow et al., 2003). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie können durchaus auf einen Zusammenhang zwischen präfrontalen Minderaktivierungen während moralischer Entscheidungsaufgaben und einer Abhängigkeitssymptomatik hindeuten. Die beschriebenen Verhaltensdefizite während Entscheidungsaufgaben können in der vorliegenden Studie jedoch nicht verifiziert werden. Möglicherweise verfügen die forensischen Probanden über bestimmte Kompensationsmechanismen, die diese gefundenen präfrontalen Dysfunktionen ausgleichen. Kritisch anzumerken bleibt jedoch, dass in den bisherigen Studien mit substanzmittelabhängigen Probanden hauptsächlich Patienten untersucht wurden, bei denen die durchschnittliche Abstinenzdauer nur wenige Tage bis Wochen betrug. In der vorliegenden Studie lag der letzte Drogenkonsum im Schnitt jedoch 10 Monate zurück. Morphologische Remodelling Prozesse während dieser Zeit, die womöglich zu einer Reversibilität der beschriebenen Verhaltensdefizite geführt haben könnten, können nicht ausgeschlossen werden.

Geht man davon aus, dass aufgrund der langen Abstinenzdauer Suchtmittel keinen Einfluss mehr auf die neuronalen Prozesse während moralischer Entscheidungsaufgaben ausüben, so muss ebenfalls der Aspekt näher beleuchtet werden, dass alle an der Studie beteiligten forensischen Probanden in der Vergangenheit enorme gewalttätige Verhaltensauffälligkeiten zeigten. Ein Studienüberblick von Bufkin et al. (2005) zeigt sowohl SPECT, PET als auch MRT Studien auf, bei denen Gewaltverbrecher aus forensischen Einrichtungen, Gefängnissen und psychiatrischen Kliniken mit gesunden Probanden oder Patienten ohne gewalttätigen Hintergrund verglichen wurden. In der Mehrzahl der Studien zeigten sich Veränderungen präfrontaler und temporaler Bereiche (für einen Überblick siehe Bufkin & Luttrell, 2005). Diese Minderaktivierungen frontaler Areale, darunter v.a. der OFC, anteriore, mediale und superiore Anteile des frontalen Cortex, zeigen in den Studien große Konsistenz. Dies lässt darauf schließen, dass ein Zusam-

menhang zwischen frontalen Veränderungen und aggressiven bzw. impulsiven Verhaltensauffälligkeiten besteht (Bufkin & Luttrell, 2005; Brower & Price, 2001). Frontale Minderaktvierungen scheinen eine gewisse Prädisposition für aggressives Verhalten darzustellen (Bufkin & Luttrell, 2005). Die forensischen Probanden der vorliegenden Studie zeigen gemäß Faktor 2 der Psychopathy Checklist - Revised Version erhebliche antisoziale Verhaltensauffälligkeiten. Man kann also davon ausgehen, dass diese Personen zu impulsiven und gewalttätigen Ausbrüchen neigen. Die frontalen und temporalen Minderaktivierungen der forensischen Probanden im Vergleich zu den gesunden Probanden im Kontrast M > N der vorliegenden Studie könnten möglicherweise diese Prädisposition widerspiegeln. Diese scheint jedoch keinerlei Einfluss auf moralische Entscheidungen auszuüben. Nichtsdestotrotz bleibt anzumerken, dass bisher nur retrospektive Studien durchgeführt wurden. Ob man Personen mit Anomalitäten präfrontaler Bereiche jedoch aggressives Verhalten im Vorfeld prognostizieren kann und inwieweit auch weitere Umweltfaktoren oder soziale Einflüsse dieses biologische Risiko verstärken bzw. vermindern können bleibt unklar (Bufkin & Luttrell, 2005).

.

9. Kritik und Ausblick

Zusammenfassend konnte die vorliegende Studie zeigen, dass alltägliche moralische Entscheidungsaufgaben geeignet sind um Unterschiede zwischen einem suchtmittelabhängigen forensischen Patientenkollektiv und gesunden Probanden abzubilden. Suchtmittelabhängige forensische Probanden weisen auf Verhaltensebene gegenüber gesunden Personen keinerlei Defizite hinsichtlich ihrer moralischen Urteilsfähigkeit auf. Anders als Patienten mit einer psychopathischen Persönlichkeitsstörung scheinen sie imstande zu sein auf ein intaktes Emotionsverarbeitungssystem zurückgreifen zu können und ihr Verhalten hinsichtlich der zu erwartenden Erfolgsaussichten adäquat anpassen zu können. Auf neuronaler Ebene zeigt sich, dass die forensischen Probanden Areale aktivieren, die laut bisheriger Studienlage in Zusammenhang mit moralischer Urteilsfähigkeit stehen. Bei Vergleich mit einem gesunden Probandenkollektiv zeigen sich hingegen Minderaktivierungen präfrontaler und temporaler Bereiche während moralischer Entscheidungsaufgaben. Es scheint, als besäßen die forensischen Probanden Kompensationsmechanismen, die diese Defizite jedoch ausgleichen. Die Studie zeigt zudem einen möglichen Zusammenhang zwischen frontalen Minderaktivierungen und einer bestehenden Abhängigkeitssymptomatik auf. Verhaltensdefizite aufgrund einer Substanzmittelabhängigkeit scheinen nach längerer Abstinenz reversibel zu sein. Dies kann hier jedoch nicht eindeutig geklärt werden. Die Minderaktivierungen könnten zudem auf eine gewisse Prädisposition für aggressives und impulsives Verhalten der forensischen Probanden hindeuten. Diese scheint aber keinen Einfluss auf moralische Entscheidungsprozesse auszuüben. Um diese Theorie weiter zu verfolgen wäre es jedoch sinnvoll prospektive Longitudinalstudien durchzuführen, um zu verifizieren, inwieweit Personen mit frontalen Anomalitäten ohne kriminelle Vorgeschichte zu gewalttätigen Verhaltensauffälligkeiten neigen.

Mithilfe der funktionellen Magnetresonanztomographie konnten Hirnarealen identifiziert werden, welche bei moralischen Entscheidungen verstärkt aktiviert werden. Kritisch angemerkt werden kann jedoch, dass die beobachteten aktivierten Hirnregionen nicht ohne Einschränkung Areale darstellen, die moralischen Entscheidungen zugeschrieben werden, sondern eher sozialen Interaktionen im Allgemeinen. Überdies ist der Generalisierbarkeit der Ergebnisse aufgrund der geringen Probandenstichprobe und

Inhomogenität zwischen den beiden Gruppen erschwert. Nicht auszuschließen ist, dass das unterschiedliche Intelligenzniveau und der Bildungsstand beider Testgruppen, die Ergebnisse hinsichtlich der beobachteten Hirnaktivitäten verzerrt. Auch muss beachtet werden, dass die Messung nur auf der Mittelung aller Hirnaktivierungen beruhen, sich diese aber möglicherweise durch Anpassung der Strategien im Verlauf des Experiments ändern. Daher sind die Messergebnisse nicht unbedingt repräsentativ für die tatsächlich aktivierten Hirnareale. Ferner setzt sich das gesunde Probandenkollektiv aus Männern und Frauen zusammen, während die forensische Gruppe ausschließlich aus Männern besteht. Dies kann ebenfalls zu Gruppenunterschieden hinsichtlich der Hirnaktivierungen geführt haben. Diese Vermutung bestätigt die Studie von Bolla, Eldreth, Matochik, & Cadet (2004), die zeigt, dass Männer und Frauen unterschiedliche Areale bei Entscheidungstests aktivieren. Eine wichtige Ergänzung wäre es, die behavioralen und funktionellen Daten auf Geschlechtsunterschiede weiter zu überprüfen.

Die große Alltagsrelevanz wurde durch sorgfältige Auswahl der Themen während der Aufgabenentwicklung berücksichtigt, sowie von den Probanden im anschließenden Fragebogen bestätigt. In Zukunft könnte man jedoch mit diesen Konflikten Probanden untersuchen, die bereits diagnostizierte Defizite ihrer moralischen Entscheidungsfähigkeit aufweisen. Damit könnte man verifizieren, ob dieser Test tatsächlich geeignet ist, um Defizite der moralischen Urteilsfindung abzubilden.

10. Literaturverzeichnis

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.

Anderson, S. W., Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1999). Impairment of social and moral behavior related to early damage in human prefrontal cortex. *Nature Neuroscience, 2*(11), 1032–1037.

Bargh, J. A., & Chartrand, T. L. (1999). The Unbearable Automaticity of Being. *American Psychologist, 54*(7), 462–479.

Baumeister, R. F., Vohs, K. D., DeWall, C. N., & Zhang, L. (2007). How Emotion Shapes Behavior: Feedback, Anticipation, and Reflection, Rather Than Direct Causation. *Personality and Social Psychology Review, 11*(2), 167–203.

Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Damasio, A. R. (1997). Deciding Advantageously Before Knowing the Advantageous Strategy. *Science, 275*(5304), 1293–1295.

Bechara, A., Dolan, S., Denburg, N., Hindes, A., Anderson, S. W., & Nathan, P. E. (2001). Decision-making deficits, linked to a dysfunctional ventromedial prefrontal cortex, revealed in alcohol and stimulant abusers. *Neuropsychologia, 39*(4), 376–389.

Berthoz, S., Armony, J. L., Blair, R. J. R., & Dolan, R. J. (2002). An fMRI study of intentional and unintentional (embarrassing) violations of social norms. *Brain, 125*(8), 1696–1708, from 10.1093/brain/awf190 / http://brain.oxfordjournals.org/content/125/8/1696.abstract.

Billmann-Mahecha, E., & Horster, D. (2007). Wie entwickelt sich moralisches Wollen? Eine empirische Annäherung. *Moralentwicklung von Kindern und Jugendlichen*, 77–102.

Bolla, K. I., Eldreth, D. A., Matochik, J. A., & Cadet, J. L. (2004). Sex-related Differences in a Gambling Task and Its Neurological Correlates. *Cereb. Cortex, 14*(11), 1226–1232.

Brothers, L., & Ring, B. (1992). Aneuroethological framework for the representation of other minds. *Journal of Cognitive Neuroscience*, (4), 107–118.

Brower, M. C., & Price, B. H. (2001). Advances in Neuropsychiatry: Neuropsychiatry of frontal lobe dysfunction in violent and criminal behaviour: a critical review. *J Neurol Neurosurg Psychiatry, 71*(6), 720–726.

Bufkin, J. L., & Luttrell, V. R. (2005). Neuroimaging Studies of Aggressive and Violent Behavior. *Trauma, Violence, & Abuse, 6*(2), 176–191, from 10.1177/1524838005275089 / http://tva.sagepub.com/content/6/2/176.abstract.

Ciaramelli, E., Muccioli, M., Ladavas, E., & Di Pellegrino, G. (2007). Selective deficit in personal moral judgment following damage to ventromedial prefrontal cortex. *Social Cognitive and Affective Neuroscience, 2*(2), 84–92.

Collins, D. L., Neelin, P., Peters, T. M., & Evans, A. C. (1994). Automatic 3D Intersubject Registration of MR Volumetric Data in Standardized Talairach Space. *Journal of Computer Assisted Tomography, 18*(2).

Crawley, M. J. (2009). *The R book.* Chichester: Wiley.

Damasio, A. R., Everitt, B. J., & Bishop, D. (1996). The Somatic Marker Hypothesis and the Possible Functions of the Prefrontal Cortex [and Discussion]. *Philosophical*

Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 351(1346), 1413–1420.

Damasio, H., Grabowski, T., Frank, R., Galaburda, A. M., & Damasio, A. R. (1994). The return of Phineas Gage: clues about the brain from the skull of a famous patient. *Science, 264*(5162), 1102–1105.

de Mendelssohn, A., Kasper, S., & Tauscher, J. (2004). Neuroimaging bei Substanzabhängigkeit. *Nervenarzt, 75*(7), 651–662.

Dolan, R. J., Lane, R., Chua, P., & Fletcher, P. (2000). Dissociable Temporal Lobe Activations during Emotional Episodic Memory Retrieval. *NeuroImage, 11*(3), 203–209.

Edwards, C. P., & Carlo, G. (2005). Introduction:: Moral Development Study in the 21st Century. *Moral Motivation through the Life Span: Nebraska Symposium, 51.*

Eisenberg, N., Cumberland, A., & Spinrad, T. L. (1998). Parental Socialization of Emotion. *Psychological Inquiry, 9*(4), 241–273. Retrieved February 15, 2009.

Elliott, R., Dolan, R. J., & Frith, C. D. (2000). Dissociable Functions in the Medial and Lateral Orbitofrontal Cortex: Evidence from Human Neuroimaging Studies. *Cereb. Cortex, 10*(3), 308–317.

Fahrmeir, L., Künstler, R., Pigeot, I., & Tutz, G. (2003). *Statistik: Der Weg zur Datenanalyse ; mit 25 Tabellen* (4., verb. Aufl.). Berlin: Springer.

Fletcher, P. C., Frith, C. D., Baker, S. C., Shallice, T., Frackowiak, R. S. J., & Dolan, R. J. (1995). The Mind's Eye--Precuneus Activation in Memory-Related Imagery. *NeuroImage, 2*(3), 195–200.

Fletcher, P. C., Happé, 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*(2), 109–128.

Freud, S., & Strachey, J. (1989). *The ego and the id. The Standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud.* New York: Norton.

Friedrich, F., Egly, R., Rafal, R., & Beck, D. (1998). Spatial attention deficits in humans: A comparison of superior parietal and temporal-parietal junction lesions. *Neuropsychology, 12*(2), 193–207.

Friston, K., Williams, S., Howard, R., Frackowiak, R., & Turner, R. (1996). Movement-related effects in fMRI time-series. *Magn Reson Med, 35*, 346–355.

Frith, C. D., & Frith, U. (1999). Interacting Minds--A Biological Basis. *Science, 286*(5445), 1692–1695.

Frith, C. D., & Frith, U. (2006). The Neural Basis of Mentalizing. *Neuron, 50*(4), 531–534.

Frith, U., & Frith, C. D. (2003). Development and neurophysiology of mentalizing. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences, 358*(1431), 459–473.

Fuster, J. (2001). The Prefrontal Cortex--An Update: Time Is of the Essence. *Neuron, 30*(2), 319–333.

Gallagher, H. L., Happé, F., Brunswick, N., Fletcher, P. C., Frith, U., & Frith, C. D. (2000). Reading the mind in cartoons and stories: an fMRI study of "theory of mind' in verbal and nonverbal tasks. *Neuropsychologia, 38*(1), 11–21.

Gallagher, H. L., & Frith, C. D. (2003). Functional imaging of "theory of mind'. *Trends in Cognitive Sciences, 7*(2), 77–83.

Gobbini, M. I., Koralek, A. C., Bryan, R. E., Montgomery, K. J., & Haxby, J. (2007). Two takes on the social brain: A comparison of theory of mind tasks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, (19), 1803–1814.

Goldstein, R. Z., & Volkow, N. D. (2002). Drug Addiction and Its Underlying Neurobiological Basis: Neuroimaging Evidence for the Involvement of the Frontal Cortex. *Am J Psychiatry, 159*(10), 1642–1652.

Greene, J. (2007). Why are VMPFC patients more utilitarian?: A dual-process theory of moral judgment explains. *Trends in Cognitive Sciences, 11*(8), 322–324.

Greene, J., & Haidt, J. (2002). How (and where) does moral judgment work? *Trends in Cognitive Sciences, 6*(12), 517–523.

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*(5537), 2105–2108.

Haidt, J., Bjorklund, F., & Murphy, S. (2000). *Moral dumbfounding: When intuition finds no reason.* Unpublished manuscript,.

Haidt, J. (2001). The Emotional Dog and its Rational Tail: A Social Intuitionist Approach to Moral Judgment. *Psychological Review, 108*, 814–834.

Haidt, J. (2007). The New Synthesis in Moral Psychology. *Science, 316*, 998–1002.

Haidt, J. (2008). Morality. *Perspectives on Psychological Science, 3*(1), 65–72.

Hare, R. D., Hart, S. D., & Harpur, T. J. (1991). Psychopathy and the DSM-IV criteria for antisocial personality disorder. *Journal of Abnormal Psychology, 100*(3), 391–398.

Heekeren, H. R., Wartenburger, I., Schmidt, H., Prehn, K., Schwintowski, H.-P., & Villringer, A. (2005). Influence of bodily harm on neural correlates of semantic and moral decision-making. *NeuroImage, 24*(3), 887–897.

Heekeren, H. R., Wartenburger, I., Schmidt, H., Schwintowski, H.-P., & Villringer, A. (2003). An fMRI study of simple ethical decision-making. *NeuroReport, 14*(9), 1215–1219.

Hoffman, M. L. (1990). Empathy and justice motivation. *Motivation and Emotion, 14*(2), 151–172.

Hoffman, M. L. (2007). *Empathy and moral development: Implications for caring and justice* (Repr.). Cambridge u. a.: Cambridge University Press.

Horster, D. (Ed.) (2007). *Moralentwicklung von Kindern und Jugendlichen* (1. Aufl.). Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwiss.

Hume, D. (1989). *A treatise of human nature* (2. ed.). Oxford: Clarendon Press.

Hyman, S. E., & Malenka, R. C. (2001). Addiction and the brain: The neurobiology of compulsion and its persistence. *Nat Rev Neurosci, 2*(10), 695–703.

Karnath, H.-O., Thier, P., & Karnath-Thier (2006). *Neuropsychologie: Mit 24 Tabellen ; [Neu: Glossar]* (2., aktualisierte und erw. Aufl.). *Springer-Lehrbuch.* Heidelberg: Springer.

Keller, M. (2007). Moralentwicklung und moralische Sozialisation. *Pädagogik und Ethik*, 149–172.

Killen, M. (Ed.) (2006). *Handbook of moral development.* Mahwah, NJ [u.a.]: Erlbaum.

Kjaer, T. W., Nowak, M., Kjaer, K. W., Lou, A. R., & Lou, H. C. (2001). Precuneus-Prefrontal Activity during Awareness of Visual Verbal Stimuli. *Consciousness and Cognition, 10*(3), 356–365.

Koechlin, E., Ody, C., & Kouneiher, F. (2003). The Architecture of Cognitive Control in the Human Prefrontal Cortex. *Science, 302*(5648), 1181–1185, from 10.1126/science.1088545 / http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/302/5648/1181.

Kohlberg, L., Levine, C., & Boyd, D. R. Die Wiederkehr der sechsten Stufe: Gerechtigkeit, Wohlwollen und der Standpunkt der Moral. (1986). In *Edelstein, W. & Nunner-Winkler, G. (Hrsg., Zur Bestimmung der Moral)* (pp. 205–240).

Kohlberg, L. (1969). *Stage and sequence: The cognitive-developmental approach to socialization.* Chicago: In D. A. Goslin (Ed.), Handbook of socialization theory and research.

Kringelbach, M. L., & Rolls, E. T. (2004). The functional neuroanatomy of the human orbitofrontal cortex: evidence from neuroimaging and neuropsychology. *Progress in Neurobiology, 72*(5), 341–372.

Kühn, M. (Ed.) (2006). *Kant-Forschungen: Vol. 16. Moralische Motivation: Kant und die Alternativen.* Hamburg: Meiner.

Lapierre, D., Braun, C. M. J., & Hodgins, S. (1995). Ventral frontal deficits in psychopathy: Neuropsychological test findings. *Neuropsychologia, 33*(2), 139–151.

Leshner, A. I. (1997). Addiction Is a Brain Disease, and It Matters. *Science, 278*(5335), 45–47, from 10.1126/science.278.5335.45 / http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/278/5335/45.

Leslie, A. M., Friedman, O., & German, T. P. (2004). Core mechanisms in "theory of mind". *Trends in Cognitive Sciences, 8*(12), 528–533.

Luo, Q., Nakic, M., Wheatley, T., Richell, R., Martin, A., & Blair, R. (2006). The neural basis of implicit moral attitude:: An IAT study using event-related fMRI. *NeuroImage, 30*(4), 1449–1457.

Maas, L. C., Lukas, S. E., Kaufman, M. J., Weiss, R. D., Daniels, S. L., Rogers, V. W., et al. (1998). Functional Magnetic Resonance Imaging of Human Brain Activation During Cue-Induced Cocaine Craving. *Am J Psychiatry, 155*(1), 124–126, from http://ajp.psychiatryonline.org/cgi/content/abstract/155/1/124.

Mitchell, J. P. (2008). Activity in Right Temporo-Parietal Junction is Not Selective for Theory-of-Mind. *Cerebral Cortex, 18*(2), 262–271.

Moll, J., & de Oliveira-Souza, R. (2007). Moral judgments, emotions and the utilitarian brain. *Trend in Cognitive Sciences, 11*(8), 319–321.

Moll, J., de Oliveira-Souza, R., Bramati, I. E., & Grafman, J. (2002). Functional Networks in Emotional Moral and Nonmoral Social Judgments. *NeuroImage, 16*(3, Part 1), 696–703.

Moll, J., de Oliveira-Souza, R., Eslinger, P. J., Bramati, I. E., Mourao-Miranda, J., Andreiuolo, P. A., et al. (2002). The Neural Correlates of Moral Sensitivity: A Functional Magnetic Resonance Imaging Investigation of Basic and Moral Emotions. *J. Neurosci., 22*(7), 2730–2736.

Moll, J., de Oliveira-Souza, R., Moll, F., Ignácio, F. A., Bramati, I. E., Caparelli-Dáquer, E. M., et al. (2005). The moral affiliations of disgust: A functional MRI study. *Cognitive and behavioral neurology, 18*(1), 68–78.

Moll, J., de Oliveira-Souza, R., & Zahn, R. (2008). The Neural Basis of Moral Cognition. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1124*(The Year in Cognitive Neuroscience 2008), 161–180, from http://dx.doi.org/10.1196/annals.1440.005.

Moll, J., Eslinger, P. J., & de Oliveira-Souza, R. (2001). Frontopolar and anterior temporal cortex activation in a moral judgment task:: preliminary functional MRI results in normal subjects. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria, 59*, 657–664.

Müller, J. L., Gänßbauer, S., Sommer, M., Döhnel, K., Weber, T., Schmidt-Wilcke, T., et al. (2008). Gray matter changes in right superior temporal gyrus in criminal psychopaths. Evidence from voxel-based morphometry. *Psychiatry Research: Neuroimaging, 163*(3), 213–222.

Nunner-Winkler, G. (2007). Zum Verständnis von Moral — Entwicklungen in der Kindheit. *Moralentwicklung von Kindern und Jugendlichen*, 51–76.

Nunner-Winkler, G., & Sodian, B. (1988). Children's understanding of moral emotions. *Child Development*, (59), 1323–1338.

O'Doherty, J., Kringelbach, M. L., Rolls, E. T., Hornak, J., & Andrews, C. (2001). Abstract reward and punishment representations in the human orbitofrontal cortex. *Nature Neuroscience, 4*(1), 95–102.

Patzig, G., Birnbacher, D., & Zimmerli, W. C. (1996). *Die Rationalität der Moral: [Bamberger Hegelwochen 95].* Bamberg: Verl. Fränkischer Tag.

Paulus, P. M., Hozackk, N., & Zauscher, B. (2002). Behavioral and Functional Neuroimaging Evidence for Prefrontal Dysfunction in Methamphetamine-Dependent Subjects. *Neuropsychopharmacology, 26*(1), 53–63.

Piaget, J. (1965/1932). *The moral judgement of the child.* New York: Free Press.

Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences.*, (4), 515-526.

Pritchard, M. S. (1984). Cognition and affect in moral development: A critique of Lawrence Kohlberg. *The Journal of Value Inquiry, 18*(1), 35–49.

Raine, A., Lencz, T., Bihrle, S., LaCasse, L., & Colletti, P. (2000). Reduced Prefrontal Gray Matter Volume and Reduced Autonomic Activity in Antisocial Personality Disorder. *Arch Gen Psychiatry, 57*(2), 119–127, from 10.1001/archpsyc.57.2.119 / http://archpsyc.ama-assn.org/cgi/content/abstract/57/2/119.

Rolls, E. T. (1999). The functions of the orbitofrontal cortex. *Neurocase, 5*(4), 301–312. Retrieved February 15, 2009, from http://www.informaworld.com/10.1080/13554799908411984.

Rolls, E. T. (2000). The Orbitofrontal Cortex and Reward. *Cereb. Cortex, 10*(3), 284–294.

Saxe, R., Moran, J. M., Scholz, J., & Gabrieli, J. (2006). Overlapping and non-overlapping brain regions for theory of mind and self reflection in individual subjects. *Soc Cogn Affect Neurosci*, nsl034v1.

Saxe, R., & Powell, L. J. (2006). It's the Thought That Counts. *Psychological Science, 17*(8), 692–699, from 10.1111/j.1467-9280.2006.01768.x / http://pss.sagepub.com/content/17/8/692.abstract.

Schneider, F., & Fink, G. R. (2007). *Funktionelle MRT in Psychiatrie und Neurologie.* Berlin, Heidelberg: Springer Medizin Verlag Heidelberg.

Schoenbaum, G., Roesch, M. R., & Stalnaker, T. A. (2006). Orbitofrontal cortex, decision-making and drug addiction. *Trends in Neurosciences, 29*(2), 116–124.

Singer, T. (2006). The neuronal basis and ontogeny of empathy and mind reading: review of literature and implications for future research. *Neuroscience, 30*, 855–863.

Smith E. E., & Jonides J. (1997). Working Memory: A View from Neuroimaging. *Cognitive Psychology, 33*, 5–42.

Sommer, M., Dohnel, K., Sodian, B., Meinhardt, J., Thoermer, C., & Hajak, G. (2007). Neural correlates of true and false belief reasoning. *NeuroImage, 35*, 1378–1384.

Turiel, E. (1985). *The development of social knowledge: Morality and convention* (Repr.). *Cambridge studies in social and emotional development.* Cambridge: Cambridge Univ. Press.

Vigneau, M., Beaucousin, V., Hervé, P. Y., Duffau, H., Crivello, F., Houdé, O., et al. (2006). Meta-analyzing left hemisphere language areas: Phonology, semantics, and sentence processing. *NeuroImage, 30*(4), 1414–1432.

Vogeley, K., Kurthen, M., Falkai, P., & Maier, W. (1999). Essential Functions of the Human Self Model Are Implemented in the Prefrontal Cortex. *Consciousness and Cognition, 8*(3), 343–363.

Volkow, N. D., Fowler, J. S., & Wang, G.-J. (2003). The addicted human brain: insights from imaging studies. *The American Society for Clinical Investigation, 111*(10), 1444–1451.

Wicker, B., Perrett, D. I., Baron-Cohen, S., & Decety, J. (2003). Being the target of another's emotion: a PET study. *Neuropsychologia, 41*(2), 139–146.

Young, L., Cushman, F., Hauser, M., & Saxe, R. (2007). The neural basis of the interaction between theory of mind and moral judgment. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 104*(20), 8235–8240.

Young, L., & Koenigs, M. (2007). Investigating emotion in moral cognition: a review of evidence from functional neuroimaging and neuropsychology. *Br Med Bull, 84*(1), 69–79.

Zahn, R., Moll, J., Krueger, F., Huey, E. D., Garrido, G., & Grafman, J. (2007). Social concepts are represented in the superior anterior temporal cortex. *National Academy of Sciences of the USA, 104*(15), 6430–6435.

Zysset, S., Huber, O., Ferstl, E., & Cramon, D. Y. von (2002). The Anterior Frontomedian Cortex and Evaluative Judgment: An fMRI Study. *NeuroImage, 15*(4), 983–991.

11. Anhang

Tabelle 11.1. Auflistung der moralischen Konflikte des Experiments. In der linken Spalte sind die moralischen Konflikte aufgelistet, die in der vorliegenden Studie verwendet wurden. In der rechten Spalte finden sich die beiden jeweiligen Antwortalternativen zu jedem Konflikt. Die moralische Entscheidung ist in dieser Tabelle grau unterlegt. Die Reihenfolge der Konflikte entspricht nicht der Reihenfolge in der fMRT Studie.

Ich stehe an der Kasse eines Supermarkts und will für meine Lebensmittel, die 8€ kosten, bezahlen. Ich gebe der Kassiererin einen 10€ Schein. Aus Versehen gibt mir die Kassiererin nicht 2€ sondern 4€ zurück. Wie verhalte ich mich?	Behalte das Geld
	Gebe Geld zurück
Ich soll meine alte Wohnung an meine Vermieterin übergeben. Während ich dort wohnte, ruinierte ich den Wasserboiler. Ohne einen Hinweis von mir würde ihr dies nicht auffallen und ich würde die volle Kaution zurückbekommen. Wie verhalte ich mich?	Verschweige defekten Wasserboiler
	Berichte defekten Wasserboiler
Ich gebe eine Annonce für einen Schrank auf. Eine Frau, die diesen nächste Woche abholen will, bietet mir 140€ und ich gehe auf das Angebot ein. Kurz darauf ruft ein Mann an, der mir dafür 200€ bezahlen will. Wie verhalte ich mich?	Halte Versprechen
	Verkaufe es teurer
Ich habe meine Ausbildung abgeschlossen und suche seit einiger Zeit Arbeit. Sämtliche Bewerbungen blieben jedoch bis jetzt erfolglos. Ich könnte meine Chancen erhöhen indem ich im Lebenslauf einige Dinge „beschönige“. Wie verhalte ich mich?	Bewerbe mich mit richtigem Lebenslauf
	Bewerbe mich mit geschöntem Lebenslauf
Ich möchte mir neue Turnschuhe kaufen. In einem Sportgeschäft finde ich ein Paar, das mir sehr gut gefällt. Die Marke wurde erst kürzlich wegen eines Ausbeutungsskandals in China in den Nachrichten erwähnt. Wie verhalte ich mich?	Kaufe Schuhe trotzdem
	Verzichte auf Schuhe
Ich laufe zum Bus, der jeden Augenblick abfährt und nur stündlich fährt. Vor mir fallen einer Frau mit zwei Kleinkindern mehrere Gegenstände aus der Handtasche. Sonst ist niemand in der Nähe, der der Frau helfen könnte. Wie verhalte ich mich?	Helfe der Frau
	Laufe zum Bus
Beim Absperren meines Fahrrads kippt dieses gegen ein Auto. In der Dunkelheit entdecke ich am Auto keine Kratzer. Am nächsten Tag höre ich meinen Nachbarn von einem frischen Kratzer an seinem neuen Wagen reden. Wie verhalte ich mich?	Informiere Nachbarn
	Verschweige Vorfall

Ich möchte mit dem Zug nach Hause fahren, der jede Stunde fährt. Der Zug fährt gleich ab und ich will gerade einsteigen. Neben mir stürzt am Bahnsteig ein Mann mit Krücken, dem ich aufhelfen könnte, wobei ich allerdings meinen Zug verpassen würde. Wie verhalte ich mich?	Nehme Zug Helfe Mann
Nach einigen Stunden in einem Cafe möchte ich zahlen. Ich habe den Betrag schon im Kopf errechnet. Als die Bedienung abrechnet, merke ich, dass sie sich um 2€ zu meinen Gunsten verrechnet hat. Wie verhalte ich mich?	Gebe die 2€ zurück Behalte die 2€
Ich will unbedingt den Bus erwischen um rechtzeitig zu einem wichtigen Termin zu Hause zu sein. Kurz bevor der Bus abfährt, springt die Fußgängerampel auf rot. Auf der anderen Straßenseite warten Kindergartenkinder. Wie verhalte ich mich?	Gehe bei Rot Bleibe stehen
Ich finde abends auf der Strasse einen Geldbeutel mit 50€ ohne persönliche Dokumente. Ich habe keine Möglichkeit den Besitzer ausfindig zu machen. Ich könnte den Geldbeutel aber im Fundamt abgeben. Wie verhalte ich mich?	Gebe Geldbeutel ab Behalte Geldbeutel
Ein Freund will mir unbedingt ein altes Computerspiel, das er sehr gerne spielt, abkaufen. Ich verspreche es ihm morgen für 20€ zu verkaufen. Am selben Tag treffe ich einen Bekannten, der mir das Spiel sofort für 80€ abkaufen will. Wie verhalte ich mich	Verkaufe es meinem Bekannten Verkaufe es meinem Freund
Ich möchte auf einem Flohmarkt ein Bild verkaufen. Ein Mann will mir hierfür 100€ bezahlen und ich stimme zu. Während der Mann zu einer Bank geht, um Geld abzuheben, bietet mir eine Frau 150€ für das Bild. Wie verhalte ich mich?	Halte mein Versprechen Verkaufe es teurer
Ich bin in einem Club, der an diesem Abend sehr voll ist. Ich habe endlich ein Getränk und bemerke, dass der Barkeeper mir 10 Euro zu viel herausgegeben hat. Um das Geld zurückzugeben müsste ich mich noch einmal in der Schlange anstellen. Wie verhalte ich mich?	Behalte Geld Gebe Geld zurück
Ich möchte in die abfahrbereite S-Bahn einsteigen, die nur alle 15 Minuten fährt. Am Bahnsteig steht ein alter Mann mit einer Einkaufstüte. Als ich gerade in die S-Bahn einsteigen möchte, fällt dem Mann die Tüte herunter. Wie veralte ich mich?	Nehme S-Bahn Helfe dem Mann
Ich entdecke in einer Boutique mein Traum-Kleidungsstück. Auf dem Weg zur Kasse fällt mir eine Reportage über Kinderarbeit ein, die ich kürzlich gesehen habe. Der Name der Kleidungsmarke, die ich kaufen will, fiel dort auch. Wie verhalte ich mich?	Verzichte auf das Kleidungsstück Kaufe das Kleidungsstück
Ein Freund und ich sind große Fans einer Band. Diese Band gibt nun ein Konzert in meiner Stadt, das wir besuchen wollen. An der Kartenvorverkaufsstelle kann ich nur noch eine einzige Karte ergattern. Wie verhalte ich mich?	Gehe auf das Konzert Gebe meinem Freund die Karte

Ich möchte mein altes Auto verkaufen. Ich weiß, dass der Kühler eigentlich dringend ausgetauscht werden müsste. Ein Mann, der das Problem mit dem Kühler nicht entdeckt, will einen guten Preis sofort bar bezahlen. Wie verhalte ich mich?	Berichte Defekt
	Verschweige Defekt
Ich habe die Zusage für eine tolle Wohnung bekommen. Allerdings will der Vermieter keine Haustiere, ich selbst habe eine Hauskatze. Der Vermieter wohnt 100 km entfernt und würde von dem Tier wahrscheinlich nichts mitbekommen. Wie verhalte ich mich?	Verschweige das Haustier
	Nehme die Wohnung nicht
Ich finde eine Urlaubsreise, die 200€ günstiger wäre, wenn ich einen Tag später aus dem Urlaub zurückkehren würde. Leider kann ich keinen weiteren Urlaubstag mehr nehmen. Ich kenne jedoch einen Arzt, der mich für diesen Tag krankschreiben könnte. Wie verhalte ich mich?	Lasse mich krankschreiben
	Buche teureren Urlaub
Ich habe zugesagt zur Geburtstagsfeier einer Freundin zu kommen. Jetzt bemerke ich, dass am gleichen Tag ein Konzert meiner Lieblingsband stattfindet, das ich nicht verpassen will. Ich könnte eine Ausrede erfinden, um das Konzert zu besuchen. Wie verhalte ich mich?	Erfinde Ausrede
	Gehe auf Geburtstag
Ich bin mit dem Auto auf dem Weg zu einem wichtigen Geschäftstermin und heute ein wenig zu spät dran. Direkt vor mir passiert ein leichter Auffahrunfall. Wenn ich anhalte, komme ich wahrscheinlich zu spät zu meinem Termin. Wie verhalte ich mich?	Halte an
	Fahre weiter
Ich habe mit einem Bekannten Lose gekauft. Zur Gewinnziehung hat er keine Zeit und deswegen vertraut er mir seine Lose an. Eines seiner Lose gewinnt 100 €, mein Bekannter kennt aber seine Losnummern nicht. Wie verhalte ich mich?	Behalte Gewinn meines Freundes
	Gebe Gewinn meinem Freund
Ich sitze im Zug, auf meinem Sitzplatz und habe eine längere Fahrt vor mir. Beim nächsten Halt steigt eine ältere Dame ein, die keinen Platz mehr bekommt. Sie fragt mich, ob ich ihr meinen Platz überlasse. Wie verhalte ich mich?	Bleibe sitzen
	Gebe der Dame meinen Platz
Es ist Fußballweltmeisterschaft und im Fernsehen wird das Finalspiel übertragen. Ich bin ein großer Fußballfan und freue auf das Spiel. Plötzlich ruft ein Freund an, dem es nicht gut geht und der sich mit mir treffen möchte. Wie verhalte ich mich?	Schaue Fußballspiel an
	Treffe mich mit Freund
Ich bin gerade auf dem Weg ins Theater, als meine alleinerziehende Nachbarin, die ich nicht leiden kann, an der Tür klingelt. Sie muss wegen starker Schmerzen zum Arzt. Sie bittet sie mich, zwei Stunden auf ihren kleinen Sohn aufzupassen. Wie verhalte ich mich?	Gehe ins Theater
	Passe auf den Sohn auf
Auf der Straße sehe ich, wie eine alte Frau stolpert und ihre Einkäufe auf den Boden rollen. Nebenan sehe ich meinen Bus stehen, der nur alle 2 Stunden fährt. Außer der Frau bin ich der einzige Mensch in der Umgebung. Wie verhalte ich mich?	Helfe der alten Frau
	Nehme den Bus

Tabelle 11.2. Auflistung der neutralen Konflikte des Experiments. In der linken Spalte finden sich die neutralen Konflikte, die in der vorliegenden Arbeit verwendet wurden. In der rechten Spalte sind die beiden jeweiligen Antwortalternativen zu jedem Konflikt aufgelistet. Die Reihenfolge der Konflikte in dieser Tabelle entspricht nicht der Reihenfolge in der fMRT Studie.

In einer Annonce im Internet will ich meinen Computer verkaufen. Ich einige mich mit dem Käufer auf einen Verkaufspreis von 320€. Der Käufer überweist mir allerdings 40€ zuviel, was dieser jedoch nicht bemerkt. Wie verhalte ich mich?	Überweise die 40€ zurück
	Behalte die 40€
Ich möchte für einen Tag ein Auto mieten. Ich werde gefragt, ob ich eine Versicherung ohne Selbstbeteiligung abschließen will. Diese kostet 20€ mehr, als die normale Versicherung mit 500€ Selbstbeteiligung. Wie verhalte ich mich?	Schließe Versicherung ohne Selbstbeteiligung ab
	Schließe Versicherung mit Selbstbeteiligung ab
Ich sehe in einem Geschäft ein Paar günstige Schuhe, das mir ausgesprochen gut gefällt. Die Schuhe sind leider nur noch in einer Größe vorhanden. Ich probiere die Schuhe an und sie sind etwas zu groß. Wie verhalte ich mich?	Nehme die Schuhe
	Kaufe die Schuhe nicht
Ich möchte meine Wohnung renovieren. Ich kalkuliere die Kosten und kommen auf einen Gesamtbetrag von 1500€ wenn ich selbst renoviere. Meine Anfrage bei einem ansässigen Malerbetrieb ergibt Gesamtkosten von 2000€. Wie verhalte ich mich?	Renoviere selbst
	Lasse renovieren
Nach einem langen Arbeitstag möchte ich mir zum Abendessen einen kleinen Salat machen. Ich stelle jedoch fest, dass ich kein Gemüse mehr zu Hause habe. Ein Supermarkt wäre ungefähr 5 Minuten von meiner Wohnung entfernt Wie verhalte ich mich?	Kaufe noch Salat
	Esse keinen Salat
Ich habe in einem Restaurant das Menü bestellt. Zur Hauptspeise besteht die Wahl zwischen zwei Gerichten. Ich kann zwischen Spaghetti mit Tomatensauce und Pizza Salami wählen. Wie verhalte ich mich?	Nehme Spaghetti
	Bestelle Pizza
Ich ziehe aus einer Mietwohnung aus und muss diese ausweißeln. Ich könnte dies selber in zwei Tagen machen. Ein befreundeter Maler macht mir jedoch ein Angebot dies an einem Tag für 100 € zu erledigen. Wie verhalte ich mich?	Weißele selbst
	Beauftrage Maler
Mein Fahrrad ist kaputt. Ich könnte es bei einer Reparaturwerkstatt für 200 € richten lassen. Wenn ich mir die benötigten Teile einzeln kaufe und versuche das Fahrrad selbst zu reparieren komme ich auf 80 €. Wie verhalte ich mich?	Repariere selbst
	Lasse reparieren
Den ganzen Tag war ich in der Arbeit müde und habe mir fest vorgenommen heute eher schlafen zu gehen. Um 23.15 Uhr fängt ein Film an, der sehr spannend ist. Der morgige Arbeitstag wird sicher sehr anstrengend. Wie verhalte ich mich?	Gehe ins Bett
	Sehe Film an

Ich muss um 8.00 Uhr in der Arbeit sein. Falls ich noch frühstücken will, müsste ich täglich ca. 20 Minuten früher aufstehen. Wenn ich das Frühstück ausfallen lasse, könnte ich in dieser Zeit noch schlafen und müsste erst später aufstehen. Wie verhalte ich mich?	Frühstücke Schlafe länger
Ich bin im Reisebüro, um eine Woche Badeurlaub auf Teneriffa zu buchen. Ich werde gefragt, ob ich eine Reiserücktrittsversicherung abschließen will. Die Versicherung kostet 30 €, der Urlaub 500 €. Wie verhalte ich mich?	Schließe Versicherung ab Schließe keine Versicherung ab
Ich trinke jeden Morgen Kaffee zum Frühstück. An diesem Morgen stelle ich fest, dass der Kaffee aufgebraucht ist und ich nur noch schwarzen Tee zur Auswahl habe. Ich könnte zum Laden nebenan gehen, um Kaffee zu kaufen. Wie verhalte ich mich?	Kaufe Kaffee Trinke Tee
Ich habe mir am Abend einen Film auf DVD aus einem Videoverleih angesehen. Wenn ich die DVD erst morgen zurück bringe, kostet es doppelt so viel, wie wenn ich sie gleich zurückbringe. Draußen ist es kalt und es regnet stark. Wie verhalte ich mich?	Bringe DVD sofort zurück Bringe DVD morgen zurück
Ich möchte mir für meinen übermorgen beginnenden Urlaub eine Digitalkamera kaufen. Die von mir favorisierte Kamera kostet 250 €. In einem Internetversandhaus kostet die Kamera nur 150 €, würde jedoch eine Woche Lieferzeit benötigen. Wie verhalte ich mich?	Kaufe im Internet Kaufe sofort
Zu meinem Arbeitsplatz fahren die langsame Buslinie A und die schnellere Buslinie B. An der Bushaltestelle kommt ein Bus der Linie B, der allerdings sehr überfüllt ist. 5 Minuten später würde ein Bus der Linie A kommen. Wie verhalte ich mich?	Nehme den überfüllten Bus Warte auf den langsameren Bus
Ich gehe spazieren und komme an einer Eisdiele vorbei. Ich entscheide mich für zwei verschiedene Sorten Eis. Der Verkäufer fragt mich ob ich diese im Becher oder in der Waffel haben möchte. Wie verhalte ich mich?	Nehme Becher Nehme Waffel
Ich will mir eine Jacke kaufen. In einem Laden finde ich eine Jacke für 170 €, die mir sehr gut gefällt. In einem anderen Laden sehe ich dieselbe Jacke für 120 €, sie hat aber am Ärmel einen sichtbaren Fehler. Wie verhalte ich mich?	Kaufe die billigere Jacke Kaufe die teurere Jacke
Ich will eine Waschmaschine kaufen. Im Elektromarkt werden mir zwei Maschinen angeboten. Die eine ist von einem namhaften Hersteller und die andere, 100€ günstigere, stammt von einem mir unbekannten Hersteller. Wie verhalte ich mich?	Kaufe die günstigere Kaufe die teurere
Ich möchte zu Abend essen. Als ich den Tisch decke fällt mir auf, dass ich vergessen habe ein frisches Brot einzukaufen. Ich habe noch eine Packung Toast, die ich essen könnte oder ich könnte im Laden um die Ecke noch ein Brot kaufen. Wie verhalte ich mich?	Esse Toast Kaufe Brot

Ich stehe in der Drogerie und will das Shampoo, das ich schon seit Jahren benutze, kaufen. Im gleichen Regal entdecke ich ein stark reduziertes neues Shampoo. Eigentlich aber bin ich mit meinem alten Shampoo zufrieden. Wie verhalte ich mich?	Kaufe altes Shampoo
	Kaufe neues Shampoo
Weil ich hungrig bin mache ich mich zu Fuß auf den Weg zu einer Imbissbude, die etwa 7 Minuten entfernt ist. Als ich das Haus verlasse, fängt es an zu regnen. Ich könnte zurückgehen und einen Regenschirm holen. Wie verhalte ich mich?	Hole Regenschirm
	Gehe ohne Regenschirm los
Ich gehe in einen Supermarkt um eine bestimmte Sorte von Gummibärchen zu kaufen. Eine Verkäuferin berichtet mir, dass alle Päckchen der Sorte ausverkauft sind. Es gibt noch Gummibärchen eines anderen Herstellers, die ich jedoch nicht so lecker finde. Wie verhalte ich mich?	Kaufe die anderen Gummibärchen
	Kaufe keine Gummibärchen
Ich sehe im Laden ein Buch, das ich schon lange haben wollte und das dort 20 € kostet. Am selben Tag finde ich dieses Buch auf einer Internetseite. Hier kostet es 15 €, ich müsste jedoch 2 Wochen warten bis es geliefert wird. Wie verhalte ich mich?	Kaufe im Internet
	Kaufe Buch sofort
Ich möchte noch schnell zum Geschirr passende weiße Servietten für das Essen am Abend besorgen. Im Laden finde ich aber nur rote. Ich könnte noch zu einem etwa 15 Minuten entfernten anderen Geschäft gehen. Wie verhalte ich mich?	Kaufe die roten Servietten
	Gehe zu anderem Laden
Ich will Blumen kaufen, aber der Supermarkt um die Ecke hat nicht so viel Auswahl. Ich weiß von einem Blumenladen, der eine größere Auswahl hat. Allerdings müsste ich 15min mit dem Auto fahren um dorthin zu kommen. Wie verhalte ich mich?	Kaufe im nahen Supermarkt
	Kaufe im weiter entfernten Blumenladen
Ich sehe in einem Geschäft eine Hose, die mir gut gefällt. Ich möchte mir die Hose, die 80 € kostet kaufen. Eine Bekannte, die in dem Geschäft arbeitet, sagt mir, dass die Hose in 4 Wochen nur noch 40 € kostet. Wie verhalte ich mich?	Warte 4 Wochen
	Kaufe die Hose sofort
Ich habe zwei Angebote für Mietwohnungen bekommen. Die eine Wohnung ist in der Nähe einer Parkanlage, dafür aber weit von meiner Arbeitsstelle entfernt. Die andere Wohnung ist in der Nähe meiner Arbeitsstelle. Wie verhalte ich mich?	Nehme Wohnung in der Nähe der Parkanlage
	Nehme Wohnung in der Nähe meiner Arbeitsstelle
Ich möchte einen Computer kaufen. Im Fachgeschäft finde ich ein Modell, welches mir gefällt, für 300 €. Bei einem Discounter finde ich einen sehr ähnlich ausgestatteten PC für nur 200 €, aber mit kürzerer Garantiezeit. Wie verhalte ich mich?	Kaufe im Fachgeschäft
	Kaufe im Discounter

CURRICULUM VITAE

SILKE (SOPHIE) VOGT

PERSÖNLICHE DATEN:

Geburtsdatum: 21.06.1985

Geburtsort: Regensburg

SCHULISCHER WERDEGANG/STUDIUM:

08/2006	1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung (Physikum; Durchschnittsnote 2,0)
seit 10/2004	Studium der Humanmedizin an der Universität Regensburg
1995 - 2004	Werner-von-Siemens-Gymnasium in Regensburg Abitur (Durchschnittsnote 1,5)

ARBEITSERFAHRUNG:

FAMULATUREN:

03/2009	Praxisgemeinschaft für Neurologie, Psychiatrie und Psychotherapie, Regensburg
03/- 04/2008	Kinder- und Jugendpsychiatrie, Bezirksklinikum Regensburg ärztlicher Leiter: Dr. Linder
08/- 09/2007	Institut für Rechtsmedizin, Universitätsklinikum Ulm ärztlicher Leiter: Prof. Dr. Miltner

02/- 03/2007 Station Hämatologie und Onkologie und Palliativmedizin,

Städtische Kliniken Frankfurt am Main-Höchst; ärztlicher Leiter: Prof. Dr. Derigs

PRAKTISCHES JAHR:

06/- 07/2010 Tertial Chirurgie: Universitätsklinikum Regensburg, Abteilung: Viszeralchirurgie

ärztlicher Leiter: Prof. Dr. Schlitt

04/- 06/2010 Tertial Chirurgie: Royal North Shore Hospital, Sydney (Australien), Abteilungen: Handchirurgie und urologische Chirurgie

12/09 – 04/10 Kinder- und Jugendpsychiatrie: Bezirksklinikum Regensburg

ärztlicher Leiter: Dr. Linder

10/- 12/2009 Tertial Innere Medizin: Geriatrische Universitätsklinik, Bern (Schweiz); Spital Ziegler

ärztlicher Leiter: Dr. Jon Lory

08/- 10/2009 Tertial Innere Medizin: Universitätsklinikum Regensburg, Abteilung: Infektiologie und Gastroenterologie

ärztlicher Leiter: Prof. Dr. Schölmerich

PROMOTION:

Beginn 11/2008 *„Neuronale Korrelate moralischer Urteile bei forensischen Suchtpatienten: eine fMRT Studie*"

Clinical Neuroscience Center for Emotions and Social Cognition (CNESC) Betreuerin: PD Dr. Monika Sommer; stellvertretender Leiter: Prof. Dr. Göran Hajak, Klinik und Poliklinik für Psychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie Bezirksklinikum Regensburg

PUBLIKATION: Christoph Rothmayr, Monika Sommer, Katrin Döhnel, Kerstin Eichenmüller, Katrin Arnold, Ingo Ibelshäuser, Carmen Weigert, Silke Vogt, Johannes Schwerdtner, Göran Hajak (2010). *Moralisches Urteilen bei Psychopathen*; Psychiatrische Forschung, Supplement 1, 13-15

seit 1.07.2011: Assistenzärztin an der der Klinik für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychosomatik, Bezirksklinikum Regensburg

Danksagung

Zuallererst möchte ich mich bei Prof. Dr. Göran Hajak bedanken - Direktor der Klinik für Psychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie am Klinikum Bamberg - der mir die Möglichkeit eröffnete in diesem interessanten Fachbereich zu arbeiten.

Desweiteren danke ich PD Dr. Monika Sommer - Leiterin der Abteilung für Emotionen und soziale Kognitionen an der Universität Regensburg - die meine Neugier für die Neurowissenschaft geweckt und gefördert hat.

Weiterhin danke ich Dr. Christoph Rothmayr, der mich in allen Phasen dieser Arbeit auf vielfältige Weise unterstützt und die Erstellung von Beginn an überwacht hat.

Großer Dank gilt auch meiner Familie und meinem Freund, die mir immer mit viel Liebe und Unterstützung zur Seite gestanden haben. Ohne Euch, wäre dies alles nicht möglich gewesen.

Zu guter Letzt danke ich auch den an dieser Studie beteiligten Versuchspersonen.

Danke

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Insbesondere habe ich nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater oder anderen Personen) in Anspruch genommen. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeit erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen. Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Silke Vogt